



**REPOBLIKAN'I MADAGASIKARA**  
Fitiavana - Tanindrazana - Fandrosoana

**TROISIÈME COMMUNICATION NATIONALE  
À LA CONVENTION CADRE DES NATIONS UNIES  
SUR LE CHANGEMENT CLIMATIQUE**

**Octobre 2017**



**TROISIÈME COMMUNICATION NATIONALE  
À LA CONVENTION CADRE DES NATIONS UNIES  
SUR LE CHANGEMENT CLIMATIQUE**

## PREFACE

---

Le Gouvernement Malgache à travers le Ministère de l'Environnement, de l'Ecologie et des Forêts a constaté l'importance de la lutte contre le dérèglement climatique pour le développement socio-économique car les effets pervers du changement climatique sont devenus une réalité et qui érodent l'Environnement et font reculer le développement du pays. Le volet dérèglement climatique a été ainsi pris en compte dans la Politique Générale de l'Etat et le Plan National de Développement du pays depuis 2015.

Madagascar, en participant activement au processus de négociation internationale sur le climat, affiche clairement ses volontés de contribuer à l'effort mondial pour une solution durable contre les effets néfastes du changement climatique et de mettre en œuvre des actions concrètes sur le terrain avec des appuis de différentes entités nationales et internationales. En septembre 2015, juste à la veille de la vingt-et-unième Conférence des Parties (CdP21), le pays a soumis la Contribution Prévues Déterminées au niveau National (CPDN) qui renferme les besoins actualisés de Madagascar en matière de la lutte contre le changement climatique pour les années à venir. En outre, le pays a respectivement ratifié l'amendement de Doha sur le Protocole de Kyoto et l'Accord de Paris en 2014 et 2016.

L'élaboration de la Troisième Communication Nationale (TCN) est un engagement de chaque Partie, conformément aux dispositions et directives de la Convention Cadre de Nations Unies sur le Changement Climatique (CCNUCC). Elle permet de mettre à jour les données et les actions à mener afin de mieux combattre ce fléau. Le processus d'élaboration de la Troisième Communication Nationale est toujours conduit par le Ministère en charge de l'Environnement à travers son Bureau National de Coordination au Changement Climatique (BNCCC) et a impliquée une trentaine d'experts nationaux issus des différentes institutions publiques et privées, des organisations non gouvernementales et un consultant international.

La publication de ce rapport intervient à un moment crucial où le développement économique à faible émission de carbone et le renforcement de résilience aux effets pervers du changement climatique deviennent les priorités de tous les pays. Nous voudrions inviter la communauté internationale et les partenaires techniques et financiers à s'approprier ce rapport qui constitue un document d'orientations sur les axes de coopération.

Nous voudrions témoigner toute notre reconnaissance au Fonds pour l'Environnement Mondial, le Programme des Nations Unies pour l'Environnement et le Programme d'appui à l'élaboration des Communications Nationales pour leur soutien financier et technique à la réalisation de ce document.

LE MINISTRE DE L'ENVIRONNEMENT,  
DE L'ÉCOLOGIE ET DES FORÊTS



Dr Johanita NDAHIMANANJARA

## REMERCIEMENTS

---

Le Gouvernement de la République de Madagascar réitère ses remerciements aux Fonds pour l'Environnement Mondial (FEM) et Programme des Nations Unies sur l'Environnement (PNUE) d'avoir contribué financièrement et techniquement à la réalisation de cette Troisième Communication Nationale (TCN) de Madagascar sur le Changement Climatique.

De sincères gratitude s'adressent aussi à toutes les institutions ou personnes ressources ayant participé aux différents ateliers et groupes de travail et ayant contribué à la collecte des données.

De vifs remerciements méritants s'adressent également au Directeur du Changement Climatique, qui a coordonné pendant de longues périodes les différentes études réalisées dans le cadre de l'élaboration de ce document ainsi qu'à l'ex. Directeur du Bureau National de Coordination Changement Climatique (BNCCC) et au Directeur en exercice du BNCCC, qui ont travaillé sans relâche pour l'élaboration de ce document TCN. Et nous tenons également à exprimer nos profondes gratitude au Point Focal National du Changement Climatique, qui a finalisé ce document de la troisième communication nationale. Nous n'oublierons pas également les efforts estimables déployés par les différents experts nationaux cités ci-dessous, travaillant en étroite collaboration avec le bureau d'étude CLIMAGRIC LTD ([rnayamuth@gmail.com](mailto:rnayamuth@gmail.com)) agissant comme consultant international mandaté par le Gouvernement de la République de Madagascar et le PNUE :

Dans le groupe Vulnérabilité et Adaptation,

- RAZANAMIHARISOA Jane, Chef de groupe de travail, Bureau National de Coordination des Changements Climatiques ;
- FENO Etienne Henri, Secteur Santé (Chef de file) ;
- MAFILAZA Victor, Secteur Santé ;
- ANDRIAMANJATO Hery Harimanitra, Secteur Santé ;
- LAHIMASY AMPIZA, Secteur Elevage (Chef de file) ;
- RAKOTONINDRINA Cathérine, Secteur Elevage ;
- MAMINIAINA Aimée S., Secteur Elevage ;
- RANDRIAMANARIVO Jean Romuald, Secteur Zone Côtière (Chef de file) ;
- RABARISON Andriamirado Guy, Secteur Zone Côtière ;
- RAFIDISON Roginah, Secteur Pêche (Chef de file) ;
- RAJAONARY Liva Eric, Secteur Pêche ;
- RANAIVO Jaona, Secteur Forêt et Biodiversité (Chef de file) ;
- RAKOTONDRAVONY Hery Andriamirado, Secteur Forêt et Biodiversité ;
- RABARISON Harison, Secteur Forêt et Biodiversité ;
- RAKOTONDRAZAFY Sariaka Ravaka, Secteur Forêt et Biodiversité ;
- RALAIMARO Joseph, Secteur Ressources en Eau (Chef de file) ;
- RAKOTOBE R. Holinantenaina, Secteur Ressources en Eau ;
- ANDRIANIRINA Michelliarson, Secteur Ressources en Eau ;
- RANDRIANORO Désiré, Secteur Agriculture (Chef de file) ;
- RASOLOMPIAKARANA Michèle, Secteur Agriculture ;
- RATSIMBAZAFY Jean Pierre, Secteur Agriculture ;
- RAKOTOBE Henri, Expert Scenario Socioéconomique ;
- RAZAFINDRAKOTO Benjamin, Expert Scénario Climatique.

Dans le groupe IGES et Atténuation,

- LAIVAO Michel Omer, Chef de groupe ;
- ANDRIANASOLO Nivo H., Expert Secteur Energie (Chef de file) ;
- ANDRIAMANANTSOA Bertin, Expert Secteur Energie ;
- RAOBELINA Solofoniaina, Expert Secteur Energie ;
- RANDRIAMAMPIANINA Vololoniaina, Expert Secteur UTCATF Forêt (Chef de file) ;
- RABENITANY Yvannie, Expert Secteur UTCATF Forêt ;
- RAHELIMALALA Marthe, Expert Secteur Déchets (Chef de file) ;
- RALISON Paul Olivier, Expert Secteur Déchets ;
- RAOZIVELOMANANA Veromanitra, Expert secteur Agriculture, (Chef de file) ;
- ANDRIAMAHAZO Michèle, Expert secteur Agriculture ;
- EDMOND Théodile, Expert secteur Procédés Industriels (Chef de file) ;
- ANDRY NJARALOVA Julio Verdy, Secteur Procédés Industriels.

Et dans le groupe Autres informations,

- ANDRIANTSALAMA RAMAKARARO Come, Chef de groupe ;
- RAKOTOMALALA Minoson, Expert en Technologie et Recherche
- RAKOTONDRA SOA Norbert, Expert en Education

Le Gouvernement de la République de Madagascar exprime ses plus sincères reconnaissances à tous ceux qui ont participé, de près ou de loin, à l'élaboration, à la rédaction et à la publication de cette Troisième Communication Nationale de Madagascar, que tout le monde lira avec beaucoup d'intérêt.

# TABLE DES MATIERES

PREFACE

REMERCIEMENTS

TABLE DES MATIERES

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

ABBREVIATIONS ET ACRONYMES

RESUME EXECUTIF.....	1
1. CIRCONSTANCES NATIONALES.....	11
1.1 Milieu physique.....	11
1.2 Santé et Changement Climatique.....	12
1.3 Pauvreté et ménages.....	12
1.4 Contexte économique.....	13
1.5 Arrangement institutionnel.....	18
2. INVENTAIRE NATIONAL DE GAZ A EFFET DE SERRE.....	22
2.1 Introduction.....	22
2.2 Couverture territoriale et temporelle.....	22
2.3 Arrangement institutionnel.....	22
2.4 Méthodologies.....	24
2.5 Données d'activités.....	25
2.6 Facteurs d'émissions.....	25
2.7 Cohérence et années de références.....	26
2.8 Estimation des émissions (2005-2010).....	26
2.9 Contrôle Qualité/Assurance Qualité (CQ/AQ).....	32
2.10 Exhaustivité.....	32
2.11 Incertitudes.....	34
2.12 Analyse des sources clés.....	34
2.13 Archivage.....	35
2.14 Contraintes, Besoins et Lacunes.....	36
2.15 Plan d'amélioration national des inventaires.....	36
2.16 Rapport sectoriel.....	36
3. POLITIQUES ET MESURES D'ATTENUATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE.....	52
3.1 Introduction.....	52
3.2 Approche méthodologique.....	52
3.3 Etendue de l'analyse.....	53
3.4 Scenarii socio-économiques.....	53
3.5 Potentiel d'atténuation.....	56
4. ETUDES DE LA VULNERABILITE ET DE L'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE.....	74
4.1 Climat actuel, tendances observés et variabilité.....	74
4.2 Impacts du changement climatique et mesures d'adaptation du secteur.....	78
5. AUTRES INFORMATIONS.....	102
5.1 Intégration du changement climatique dans les plans et politiques sectorielles.....	102
5.2 Education, formation et sensibilisation du public.....	103
5.3 Développement et transfert technologique.....	108
5.4 Recherche et observation systématique.....	116
5.5 Coopération régionale et internationale.....	124

<b>6. CONTRAINTES ET DIFFICULTES RENCONTREES.....</b>	<b>126</b>
<b>6.1 Introduction.....</b>	<b>126</b>
<b>6.2 Objectif.....</b>	<b>126</b>
<b>6.3 Contraintes, difficultés et lacunes liées à la préparation des CN.....</b>	<b>126</b>
<b>6.4 Contraintes, difficultés et lacunes liées à la réalisation des activités et programmes destinés à la mise en œuvre de la Convention.....</b>	<b>129</b>
<b>6.5 Besoins techniques, finances en matière de renforcement de capacités pour faire face à ces contraintes et difficultés.....</b>	<b>130</b>
<b>6.6 Contribution des institutions environnementales ayant leur siège à Madagascar.....</b>	<b>135</b>
<b>7. REFERENCES.....</b>	<b>138</b>



## LISTE DES TABLEAUX

<b>Tableau 1</b> : Chocs engendrant la pauvreté selon l'opinion des ménages.....	12
<b>Tableau 2</b> : Superficie des mangroves dans le monde (Ha).....	15
<b>Tableau 3</b> : Évolution de la production de la forêt.....	16
<b>Tableau 4</b> : Nombre de véhicules immatriculés de 2006 à une estimation pour 2020.....	17
<b>Tableau 5</b> : Données macroéconomiques.....	18
<b>Tableau 6</b> : Émissions (Gg Eq.CO <sub>2</sub> ) par habitant, unité de PIB et l'indice intensité des émissions (2005–10).....	26
<b>Tableau 7</b> : Émissions (Gg Eq.CO <sub>2</sub> ) par secteur (2005 – 2010).....	27
<b>Tableau 8</b> : Émissions nationales (Gg Eq.CO <sub>2</sub> ) par GES (2005 – 2010).....	28
<b>Tableau 9</b> : Émissions (Gg) de précurseurs de GES et de SO <sub>2</sub> (2005 – 2010).....	29
<b>Tableau 10</b> : Sommaire des résultats d'inventaire de GES pour l'année de référence 2005.....	30
<b>Tableau 11</b> : Exhaustivité de l'inventaire (2005 – 2010).....	32
<b>Tableau 12</b> : Analyse de sources clés pour l'année de base 2005.....	34
<b>Tableau 13</b> : Analyse de source clés pour l'année courante 2010.....	34
<b>Tableau 14</b> : Analyse de source clés (2005 – 2010).....	35
<b>Tableau 15</b> : Consommations par source d'énergie (en ktep) (2005 – 2010).....	37
<b>Tableau 16</b> : Consommations d'énergie (en ktep) par source (2005 – 2010).....	37
<b>Tableau 17</b> : Consommation d'énergie (ktep) par secteur (2005 – 2010).....	38
<b>Tableau 18</b> : Comparaison des Approches de Référence et Sectorielle (Gg CO <sub>2</sub> ) (2005 – 2010).....	40
<b>Tableau 19</b> : Émissions agrégées des activités de Combustion (Gg Eq.CO <sub>2</sub> ) (2005 – 2010).....	41
<b>Tableau 20</b> : Émissions de GES direct (Gg Eq.CO <sub>2</sub> ) du secteur Énergie (2005 – 2010).....	41
<b>Tableau 21</b> : Émissions de GES indirect et du SO <sub>2</sub> (Gg) du secteur Énergie (2005 – 2010).....	42
<b>Tableau 22</b> : Sommaire des émissions (Gg) du secteur Énergie pour l'année de référence 2005.....	43
<b>Tableau 23</b> : Émissions agrégées (Gg Eq.CO <sub>2</sub> ) et par GES et source (Gg) du secteur PI (2005 –10).....	44
<b>Tableau 24</b> : Sommaire des émissions (Gg) du secteur PI pour l'année de référence 2005.....	44
<b>Tableau 25</b> : Émissions de GES (Gg Eq.CO <sub>2</sub> ) par source du secteur Agriculture (2005 – 2010).....	45
<b>Tableau 26</b> : Contribution (%) par source d'activité du secteur Agriculture (2005 – 2010).....	45
<b>Tableau 27</b> : Émissions agrégées de GES directs (Gg Eq.CO <sub>2</sub> ) et indirects (Gg) du secteur Agriculture (2005 – 2010).....	46
<b>Tableau 28</b> : Sommaire des émissions (Gg) du secteur Agriculture pour l'année de référence 2005.....	46
<b>Tableau 29</b> : Bilan (Gg Eq.CO <sub>2</sub> ) de GES du secteur UTCAF (2005 – 2010).....	48
<b>Tableau 30</b> : Émissions et absorptions (Gg Eq.CO <sub>2</sub> ) par source du secteur UTCAF (2005 – 2010).....	48



<b>Tableau 31</b> : Émissions et absorptions (Gg) par GES du secteur UTCAF.....	49
<b>Tableau 32</b> : Sommaire des émissions (Gg) du secteur UTCAF pour l'année de référence 2005.....	50
<b>Tableau 33</b> : Émissions totales et émissions par source (Gg Eq.CO <sub>2</sub> ) du secteur Déchets (2005 –2010)..	51
<b>Tableau 34</b> : Émissions (Gg) par GES du secteur Déchet (2005 – 2010).....	51
<b>Tableau 35</b> : Sommaire des émissions (Gg) du secteur Déchet pour l'année de référence 2005.....	51
<b>Tableau 36</b> : Taux quinquennal de croissance du PIB entre 1995 et 2030.....	55
<b>Tableau 37</b> : Emissions (en Gg Eq.CO <sub>2</sub> ) avec les scenarii CNA pour les années 2020 et 2030.....	57
<b>Tableau 38</b> : Potentiel (en Gg Eq.CO <sub>2</sub> ) d'atténuation pour les années 2020 et 2030.....	58
<b>Tableau 39</b> : Contribution des différents secteurs (en %) dans le potentiel d'atténuation national en 2020 et 2030.....	58
<b>Tableau 40</b> : Contribution (en Gg Eq.CO <sub>2</sub> et en %) par mesure d'atténuation pour le secteur Energie....	60
<b>Tableau 41</b> : Contribution (en Gg Eq.CO <sub>2</sub> et %) des mesures d'atténuation du secteur Agriculture.....	65
<b>Tableau 42</b> : Répartition des terres de Madagascar selon les catégories du GIEC.....	67
<b>Tableau 43</b> : Taux de déforestation (1990-2010) et projections (2010-2030).....	68
<b>Tableau 44</b> : Contribution (en Gg Eq.CO <sub>2</sub> et %) des mesures d'atténuation du secteur UTCAF.....	69
<b>Tableau 45</b> : Contribution (en Gg Eq.CO <sub>2</sub> et %) des mesures d'atténuation du secteur Déchets.....	72
<b>Tableau 46</b> : Modèle de circulation générale HadCM3.....	76
<b>Tableau 47</b> : Modèle de circulation générale CSIRO MK.0.....	76
<b>Tableau 48</b> : Modèle de circulation générale ECHAM5/MPI-O.....	76
<b>Tableau 49</b> : Combinaison des trois modèles de circulation générale.....	76
<b>Tableau 50</b> : Répartition des pluies des différentes zones climatiques.....	85
<b>Tableau 51</b> : Variation des débits moyens mensuels et annuels de chaque zone climatique.....	86
<b>Tableau 52</b> : Évolution des débits d'écoulement des réseaux hydrographiques de chaque zone climatique étudiée.....	87
<b>Tableau 53</b> : Tendances des températures de la mer et de la production de la zone A par rapport aux horizons d'étude, avec changement climatique.....	93
<b>Tableau 54</b> : Tendances des températures de la mer et de la production de la zone B par rapport aux horizons d'étude, avec changement climatique.....	94
<b>Tableau 55</b> : Tendances des paramètres climatiques et de la production de la zone C par rapport aux horizons d'étude, avec changement climatique.....	94
<b>Tableau 56</b> : Tendances des paramètres climatiques et de la production du lac Alaotra par rapport aux horizons d'étude, avec changement climatique.....	96
<b>Tableau 57</b> : Tendances des températures et de la production de poissons marins de la Région Atsinanana par rapport aux horizons d'étude, avec changement climatique.....	97
<b>Tableau 58</b> : TER appliquées au secteur bâtiment Activités.....	115

<b>Tableau 59</b> : Synthèse sur les travaux de recherches de 2008 à 2011 portant sur l'étude des impacts des changements climatiques sur le secteur agricole ainsi que les stratégies d'adaptation endogènes développées.....	118
--	-----

## LISTE DES FIGURES

<b>Figure 1</b> : Marais maritimes et mangroves Bureau de l’Océan Indien.....	15
<b>Figure 2</b> : Évolution du PIB, de la population et du seuil de pauvreté.....	18
<b>Figure3</b> : Arrangement institutionnel pour l’inventaire national de GES.....	23
<b>Figure 4</b> : Bilan national de GES (Gg Eq.CO <sub>2</sub> ) (2005 – 2010).....	27
<b>Figure 5</b> : Contribution sectorielle (%) dans les émissions nationales (2005 – 2010).....	28
<b>Figure 6</b> : Répartition des émissions (%) par GES (2005 – 2010).....	29
<b>Figure 7</b> : Résultats des analyses de sources clés pour la période d’IGES.....	35
<b>Figure 8</b> : Répartition de combustibles (%) en source fossiles et biomasse (2005 – 2010).....	38
<b>Figure 9</b> : Consommation d’énergie par secteur en 2005.....	39
<b>Figure 10</b> : Contribution des émissions (%) par catégorie du secteur Énergie (2005 – 2010).....	41
<b>Figure 11</b> : Évolution des émissions (%) des GES direct (2005 – 2010).....	42
<b>Figure 12</b> : Données statistiques de la population entre (1993-15) et projections entre (2020-30).....	54
<b>Figure 13</b> : Distribution de la population de Madagascar entre 1993 et 2030.....	55
<b>Figure14</b> : Evolution des statistiques (1995-2012) et projections (2015-2030) du PIB de Madagascar.....	56
<b>Figure 15</b> : Potentiel national d’atténuation (en Gg Eq.CO <sub>2</sub> ) aux horizons 2020 et 2030.....	57
<b>Figure 16</b> : Atténuation (en Gg Eq.CO <sub>2</sub> ) du secteur Energie en 2020 et 2030.....	60
<b>Figure 17</b> : Atténuation (en Gg Eq.CO <sub>2</sub> ) du secteur Energie en 2020 et 2030.....	63
<b>Figure 18</b> : Emissions du secteur Agriculture en cours normal des affaires et en scénario d’atténuation (en Gg Eq.CO <sub>2</sub> ) en 2020 et 2030.....	64
<b>Figure 19</b> : Atténuation (en Gg Eq.CO <sub>2</sub> ) du secteur UTCAF en 2020 et 2030.....	69
<b>Figure 20</b> : Atténuation (en Gg Eq.CO <sub>2</sub> ) du secteur Déchets en 2020 et 2030.....	72
<b>Figure 21</b> : Cas du paludisme à Antananarivo (2005).....	78
<b>Figure 22</b> : Cas des diarrhées à Antananarivo (2005).....	78
<b>Figure 23</b> : Prévalence du paludisme dans les 3 régions (2004 à 2013).....	79
<b>Figure 24</b> : Prévalence de la diarrhée dans les 3 régions (2004 à 2013).....	80

## ABBREVIATIONS ET ACRONYMES

Acronyme	Définition
AC	Agriculture de Conservation
ACCA	Adaptation au Changement Climatique en Afrique
ACCORDS	Appui aux Communes pour leurs Capacités d'Organisation et de Renforcement
ADEME	Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie
ADER	Agence de l'Électrification Rurale
ADES	Association pour le Développement de l'Énergie Solaire
AEP	Adduction d'Eau Potable
AEPG	Adduction d'Eau Potable Gravitaire
AFD	Agence Française de Développement
AGR	Activités Génératrices de Revenu
AIDER	Association d'Ingénieurs pour le Développement des Énergies Renouvelables
ANAE	Agence Nationale d'Actions Environnementales
AND	Autorité Nationale Désignée
ANDEA	Autorité Nationale de l'Eau et de l'Assainissement
ANEDD	Association Nationale de l'Éducation au Développement Durable
ANSPR	Autorité Nationale de la Protection et de Sûreté Radiologique
ANTA	Agence Nationale Taratra
AQ	Assurance Qualité
ASECNA	Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne
AUF	Agence Universitaire de la Francophonie
AVSF	Agronomes et Vétérinaires Sans Frontières
BAD	Banque Africaine pour le Développement
BBC	Béton Bitumineux à Chaud
BBT	Béton Bitumineux à Froid
BCM	Banque Centrale de Madagascar
BM	Banque Mondiale
BNCC	Bureau National de Coordination des Changements Climatiques
BNGRC	Bureau National de Gestion de Risques et de Catastrophes
BPEE	Bureau Programme d'Éducation Environnementale
BRICS	Groupe Brésil, Russie, Inde, Chine, Afrique du Sud
BTEX	Benzène Toluène, Éthyle benzène et Xylène
BVPI	Bassin Versant et Périmètre Irrigué
CAID	Campagne Intra-Domiciliaire
CAZ	Corridor forestier Ankeniheny Zahamena
CBG	Compagnie de Bauxite
CC	Changement Climatique
C.C.I.F.M.	Chambre de Commerce et d'Industrie France Madagascar
CCEE	Centre Culturel d'Éducation Environnementale
CDB	Convention sur la Diversité Biologique
C.E.A.	Commissariat à l'Énergie Atomique
CCNUCC	Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques
CEPF	Critical Ecosystem Partnership Fund

CFC	Chlorofluocarbone
CHD	Centre Hospitalier de District
CI	Conservation International
CIRAD	Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement
CITE	Centre Technique et Économique d'Information
CN	Communication Nationale
C.N.R.	Centre National de Recherche
CNARP	Centre National d'Application de Recherche Pharmaceutique
CNI	Communication Nationale Initiale
CNRE	Centre National de Recherche sur l'Environnement
CNRIT	Centre Nationale de Recherches Industrielles et Technologies
CO	Oxyde de Carbone
CO <sub>2</sub>	Dioxyde de Carbone
COAP	Code des Aires Protégées
COBA	Communautés de Base, ou en Malagasy, « <i>Vondron'Olona Ifotony</i> » (ou VOI)
COGESFOR	Conservation et Gestion des Écosystème Forestiers
COMATSA	Corridor Marojejy, Anjanaharibe Sud, Tsaratanana
COMNAT	Communication Nationale
COP	Conference of Parties of the IUNFCCC (Conférences des Parties à la CCNUCC)
COSAN	Communauté Sanitaire
COTONA	Cotonnière d'Antsirabe
COVNM	Composés Organiques Volatils Non Méthaniques
CPGU	Cellule de Prévention et Gestion des Urgences
CPPMN	Convention de la Protection des Matières Nucléaires
CQ	Contrôle Qualité
CRDI	Centre de Recherche pour le Développement International
CSA	Centre de Service Agricole
CSB	Centre de Santé de Base
CTBTO	Interdiction Complète des Essais Nucléaires
CTE	Centre de Technologie Environnementale
CU	Centre Universitaire
CUA	Commune Urbaine d'Antananarivo
CUF	Commune Urbaine de Fianarantsoa
CH <sub>4</sub>	Méthane
CHRR	Centre Hospitalier Régional de Référence
CHU	Centre Hospitalier Universitaire
CNARP	Centre National Appliqué aux Recherches Pharmaceutiques
CUS	Centre Urbain Secondaire
DCC	Direction du Changement Climatique
DCN	Deuxième Communication Nationale
DCOM	Direction de la Communication
DCP	Dispositifs de Concentration de Poissons
DEA	Direction de l'Eau et de l'Assainissement
DEPA	Direction d'exploitation de l'Eau Potable et de l'Assainissement

DES	Direction de l'Enseignement Secondaire
DGE	Direction Générale de l'Eau
DGF	Direction Générale des Forêts
DGM	Direction Générale de la Météorologie
DIANA	Diego, Ambilobe, Nosy Be et Ambanja (Nom d'une Région)
DIDE	Direction de l'Intégration de la Dimension Environnementale
DJF	Décembre Janvier Février
DL	Déchets Liquides
DLDOES2T	Dynamic Dilution On/Off-road Exhaust Emission Sampling System
DS	Déchets Solides
DS	District Sanitaire
DSMS	Déchets Solides Ménagers
DSRP	Document Stratégique de Réduction de la Pauvreté
DTI	Droit et Taxe à l'Importation
DRSP	Direction Régionale de la Santé Publique
DVRN	Direction de la Valorisation des Ressources Naturelles
EBT	Évaluation des Besoins Technologiques
ECOSAN	Assainissement Écologique
EDD	Éducation au Développement Durable
EDS	Enquête Démographique de Santé
EMC	Environnement Marin et Côtier
EMHV	Esters Méthyliques d'Huiles Végétales
ENAM	École Nationale des Administrateurs de Madagascar
ENS	École Normale Supérieure
EPM	Enquête Permanente auprès des Ménages
ERCC	Éducation Relative au Changement Climatique
ERE	Éducation Relative à l'Environnement
ESSA	École Supérieure de Science Agronomique
ETBE	Ethyl Tertio Butyl Ether
FAO	Food and Agriculture Organization
FAPBM	Fondation pour les Aires Protégées et la Biodiversité de Madagascar
FCRA	Fonds Compétitif pour les Recherches Appliquées
FEM	Fonds Pour l'Environnement Mondial
FER	Fonds d'Entretien Routier
FERHA	Fonds d'Entretien des Réseaux Hydro Agricoles
FFEM	Fonds Français pour l'Environnement Mondial
FID	Fonds d'Intervention pour le Développement
FIDA	Fonds International de Développement Agricole
FNUAP	Fonds des Nations Unies pour la Population
FOFIFA	Foibem-pirenena ho an'ny Fikarohana ampiarina ho Fampandrosoana ny eny Ambanivohitra (Centre National de Recherche en Agriculture)
FSCC	Fonds Spécial pour Changement Climatique
GCES	Gestion Conservatoire de l'Eau et des Sols
GCF	Gestion contractuelle des Forêts
GCU	Grand Centre Urbain

GDF	Gestion Durable des Forêts
GELOSE	Gestion Locale Sécurisée
GES	Gaz à Effet de Serre
GET	Groupe d'Experts Techniques
GIEC	Groupe Intergouvernementaux d'Experts sur l'évolution du Climat
GIRE	Gestion Intégrée des Ressources en Eau
GIZC	Gestion Intégrée des Zones Côtières
GNC	Gaz Naturel Comprimé
GPL	Gaz de Pétrole Liquéfié
GRENE	Gestion de Ressources Naturelles et Environnement
GTCC	Groupe Thématique Changement Climatique
GTSE	Groupe de Travail en Santé et Environnement
GIZ	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit
HCT	Helmsley Charitable Trust
HFC	HexaFluoro Carbone
HNI	Human Network International
HOMEOPHARMA	Société Pharmaceutique Homéopathique de Madagascar
HTC	Hautes Terres Centrales
IDE	Investissements Directs Étrangers
IDH	Indice du Développement Humain
IEC	Information Éducation Communication
IGES	Inventaire national des Gaz à Effet de Serre
IGES	Institut Halieutique et des Sciences Marines
IMATEP	Institut Malagasy de Technique de Planification
IME	Institut pour la Maitrise de l'Énergie
IMRA	Institut Malagasy de Recherches Appliquées
INSTAT	Institut National de la Statistique de Madagascar
IRD	Institut de Recherche pour le Développement
ISEC	Information Sensibilisation Éducation Communication
ISO	International Standard Organization
IST	Institut Supérieur de Technologie
JIRAMA	Jiro sy Rano Malagasy
JJA	Juin Juillet Aout
JME	Journée Mondiale de l'Environnement
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
LBC	Lampe à Basse Consommation
LGIM	Lois sur les Grands Investissements Miniers
LMS	London Missionary Society
LIER	Licence d'Ingénierie en Énergies Renouvelables
MAP	Madagascar Action Plan
MBG	Missouri Botanical Garden
MDP	Mécanisme du Développement Propre
MECIE	Mise en Compatibilité des Investissements avec l'Environnement
MED	Multi Effect Distillation
MEETFP	Ministère de l'Emploi de l'Enseignement Technique et de la Formation



	Professionnelle
MEF	Ministère de l'Environnement et des Forêts
MEN	Ministère de l'Éducation Nationale
MSF	Multi Stage Flash
MSP	Ministère de la Santé Publique
MESRES	Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
METFP	Ministère de l'Enseignement Technique et de la Formation Professionnelle
MID	Moustiquaires Imprégnées à efficacité Durable
MIER	Master d'Ingénierie en Énergies Renouvelables
MINCOM	Ministère du Commerce
MLA	Moramanga - Lac Alaotra ( Ligne ferroviaire)
MNP	Madagascar National Parks
MPT	Ministère des Postes et de la Télécommunication
MRV	Monitoring Reporting Verifying
Mte	Mégatonne équivalent pétrole
NAP	Nouvelle Aire Protégée
NAPCAZ	Nouvelle Aire Protégée Corridor Ankeniheny-Mantadia-Zahamena
NTIC	Nouvelles Technologies de l'Information et de la Communication
OCDE	Organisation de Coopération et de Développement Économique
OEMC	Office de l'Éducation de Masse, du Civisme et de l'Environnement
OLEP	Organe de Lutte Contre les Événements de Pollutions marines
OMD	Objectif du Millénaire pour le Développement
OMM	Organisation Mondiale de la Météorologie
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
ONE	Office Nationale pour l'Environnement
ONG	Organisation Non Gouvernementale
ONU	Organisation des Nations Unies
ONUUDI	Organisation des Nations Unies pour le Développement Industriel
ORE	Office de Régulation de l'Electricité
PACP	Projet d'Appui aux Communautés des Pêcheurs de Toliara
PADR	Plan d'Action pour le Développement Rurale
PAEPAR	Programme d'Adduction d'Eau Potable et d'Aménagement des Ressources
PAN	Plan d'Adaptation National sur le changement climatique
PANA	Programme d'Action National pour l'Adaptation au changement climatique
PANSA	Plan d'Action National pour la Sécurité Alimentaire
PAPRiz	Projet d'Amélioration de la Productivité Rizicole
PCN	Première Communication Nationale
PECIME-C	Prise En Charge Intégrée des Maladies de l'Enfant dans la Communauté
PED	Pays En Développement
PERE	Politique d'Éducation Relative à l'Environnement
PEREDD	Politique d'Éducation Environnementale pour le Développement Durable
PFN	Programmes Forestiers Nationaux
PFL	Produit Forestier Ligneux
PFNL	Produit Forestier Non Ligneux

PGDRN	Programme de Gestion Durable des Ressources Naturelles
PGRM	Projet de Gouvernance des Ressources Minérales
PHCF	Programme Holistique de Conservation des forêts
PI	Procédés Industriels
PIB	Produit Intérieur Brut
PIN	Project Idea Note
PIP	Programme d'Investissement Public
PN	Programmes Nationaux/Internationaux des forêts
PNAE	Plan National d'Action Environnemental
PNAEPA	Programme National d'Approvisionnement en Eau potable et Assainissement
PNAT	Politique Nationale de l'Aménagement du Territoire
PNASS	Plan d'Action National d'Adaptation du Secteur Santé au changement climatique
PNB	Produit National Brut
PNLCC	Politique Nationale de Lutte contre le Changement Climatique
PNS	Politique Nationale de la Santé
PNSC	Politique Nationale de la Santé Communautaire
PNSE	Politique Nationale en Santé et Environnement
PNUD	Programme des Nations Unies pour le Développement
PNDR	Programme National de Développement Rural
PNUE	Programme des Nations Unies pour l'Environnement
PMA	Pays les Moins Avancés
PMH	Petite et Moyenne Hydraulique
Ppte	Pays Pauvres Très Endettés
PRISMM	Projet de Renforcement Institutionnel du Secteur Minier Malagasy
PRG	Pouvoir de Réchauffement Global
PRODAIRE	Projet de Développement de l'Approche Intégrée pour la Restauration Environnementale
PRP	Potentiel de Réchauffement de la Planète
PSA	Programme Sectoriel Agricole
PSDR	Projet de Soutien au Développement Rural
PSNA	Politique et Stratégie Nationale d'Assainissement
PVC	PolyChlorure de Vinyle
R-D	Recherche et Développement
REA	Ressources en Eau Alternatives
RGPH	Recensement Général de la Population Humaine
RHQ	Ressources Humaines Qualifiées
REDD/FORECA	Réduction des Émissions liées à la Déforestation et à la Dégradation des forêts-Forêts engagées pour la Réduction des Émissions de Carbone
RN	Route Nationale
RENALA	Réseau National de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche ou - Research and Education Network for Academic and Learning Activities
RMN	Résonance Magnétique Nucléaire
RNCFM	Réseau National des Chemins de Fer de Madagascar
RNM	Radio Nationale Malagasy
ROS	Recherche et Observation Systématique

RPI	Ressources Propres Internes
RUS	Résidus Urbains Solides
SAVA	Sambava, Vohémar, Antalaha et Andapa (Nom d'une région)
SCAC	Service de Coopération et d'Action Culturelle
SECREN	Société Nationale d'Exploitation du Chantier Naval d'Antsiranana
SEF	Solidarité-Entraide-Fraternité
SIDA	Syndrome d'Immuno-Déficienc e Acquis e
SIG	Système d'Information Géographique
SIGS	Système d'Information et de Gestion Sanitaire
SNS	Stratégie Nationale Semencièr e
SNCM	Société Nationale des Chemins de Fer de Madagascar
SNDR	Stratégie Nationale Révisée du Développement de la filière Riz
SNDD	Stratégie Nationale de Développement Durable
SNDR	Stratégie Nationale de Développement Rizicole
SNGF	Silo National des Graines Forestières
SNMDP	Stratégie Nationale du Mécanisme du Développement Propre
SOREA	Société Organisation Régulateur du Service Public de l'Eau
SO <sub>2</sub>	Dioxyde de Soufre
SRA	Système de Riziculture Amélioré
SRI	Système de Riziculture Intensive
SRO	Sérum de Réhydratation Ora le
S-T	Sciences et Technologies
TA	Tananarive-Antsirabe (Ligne ferroviaire)
TCE	Tananarive-Côte-Est (Ligne ferroviaire)
TCN	Troisième Communication Nationale
TDR	Test de Dépistage Rapide
TDR	Termes de Références
TER	Technologies Écologiquement Rationnelles
TNP	Traité de Non-Prolifération des Armes nucléaires
TNT	Télévision Numérique Terrestre
TVA	Taxe sur les Valeurs Ajoutées
TVM	Télévision Malagasy
UNESCO	<i>United Nations Educational Scientific and Cultural Organization</i>
UNICEF	Fonds des Nations Unies pour l'Enfance
USAID	<i>United States Agency for International Development</i>
USD	<i>United States Dollar</i>
UTCATF	Utilisation des Terres et Changement d'Affectation des Terres et Foresterie
VALBIO	Centre de Formation International pour la Valorisation de la Biodiversité
VIH	Virus de l'Immunodéficienc e Humaine
VMM	Veille Météorologique Mondiale
VOI	« Vondron'Olona Ifotony ». En français : Communautés de Base (COBA)
WASH	Water, Sanitation and Hygiene
WCS	Wildlife Conservation Society
WWF	World Wildlife Fund
ZCIT	Zone de Convergence Intertropicale

## RÉSUMÉ EXÉCUTIF

---

Le résumé de cette Troisième Communication Nationale (TCN) au titre de la Convention Cadre des Nations Unies sur le changement Climatique (CCNUCC) est un condensé des informations issues des approches basées sur les directives, pour l'élaboration de CN des parties non annexes I, adoptées par la Conférence des Parties. Ces informations sont axées principalement sur l'inventaire de gaz à effet de serre (GES), les mesures d'atténuation, l'étude de vulnérabilité, l'adaptation et les autres informations telles que la recherche, l'intégration du changement climatique dans les différentes politiques et des documents stratégiques nationales et la sensibilisation..

### **CIRCONSTANCES NATIONALES :**

L'île de Madagascar, bordée à l'Est par l'Océan Indien et à l'Ouest par le Canal de Mozambique, a une étendue de 587 041 km<sup>2</sup> avec une longueur de 1600 km et une largeur maximale de 570 km environ. Madagascar figure parmi les pays disposant des zones côtières assez importantes dans le monde. Selon l'institut national de statistique (Instat), le nombre de la population est estimé à 20 040 981 en 2010.

La température moyenne annuelle varie de 14 à 27 °C, avec une amplitude thermique moyenne annuelle passant d'environ 3 °C au Nord à 7,5 °C dans les régions sèches du Sud-ouest. Comme l'altitude a un effet significatif sur la température, la température moyenne annuelle dans la région des Hautes Terres Centrales varie de 16 à 19 °C.

La précipitation moyenne annuelle que le pays enregistre se situe entre 350 mm et 3700 mm (DGM, 2008). Elle varie énormément d'une région à une autre ; le relief ayant une influence primordiale. La quantité des précipitations annuelles diminue d'Est en Ouest et du Nord au Sud ; tandis que la saisonnalité augmente dans les mêmes directions. De la partie Ouest vers le Sud, la saison sèche devient plus longue et plus marquée (DGM, 2008).

En 1950, les forêts couvraient 14 à 16 millions d'hectares et représentent 24 à 28% du territoire national. A l'aube de l'an 2000, cette couverture forestière est estimée à 12 millions d'hectares, soit 16 à 17% de l'île (Aubert S. 1999). L'effort fourni pour le reboisement correspond à 12 807 ha en 2005, puis 7524 ha en 2010 (DGF/DVRN/SABVRGF).

Les ressources en eau côtières subiront des effets directs par suite au réchauffement du climat et indirects par suite à l'élévation du niveau de la mer et l'érosion venant de l'intérieur.

La dégradation rapide de certaines mangroves est devenue préoccupante parce qu'elles constituent des stabilisateurs efficaces pour certaines zones côtières fragiles qui sont maintenant menacées, et parce qu'elles contribuent aux résiliences écologiques des écosystèmes après les cyclones et tsunamis et face aux effets du dérèglement climatique, incluant la montée des océans.

L'économie du pays est basée notamment sur l'Agriculture. Selon le Recensement de l'agriculture 2004 – 2005, les superficies cultivées progressent de 0,9% chaque année. Elles sont estimées à 17 557 km<sup>2</sup> dont 11 401 km<sup>2</sup> rizicole en 2004/2005, les superficies irriguées représentent 47,0% en 2004/2005 et la production du paddy était de 3 392 459 tonnes en 2005 correspondant au rendement de 2,72 t/ha. Concernant l'élevage, les cheptels bovins, porcins, ovins et caprins disposaient respectivement de 9 500 139 têtes, 1 247 043 têtes, 695 229 têtes et 1 218 848 têtes en 2004/2005. En outre, le pays commence à attirer les grands investisseurs dans le domaine d'exploitation minière. Selon l'Instat, le PIB per capita a augmenté de 250 à 430 US dollars entre les années 2000 et 2010.

Sur le plan politique, Madagascar a une politique environnementale qui a pris en compte le changement climatique (MEEF 2015). Certains secteurs ont intégré également le volet changement climatique dans leurs stratégies et plans d'actions (Santé, Eau, Energie, Agriculture..).

## INVENTAIRE NATIONAL DES GAZ A EFFET DE SERRE :

Le troisième inventaire de GES (IGES) couvre la totalité du territoire Malgache. La période couverte par l'inventaire est de 2005 à 2010 et l'année 2005 est considérée comme l'année référence. Les secteurs concernés sont les cinq secteurs recommandés dans la ligne directrice du GIEC, version révisée de 1996, à savoir : l'Énergie, les Procédés Industriels, l'Agriculture, et l'Utilisation des Terres et Changement d'Affectation des Terres et Foresterie (UTCAF) et les Déchets.

### Synthèse des émissions et absorptions de GES

Madagascar demeure un puits de GES entre 2005 et 2010. Toutefois, cette capacité de puits de GES diminue énormément, en passant de 131 865 Gg Eq.CO<sub>2</sub> en 2005 à 68 422 Gg Eq.CO<sub>2</sub> en 2010. Ceci résulte de la chute des absorptions de 280 254 Gg Eq.CO<sub>2</sub> en 2005 à 220 094 Gg Eq.CO<sub>2</sub> en l'an 2010 et des émissions quasiment stables, variant de 148 389 Gg Eq.CO<sub>2</sub> en 2005 à 151 672 Gg Eq.CO<sub>2</sub> pour l'année 2010.

### Emissions par source

Durant la période d'inventaire de 2005 à 2010, l'augmentation des émissions de GES au niveau national est très faible (2,2%): les émissions totales des GES sont estimées à 148 389 Gg Eq.CO<sub>2</sub> en 2005 et à 151 672 Gg Eq.CO<sub>2</sub> en 2010. Le secteur UTCAF contribuait à la majeure partie des émissions, autour de 82%. Il est suivi du secteur agricole avec presque 16% en 2010. Ceci s'explique par le fait que le bois est la principale source d'énergie du pays et l'agriculture joue un rôle prépondérant dans les activités économiques. Le secteur Énergie est responsable de 2% des émissions nationales tandis que les secteurs PI et Déchets n'apportèrent qu'environ 0,4% seulement des émissions nationales.

### Emissions par type de gaz

Le principal GES émis pendant la période 2005 à 2010 est le CO<sub>2</sub>, avec une légère augmentation d'un millier de Gg, ce qui représente annuellement 0,3%. Le N<sub>2</sub>O arrivait en second lieu avec des émissions de 13 727 Gg Eq.CO<sub>2</sub> en 2005 et 14 675 Gg Eq.CO<sub>2</sub> en 2010 ; tandis que le CH<sub>4</sub> a augmenté de 10 670 Gg Eq.CO<sub>2</sub> (2005) pour passer à 11 365 Gg Eq.CO<sub>2</sub> (2010) pendant cette période.

### Sources clés

Les catégories de sources clés sont les catégories prioritaires de l'inventaire national de GES car leurs contributions ont un effet significatif sur l'IGES d'un pays, surtout pour ce qui est du niveau absolu des émissions (GIEC 2000). L'analyse de niveau pour l'année de référence 2005 donne le résultat ci-dessous :

#### Analyse de sources clés pour l'année de base 2005 – Approche 1 Analyse de niveau

Source clés - Analyse de niveau Approche 1	Émissions Année de Base 2005 (Gg Eq.CO <sub>2</sub> )
5A1 – Terres forestières restant terres forestières (Absorptions) – CO <sub>2</sub>	-170 989,61
5B1 – Terres cultivées restant terres cultivées (Émissions) – CO <sub>2</sub>	121 544,20
5C1 – Prairies restant prairies (Absorptions) – CO <sub>2</sub>	-95 584,73
5E1 – Établissements restant établissements (Absorptions) – CO <sub>2</sub>	-13 139,55
4D – Sols agricoles – N <sub>2</sub> O	8659,91

## MESURES D'ATTENUATION

### Secteur Energie:

L'option d'atténuation est cohérente avec la stratégie gouvernementale de développer une économie à faible émission carbone et qui privilégie les énergies renouvelables. Ci-dessous une liste non-exhaustive des mesures les plus applicables dans le contexte du pays :

- Réduction des pertes sur le réseau de distribution électrique ;
- Réhabilitation des centrales électriques ;
- Adoption à grande échelle du solaire ;
- Augmentation du potentiel hydraulique ;
- Exploitation de l'énergie éolienne ;
- Utilisation du gaz de pétrole liquéfié à la place du pétrole lampant et du bois ;
- Substitution du bois-énergie par de l'électricité produite à partir de sources renouvelables ;
- Adoption accrue des foyers améliorés ;
- Accroissement de la carbonisation lors de la production du charbon ;
- Vulgarisation des boutiques d'énergie, surtout dans les zones rurales ;
- Adoption accrue des lampes à basse consommation ;
- Mise en place d'un programme de transport amélioré commun (grand bus, métro, train à grande vitesse, etc.) à la place des petits taxis collectifs ;
- Adoption de politique et stratégie de rajeunissement du parc automobile ;
- Application rigoureuse des normes pour rehausser le niveau de maintenance des véhicules ;
- Remplacement de l'essence par le gaz de pétrole liquéfié ;
- Introduction des biocarburants dans les secteurs résidentiels et transports ; et
- Autres mesures d'efficacité énergétique au niveau industriel, commercial et résidentiel.

### Secteur Procédés industriels:

L'identification et le choix des mesures d'atténuation sont liés essentiellement à la disponibilité des technologies et aux coûts financiers. Etant donné que 99% des émissions du secteur Procédés Industriels sont générées par la production de ciment, l'option réduisant les émissions provenant de cette activité a été choisie comme priorité.

Le projet identifié et proposé est conforme aux objectifs et aux priorités de développement socio-économique et environnemental du pays en raison des avantages potentiels, notamment le remplacement de 20% du clinker entrant dans la production de ciment par des cendres volantes provenant de centrales de charbon. Ce procédé permet de réduire les émissions de CO<sub>2</sub> liées au processus de fabrication du clinker qui rentre dans la production de ciment.

### Secteur Agriculture:

L'agriculture est parmi les activités économiques les plus émettrices d'émissions de GES, notamment à cause du bétail et de la riziculture. Les agriculteurs Malagasy, plus de 70% des travailleurs nationaux, nécessitent une campagne de sensibilisation et de conscientisation de grande ampleur, pour les

convaincre d'adopter les mesures. De plus, l'application des mesures est un procédé à long terme, à l'instar, par exemple de l'amélioration de la race bovine, ou celle de la qualité des pâturages.

Les mesures les plus probantes en termes de réalisations potentielles ont été priorisées dans l'analyse d'atténuation. Ces mesures sont :

- La réduction des émissions de méthane dans la riziculture ;
- La promotion de l'agriculture raisonnée ;
- La réduction de la fermentation entérique à travers une amélioration de la qualité des pâturages et la meilleure gestion des fumures.

### Secteur UTCAF:

La mesure phare demeure la protection des forêts qui mènerait à une absorption additionnelle de 30 917 Gg Eq.CO2 en 2020 et 34 782 Gg Eq.CO2 en 2030. Ensuite, par la réduction de la consommation du bois de feu avec 6 863 Gg Eq.CO2 (2020) et 9 547 Gg Eq.CO2 (2030), le reboisement avec 1003 Gg Eq.CO2 (2020) et 3532 Gg Eq.CO2 (2030). L'arboriculture et l'agroforesterie combinées contribueront à une absorption de 275 Gg Eq.CO2 et 889 Gg Eq.CO2, ce qui représente, respectivement en 2020 et 2030, 0,5% et 3,8% du potentiel d'atténuation du secteur.

### Secteur Déchet:

Les déchets solides et liquides constituent des sources d'émission de GES. Les plus importants sites de production de déchets solides sont les décharges communales des principales grandes villes du pays.

Les options identifiées pour les déchets ménagers incluent le compostage et l'enfouissement contrôlés. Si le compostage réduit les émissions, l'enfouissement doit être dans des cellules fermées afin de pouvoir soit (1) brûler le méthane en torchère, soit (2) le convertir en électricité. Concernant la gestion des déchets liquides, aucun programme ou projet d'envergure lié à l'atténuation n'est en cours. Les infrastructures existantes pour le traitement des eaux usées restent inchangées et vétustes. Donc, l'option d'atténuation analysée consiste à mettre en place un système qui permettra de récupérer les gaz produits « le biogaz » ; et les utiliser pour des fins énergétiques (cuisson et éclairage) au niveau des ménages.

## VULNERABILITE AUX IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE ET MESURES D'ADAPTATION

### 1-Secteur Santé publique:

L'étude du secteur santé publique dans les trois régions (Menabe, Alaotra Mangoro, Analamanga) se penchera particulièrement sur deux pathologies: le paludisme et les maladies diarrhéiques, dont les prévalences sont intimement liées aux variations des conditions climatiques.

#### a-Paludisme

La transmission de cette maladie est surtout liée à l'augmentation de la température associée à la présence d'eaux stagnantes. Le développement des parasites et des moustiques requiert des conditions climatiques particulières telles qu'une humidité supérieure à 60%, une précipitation atteignant 80mm par mois et une température optimale de 18 à 32°C. C'est pour ces raisons qu'à Madagascar, la vulnérabilité aux maladies vectorielles est particulièrement élevée. Les zones côtières présentent un caractère endémique, les Hautes Terres, jusqu'alors relativement épargnées, seront de plus en plus



vulnérables en raison du changement climatique, principalement lié à l'augmentation de la température.

### Mesures d'adaptation au paludisme

- Renforcement de l'unité de veille sanitaire par la création de sites sentinelles
- Renforcement du système de santé, afin de réduire l'incidence du paludisme par l'application des mesures continues adaptées, afin de prévenir la réapparition de la transmission.

### b-Diarrhées

Le faible niveau d'hygiène et le non accès à l'eau potable entraînent des infections diarrhéiques, cause principale de morbidité et de mortalité chez les nourrissons et les enfants, ce qui retarde systématiquement la croissance (EPM 2010). De plus, le climat et les conditions socio-économiques favorisent le développement des diarrhées, plus particulièrement chez les personnes vulnérables, notamment les enfants de moins de cinq ans, les femmes enceintes et les personnes âgées.

### Mesures d'adaptation au changement climatique face aux diarrhées

Les mesures d'adaptation au changement climatique face aux diarrhées sont les suivantes :

- Mettre en place de nouvelles sources améliorées d'eau potable en nombre suffisant ;
- Mettre en place des programmes Eau-Assainissement-Sanitation-Hygiène (WASH) dans les régions à forte mortalité infantile ;
- Renforcer les services « eau et assainissement » afin d'assurer un plus grand choix et une utilisation accrue d'approvisionnement sûr et fiable en eau ;
- Promouvoir des installations sanitaires propres et respectant l'intimité dans les foyers, les communautés et les écoles.

### 2-Secteur Agriculture:

La sensibilité du sous-secteur production végétale montre que la sécheresse, le déficit hydrique sévère et les inondations et autres excès d'eau dans le sol, associés à la variabilité des précipitations et l'irrégularité des saisons pluvieuses perturbant le calendrier agricole, sont les risques climatiques ayant le plus grand impact sur les modes d'existence du secteur Agriculture. Les plus exposés sont les exploitants agricoles, les éleveurs et les pêcheurs. Les pressions anthropiques, la mauvaise gestion des ressources en eau et la forte érosion des versants accentuent davantage les phénomènes.

### Mesures d'adaptation dans le secteur de l'Agriculture

Au niveau du secteur Agriculture, l'analyse de la vulnérabilité des divers sous-secteurs face au changement climatique permet d'identifier les options d'adaptation suivantes :

- Gestion des sols et développement de systèmes de production adaptés au CC ;
- Gestion optimale et économie des ressources en eau, maîtrise de l'eau dans les systèmes agricoles et mise en place d'un système d'alerte précoce et de gestion des catastrophes

### 3- Secteur Ressources en Eau:

Quatre zones climatiques ont été choisies pour l'étude de vulnérabilité et d'adaptation : le versant Nord-ouest avec le bassin versant de Betsiboka (48 785 km<sup>2</sup>) ; les Hautes Terres de la région orientale avec le

bassin versant lacustre d'Alaotra (7225 km<sup>2</sup>) ; la zone Nord-est avec le bassin versant de la Lokoho (2025 km<sup>2</sup>) ; le versant oriental avec le bassin versant de la Rianila (6000 km<sup>2</sup>).

Les répartitions temporelles et spatiales des précipitations sont liées à la situation climatique régionale et locale. En saison pluvieuse, les intensités de pluie peuvent être fortes, surtout en présence des perturbations tropicales et cycloniques. Elles s'accompagnent des cas d'inondations importantes et des crues des cours d'eau.

Les eaux souterraines dépendent du climat de la même manière que les précipitations et les eaux superficielles. Les caractéristiques mécaniques et physico-chimiques ainsi que biologiques varient selon les roches traversées et ou encaissantes. Comme les autres ressources en eau, elles sont vulnérables sur le plan quantitatif que qualitatif face changement climatique.

### Mesures d'adaptation des ressources en Eau

- Appliquer les textes législatifs et règlementaires concernant l'eau (Code de l'eau, Code de la santé publique, Charte de l'Environnement, etc.)
- Intégrer les mesures d'adaptation dans les politiques, stratégies et plans nationaux
- Renforcer la capacité des acteurs et les infrastructures dans les secteurs liés aux ressources en eau.

### 4- Zones côtières :

L'étude de la zone côtière, dans cette troisième communication nationale, a été menée dans les régions Atsinanana et Boeny

Les zones à risque « cyclones et inondations », dans la région Boeny, sont les sites de Mahajanga I et le littoral de Marovoay et de Mitsinjo tandis que le littoral de Mahajanga II est une zone à risque cyclonique uniquement.

Les zones à risque par rapport aux cyclones et aux inondations de la région Atsinanana sont les sites urbains de Toamasina, de Vatomandry et de Mahanoro. Le reste du littoral, en milieu rural, et les sites faiblement urbanisés de Toamasina II, Antanambao, Vatomandry, Brickaville et Mahanoro, sont des zones à risque cyclonique uniquement

### Mesures d'adaptation

- Adoption de la lutte antiérosive par les techniques de défense et de restauration du sol et la stabilisation des dunes ;
- Mise en place des infrastructures telles que les digues et les épis, au fur et à mesure que le niveau de la mer s'élève ;
- Remise en état des secteurs dégradés par la déflation au reprofilage du bourrelet littoral, mise en place de brise-vents par des reboisements de *filao* (Casuarinacées : *Casuarina equisetifolia*), des plantations de mangroves, enrochement des bords de la mer/ façade de la côte et installation de brises vagues ;
- Reboisement des zones rurales disposant de plan de reforestation avec des espèces adaptées / appropriées ;

- Élaboration, communication et application des normes en matière de conception et de construction para-climatiques des infrastructures résistantes aux aléas climatiques.

## 5- Secteur Pêche

### a- Filière crevette de la côte Ouest et Nord-ouest

La perturbation de l'écosystème affecte la filière crevette et sa production ne cesse de diminuer d'année en année. A cela s'ajoute la maladie virale « *white spot* », dont le premier cas a été détecté dans la région de Menabe en 2012.

#### Mesures d'adaptation

Les mesures d'adaptation suivantes seront préconisées pour maintenir la stabilité des exploitations :

- Protéger les zones sensibles indispensables au développement biologique des crevettes (les mangroves et les zones en amont des zones d'exploitation) ;
- Établir un plan de leur protection et de leur aménagement pour éviter, par récurrence, la destruction progressive du stock crevette ;
- Établir un plan de cogestion durable de la filière en intégrant les différents acteurs directs ou indirects du secteur ;
- Renforcer les capacités de ces différents acteurs en matière de gestion durable de la filière (différents segments d'exploitants, administrateurs, collectivités décentralisées, etc.) ;
- Développer une activité alternative pour la production de crevettes, en occurrence l'aquaculture ; et orienter les pêcheurs (surtout les pêcheurs traditionnels) à pratiquer d'autres activités plus lucratives pour diminuer la pression sur le stock crevette et pour le préserver.

### b- La pêche en eau douce

La plus grande menace pour le Lac Alaotra en matière des impacts du CC est la diminution ou la disparition même de l'apport en eaux par ses affluents entraînant son tarissement progressif. En plus, l'élévation de la température entraînera une augmentation de l'évaporation de l'eau du lac.

#### Mesures d'adaptation

- Déployer des mesures de réduction de formation des lavaka afin de réduire l'envasement et la dégradation du milieu lacustre. Pour les crevasses déjà formées, des mesures de stabilisation mécaniques doivent être rapidement mises en œuvre ;
- Responsabiliser les pêcheurs en les intégrant dans une plateforme de concertation pour l'identification d'un système de gestion durable de l'exploitation du Lac
- Diminuer les pressions en diversifiant les activités de production agricole. Une de ces activités étant le développement de la pisciculture en cage et la rizipisciculture.

### c- La pêche traditionnelle maritime

Les pêcheurs traditionnels maritimes de la Région Atsinanana rencontrent plusieurs problèmes. L'Alizé provenant du Sud-est et soufflant pendant toute l'année sur les côtes de la Région, rend la mer très houleuse. Ce phénomène limite le nombre de jours de sorties mensuelles en mer des pêcheurs. De plus, les embarcations utilisées par les pêcheurs sont très rudimentaires, les empêchant d'aller plus loin

qu'aux alentours de leurs villages. Par conséquent, les zones de pêche se trouvant à proximité des villages sont surexploitées ou sont soumises à de fortes pressions d'exploitation.

### Mesures d'adaptation

- Développer un programme d'appui aux pêcheurs afin qu'ils puissent élargir leurs périmètres d'activité ;
- Développer et vulgariser de nouvelles techniques de pêche. Une de ces nouvelles techniques étant l'installation des Dispositifs de Concentration de Poissons (DCP) afin que les pêcheurs puissent augmenter leur production et organiser leurs activités ;
- Formaliser les métiers des pêcheurs et renforcer leur capacité managériale.

### 6-Secteur Forêt-biodiversité

Les impacts du changement climatique sur ce secteur pourraient se manifester par la modification de la structure et de physionomie de l'habitat, le changement de l'aire de répartition espèces et la perturbation de mode de vie des êtres vivants.

Ce secteur est très vulnérable de nature, compte tenue de la sensibilité élevée des habitats et des espèces insulaires aux perturbations naturelles. Cette susceptibilité est exacerbée par les pressions d'origine anthropiques.

### Mesures d'adaptation

La stratégie d'adaptation du secteur forêt/biodiversité peut se résumer aux actions suivantes :

- Maintenir la couverture forestière ;
- Rétablir la connectivité des blocs forestiers restants ;
- Restaurer les écosystèmes forestiers dégradés (les écosystèmes de mangroves méritent une attention particulière du fait de leur résilience qui en feraient une ressource future) ;
- Établir des plans de gestion des ressources naturelles
- Encourager l'utilisation d'autres sources d'énergie que le bois ;
- Créer des occupations moins dépendantes des ressources naturelles ;
- Améliorer les conditions de vie de la population forestière ;
- Renforcer l'application des textes législatifs sur la conservation de la biodiversité ;
- Renforcer la surveillance et la protection des forêts et de leur biodiversité ;
- Renforcer la surveillance et la protection des forêts et de la biodiversité et responsabiliser les populations riveraines ; et
- Mener des campagnes d'éducation et de sensibilisation sur les changements climatiques et les législations sur la forêt et les ressources naturelles.

### 7- Secteur Elevage

La vulnérabilité d'ordre naturel et par l'enclavement est due au tarissement de la majorité des rivières et des ruisseaux, une conséquence de la dégradation de l'environnement associée à l'érosion accélérée et la déforestation.

## Mesures d'adaptation

Les activités suivantes sont celles recommandées à titre de mesures d'adaptation en matière d'élevage :

- Préservation du capital sol, eau et biodiversité en orientant les actions sur la réduction du taux des tarissements des eaux ;
- Amélioration et l'augmentation des superficies des terrains de pâturages ;
- Diversification des plantes fourragères ;
- Divulgation et l'augmentation du nombre d'animaux performants adaptés au stress climatiques et résistants aux maladies ;
- Amélioration des productivités du secteur élevage à tous niveaux ;
- Mise en place d'une stratégie d'élevage sur la priorisation et le sauvetage de la race locale endémique ;
- Introduction de dispositifs d'alerte rapide pour le bétail, ainsi que d'autres systèmes de prévision et de préparation aux situations de crise ;
- Promotion de la recherche scientifique et technologique pour mieux comprendre les causes du changement climatique et son incidence sur l'élevage
- Amélioration du système de gestion de l'élevage (fournir ombre et eau pour réduire le stress thermique dû à l'augmentation de la température, réduire la charge animale, en faisant appel aux animaux plus productifs) ;
- Renforcement de la sécurité sanitaire des bétails,
- Sensibilisation sur le comportement des éleveurs face à l'effet de l'augmentation de la température

## AUTRES INFORMATIONS:

La politique général de l'Etat tient en compte le changement climatique dans son programme de développements et certains Départements sectoriels ont déjà intégré le dérèglement climatique dans leurs politiques et stratégies ainsi que leurs plans d'actions.

Malgré plusieurs années d'impasses politiques traversées par le pays, les résultats des campagnes de sensibilisation sur la lutte contre le changement climatique ont affiché des améliorations vers d'autres nouvelles formes de sensibilisation beaucoup plus intenses et significatives, passant par les départements sectoriels de développement jusqu'aux sociétés de base. De tels efforts sont largement appuyés par la mise en place de la Direction du Changement Climatique et plus tard le Bureau National de Coordination des Changements Climatiques, et du point focal chargé de la mise en œuvre de l'Article 6 de la CCNUCC.

Le Ministère de en charge l'Environnement organise des conférences-débats périodiquement programmé au niveau de l'Université d'Antananarivo. Le changement climatique constitue l'un des principaux centres d'intérêt des discussions engagées. Et en vue de la promotion de l'économie verte, le pays est toujours soucieux du développement durable tout en reconnaissant la nécessité d'un fort système d'information, d'éducation et de communication.

Plusieurs systèmes contribuent à la diffusion des informations sur le changement climatique. En marge du cadre habituel des diverses célébrations notamment la journée mondiale de l'environnement, le Ministère en charge de l'Environnement procède incessamment à la diffusion d'informations à travers des portes ouvertes menées dans les chefs-lieux des Régions et à l'Université d'Antananarivo, accompagnées des expositions, des conférences débat, des projections de film, des partenariats développés avec d'autres Départements sectoriels, et des productions périodiques d'une magazine faisant état des prises des mesures internes au Ministère de l'Education Nationale, ainsi que des outils utiles à la sensibilisation à l'éducation de la population.

Concernant particulièrement la mise en œuvre de l'Article 6 de la CCNUCC, divers organismes internationaux comme UNICEF, WWF, UNESCO, USAID, témoignent leurs contributions dans le processus de prise de conscience du public sur les effets néfastes du changement climatique

Le Ministère chargé de l'Education Nationale, centres de recherches, certaines grandes écoles et départements universitaires intègrent actuellement le réchauffement global comme un thème voire une matière à enseigner

Dans le domaine du transfert de technologies, le défi pour Madagascar est de mettre en place et en œuvre tous les dispositifs nécessaires pour des technologies adaptées qui permettent d'une part d'améliorer les conditions de vie de la population malgré les impacts négatifs du changement climatique ; et d'autre part de demeurer économiquement compétitifs tout en restant un pays « non pollueur ».

Plusieurs organismes peuvent être impliqués directement ou indirectement dans la recherche sur le changement climatique. Cette recherche est menée principalement par la Direction Générale de la Météorologie (DGM). Elle est axée sur le suivi à court, moyen et long terme du climat du pays et des régions environnantes à partir des éléments du climat recueillis à travers un réseau de stations d'observations synoptiques, climatiques, pour la prévision du temps. De plus, les travaux de recherches sur la vulnérabilité et l'adaptation sont axés sur l'incidence du changement climatique sur l'agriculture, la diversité biologique, l'environnement, les ressources en eau, les zones côtières, la santé publique, et la pêche.

Autres institutions, dont les activités sont liées au climat, sont impliquées dans l'observation systématique telle que l'ASECNA, l'INSTN,.....

A l'instar des différents pays en développement, Madagascar bénéficie des retombées dévolues des différentes formes de coopération internationale par le biais des diverses agences d'exécution (PNUD, UNESCO.....)

# 1. CIRCONSTANCES NATIONALES

---

Madagascar a ratifié la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques en 1998 et a déjà soumis deux Communications Nationales (CNI et DCN) au titre de ladite convention. Dans ces précédents rapports nationaux, des mesures d'atténuations ont été proposées et nombre d'entre elles ne sont pas encore réalisées, pour de nombreuses raisons telles que l'insuffisance des moyens de mise en œuvre et la non priorisation des actions afférentes au changement climatique (CC) dans certaines politiques sectorielles du développement socio-économique.

Comme dans les deux précédentes Communications Nationales, les résultats de l'inventaire des Gaz à Effet de Serre (GES) pour cette Troisième Communication Nationale (TCN) ont confirmé l'augmentation progressive des émissions anthropiques par source dans les cinq secteurs étudiés, à savoir : la forêt, l'agriculture, les déchets, l'énergie et les procédés industriels. Cette augmentation des émissions de GES est liée à l'utilisation des combustibles fossiles et à la destruction des patrimoines forestiers qui a eu un impact sur la capacité d'absorption du pays.

Le présent document analyse et propose les mesures d'atténuation qui pourraient contribuer au développement socio-économique du pays et à la lutte commune contre le dérèglement climatique.

Conformément aux Articles 4 et 12 de la CCNUCC, le pays doit établir, mettre à jour périodiquement et soumettre à la Conférence des Parties les inventaires nationaux des émissions anthropiques par leurs sources et de l'absorption par leurs puits, de tous les GES non réglementés par le Protocole de Montréal. L'inventaire national des gaz à effet de serre (IGES) constitue une composante clé de la communication nationale (CN) car il est la base de l'identification et de la mise en œuvre des options et des mesures d'atténuation. Pour la CNI (soumis au Secrétariat de la CCNUCC en février 2004) et la DCN (octobre 2010), les années de référence des IGES sont respectivement 1994 et 2000. Pour la TCN, l'année de référence est l'année 2005.

## 1.1. Milieu physique

L'île de Madagascar, bordée à l'Est par l'Océan Indien et à l'Ouest par le Canal de Mozambique, a une étendue de 587 041 km<sup>2</sup> avec une longueur de 1600 km et une largeur maximale de 570 km environ. Par ailleurs, il dispose de lignes côtières mesurant 5 603 km (LEBIGRE, J. M. 1990).

Le relief est très disparate, marqué par les hautes plaines et une succession de collines sur les Hautes Terres Centrales, diminuant en altitude en allant vers l'Ouest et les grandes falaises à l'Est.

Le climat est, en général, très humide sur le littoral Est, de type tropical sur les Hautes Terres Centrales, très chaud sur littoral Ouest et subaride dans le Sud. Toutefois le pays présente deux saisons bien distinctes : une saison sèche de mai à octobre et une saison humide et pluvieuse de novembre en avril (DGM, 2008).

La température moyenne annuelle varie de 14 à 27 °C, avec une amplitude thermique moyenne annuelle passant d'environ 3 °C au Nord à 7,5 °C dans les régions sèches du Sud-ouest. Comme l'altitude a un effet significatif sur la température, la température moyenne annuelle dans la région des Hautes Terres Centrales varie de 16 à 19 °C (DGM, 2008).

La précipitation moyenne annuelle que le pays enregistre se situe entre 350 mm et 3700 mm (DGM, 2008). Elle varie énormément d'une région à une autre ; le relief ayant une influence primordiale. La quantité des précipitations annuelles diminue d'Est en Ouest et du Nord au Sud ; tandis que la saisonnalité augmente dans les mêmes directions. De la partie Ouest vers le Sud, la saison sèche devient



plus longue et plus marquée. Là où la saisonnalité est marquée, les saisons sèches et fraîches coïncident et elles se situent entre juin et octobre (DGM, 2008).

Madagascar figure parmi les dix premiers pays disposant des zones côtières assez importantes. La superficie des marais maritimes est estimée à 425 000 ha, dont 99% cantonnés à l'Ouest de l'île (LEBIGRE, J. M. 1990).

## 1.2. Santé et Changement Climatique

Les variations climatiques produisent parfois des épidémies de maladie comme la fièvre, le paludisme et les diarrhées. Parmi les causes de morbidité, ces deux types de maladies disposent des proportions significatives dans l'ensemble des maladies, aux alentours de 40% pour la fièvre et de 12% pour les diarrhées<sup>1</sup>.

Ainsi pour les changements climatiques, que ce soit en matière d'adaptation, d'atténuation et de vulnérabilité, l'aspect social aura un rôle à jouer.

## 1.3. Pauvreté et ménages

Les changements climatiques avec les aléas y afférents (ex. les cyclones, les inondations, les sécheresses), ont des effets néfastes sur l'humanité en général. Ses impacts produisent des chocs aux ménages et diminuent le pouvoir d'achat de la population malgache.

Parmi les chocs qui peuvent engendrer cette pauvreté, « le climat et l'environnement », selon les ménages, figurent toujours en pole position au cours des années successives.

Tableau 1 – Chocs engendrant la pauvreté selon l'opinion des ménages.

Problèmes	Année 2004			Année 2005			Année 2010		
	Urbain	Rural	National	Urbain	Rural	National	Urbain	Rural	National
<b>Climat et environnement</b>	38,2	45	43,6	35,1	59,3	53,6	57,1	68,9	66,9
<b>Insécurité</b>	2,7	5,1	4,6	15	20,8	19,4	10	8,6	8,9
<b>Maladies, décès</b>	5,3	4,6	4,8	12,6	13,3	13,1	11	7,8	8,4
<b>Problèmes économiques</b>	47,7	40	41,6	35,5	5	12,2	21	13,6	14,9
<b>Autres types de problèmes</b>	6	5,3	5,5	1,8	1,6	1,7	0,9	1	1
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Source INSTAT/DSM/EPM 2004, 2005, 2010

<sup>1</sup> Enquête Permanente auprès des Ménages de l'INSTAT

---

## 1.4. Contexte économique

### *Secteur primaire*

#### Agriculture

Selon le Recensement de l'Agriculture 2004 – 2005, les superficies cultivées progressent de 0,9% chaque année. Sur l'ensemble, celles-ci sont estimées à 17 557 km<sup>2</sup> dont 11 401 km<sup>2</sup> rizicole en 2004/2005, les superficies irriguées représentent 47,0% en 2004/2005 et la production du paddy était de 3 392 459 tonnes en 2005 correspondant au rendement de 2,72 t/ha. En 2005, l'utilisation d'engrais est d'environ 44,8 kg/ha distribuée à part sensiblement équitable entre les engrais chimiques et organiques.

#### Elevage

En 2004/2005, les cheptels bovins, porcins, ovins et caprins disposaient respectivement de 9 500 139 têtes, 1 247 043 têtes, 695 229 têtes et 1 218 848 têtes. Respectivement selon les cheptels, ces chiffres atteindront en 2020 : 10 674 459 têtes, 1 854 503 têtes, 1 015 921 têtes et 1 764 140 têtes en 2020.

#### Sylviculture

En 1950, les forêts et les bois couvraient 14 à 16 millions d'hectares, représentant 24 à 28% du territoire national tandis que vers la fin des années 90, la couverture forestière est estimée à 12 millions d'hectares, soit 16 à 17% de l'île (Aubert S. 1999). L'effort fourni pour le reboisement correspond à 12 807 ha en 2005, puis 7524 ha en 2010 (DGF/DVRN/SABVRGF).

#### Zone côtière

Madagascar figure parmi les dix premiers pays disposant des zones côtières assez importantes. Le réchauffement climatique a pour conséquence la montée du niveau des mers et des océans, car il fait fondre les glaciers et la calotte glaciaire, et provoque la dilatation thermique des eaux (une eau chaude est plus volumineuse qu'une eau froide). Les côtes de Madagascar s'étendent sur 5603 km, bordées par l'Océan Indien à l'est et par le canal de Mozambique à l'ouest.

##### **(a). Impacts des changements climatiques**

Les ressources en eau côtières subiront des effets directs par suite au réchauffement du climat et indirects par suite à l'élévation du niveau de la mer et l'érosion venant de l'intérieur.

Les milieux particuliers de mangrove procurent des ressources importantes (forestières et halieutiques) pour les populations vivant sur les côtes.

La dégradation rapide de certaines mangroves est devenue préoccupante parce qu'elles constituent des stabilisateurs efficaces pour certaines zones côtières fragiles qui sont maintenant menacées, et parce qu'elles contribuent aux résiliences écologiques des écosystèmes après les cyclones et tsunamis et face aux effets du dérèglement climatique, incluant la montée des océans.

Les marais maritimes sont de grandes étendues meubles et planes soumises au rythme des marées et en partie couvertes par un type de végétation amphibie, la mangrove. En arrière de la mangrove, il y a parfois de grandes surfaces nues ou herbeuses appelées tannes, des forêts et des prairies marécageuses (LEBIGRE J. M. 1990).

---

### **(b). Caractéristiques des mangroves à Madagascar**

A Madagascar, la côte Ouest, basse, plate, assez découpée, sujette à des fortes différences de marée, et présentant des eaux calmes, est favorable à l'extension des formations (GACHET, C. 1959).

Madagascar compte de 300 000 à 400 000 ha de mangroves (PERRIER DE LA BATHIE, 1921, KIENER A. 1972, LEBIGRE, J. M. 1990). Les nouvelles estimations tiennent compte de l'ensemble des mangroves et tannes : environ 425 000 ha pour l'ensemble des marais maritimes dispersés sur les littoraux, et dont 99% sont cantonnés à l'Ouest de l'île.

La biodiversité des mangroves se présente sous deux formes : la flore et la faune.

### **(c). La flore**

Les Palétuviers de Madagascar, arbres inféodés à la mangrove, se rattachent à un domaine oriental qui couvre l'Océan Indien et l'Océan Pacifique. Ces végétaux assez particuliers sont adaptés à vivre dans un milieu asphyxiant et fortement salé. Il s'agit de :

- RHIZOPHORACEES : *Rhizophora mucronata*, *Bruguiera gymnorrhiza* et *Cerriops tagal*
- AVICENNIACEES : *Avicennia marina*
- MELIACEES : *Xylocarpus granatum*
- SONNERATIACEES : *Sonneratia alba*.

Selon les cas, la mangrove peut comporter tout ou partie de ces espèces ou seulement l'une d'entre elles. Ces vrais palétuviers peuvent être associés à d'autres espèces ligneuses ou herbacées plus ou moins tolérantes à la salinité du milieu dont le sol est perpétuellement gorgé d'eau.

### **(d). La faune**

La faune y est abondante et susceptible d'être utilisée à des fins alimentaires. La plupart des espèces inféodées à ce milieu est adaptée aussi à la forte salinité.

La majorité des Mammifères, Oiseaux et Reptiles des mangroves n'est pas inféodée à ce milieu. Ils proviennent souvent des milieux voisins et y séjournent pour s'alimenter. Les Mammifères y sont d'ailleurs rares à part les Chauve-Souris (*Pteropus*, *Epomorphus*). Plusieurs oiseaux réputés menacés y trouvent refuge : Héron de Humbolt, Sarcelle de Bernier, Aigle pêcheur, Crabier blanc, Ibis à cimier, Pluvier à bandeau noir, Les Echassiers (Ardéidés, Flamants roses) migrants comme les endémiques fréquentant les mangroves pour chasser les mollusques, crustacés et petits poissons.

La faune aquatique est beaucoup mieux représentée par les Poissons et les Crustacés, en particulier par les espèces qui constituent une ressource alimentaire très prisée : le crabe *Scylla serrata*, et les Crevettes (*Penaeus indicus*, *Penaeus monodon*, *Alpheus crassimanus*, *Alpheus edwardsii*).

Des gastéropodes rares sont présents dans certaines mangroves de la région de Toliara : *Oncidium verruculatum* et *Cassidulia labrella*.

### **(e). Utilisation de la biodiversité des mangroves**

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).

La pêche et le ramassage restent encore artisanaux quoi que de nombreuses sociétés de pêche opèrent maintenant depuis plusieurs années dans les zones du Nord-Ouest et ont tendance à devenir industrielles.



Figure 1 – Marais maritimes et mangroves Bureau de l’Océan Indien

Source : [www.refer.mg/cop/nature/fr/reem/reem0202.htm](http://www.refer.mg/cop/nature/fr/reem/reem0202.htm)

Le démarrage récent de l’aquaculture de Crevettes dans les mangroves est encourageant pour l’économie (cas de la Mahajamba). Le principal danger consisterait en une destruction massive de la mangrove pour assurer l’aménagement des bassins d’élevage.

**Tableau 2 – Superficie des mangroves dans le monde (Ha)**

Année	1980	1990	2000	Evolution 1990-2000	2004	2005	Evolution 2000-2005
Superficie	330000	330000	315000	-0,50%	303814	300000	-1%

Source: FAO Forestry department “The world’s mangroves 1980-2005”, Rome 2007

Au vu de cette réduction vertigineuse des superficies de mangrove, WWF avec le projet MG 0943 02 a mis en œuvre le projet « Renforcer trois transferts de gestion de mangroves dans l’ouest de Madagascar dont les deltas de Tsiribihina (région Menabe) et Manambolomaty (région Melaky) » ; le but principal étant d’assurer la gestion durable des mangroves et les écosystèmes associés tout en contribuant à l’amélioration des conditions de vie des populations riveraines.

## **Secteur secondaire**

### **Industrie des Pêches**

Le secteur pêche est l’un des secteurs le plus vulnérable face aux changements climatiques. Entre 2005 et 2008, il est constaté une diminution sensible de la production du secteur. En effet, à titre d’exemple, les pêches industrielles maritimes de crevette et de poisson ont été réduites de moitié respectivement 5312 tonnes à 2922 tonnes et 3273 tonnes à 1618 tonnes. Quant aux pêches traditionnelles, la production reste sensiblement la même.

### **Industrie forestière**

L’industrie forestière a beaucoup augmenté entre 2005 et 2010.

Tableau 3–Évolution de la production de la forêt

Province	2005		Région	2010	
	Bois non débités (m <sup>3</sup> )	Bois débités (m <sup>3</sup> )		Bois non débités (m <sup>3</sup> )	Bois débités (m <sup>3</sup> )
Antananarivo	130 703	35 822	Analamanga	99 068	341 247
			Vakinankaratra	63 713	39 284
			Bongolava	2 025	76
Antseranana	1 688	3 777	Diana	300	420
Fianarantsoa	139 521	287 660	Haute Matsiatra	2 730	28 323
			Amoron'i Mania	150 402	
			Ihorombe		1 377
Mahajanga	195 077	19 011	Sofia	126	nd
			Melaky	2 014	473
Toamasina	46 394	63 504	Atsinanana	62 806	192 561
			Alaotra Mangoro	157 636	441 309
Toliara	410	711	Atsimo Andrefana		338
			Menabe	1 859	105
			Anosy	5 761	
<b>TOTAL</b>	<b>513 793</b>	<b>410 485</b>		<b>548 440</b>	<b>1 045 513</b>

Source : DGF

L'industrie, l'une des principales causes d'émission de GES, figure parmi les principales sources d'émissions de Gaz à Effet de Serre constatées lors des phases de production et d'utilisation des produits finis. En 2005, la valeur ajoutée du secteur minier ne représente que 4% du PIB national<sup>2</sup>. La volonté politique était de passer cette part de PIB à 30% en 2011<sup>3</sup> mais la crise politique que traversait le pays de 2009 au 2013, a perturbé toute la prévision. L'IDE a contribué 13,6% du PIB en 2006. De 1997 à 2008, sur dix années consécutives, les exportations de certains produits agricoles et de rente ne cessent de régresser, à l'instar du café, réduit d'un tiers et du girofle de moitié ; seuls la vanille et le sucre accusent une évolution positive d'environ 4 fois plus pour la première et 5 fois plus pour le second, au cours de la même période. Quant à l'importation du sucre et du riz, leur quantité est presque le double entre 1999 et 2008. Concernant l'engrais, toujours pour la période 1997 – 2008 l'importation de l'urée a une remontée vertigineuse passant de 2762 tonnes à 107 596 tonnes ; de même pour l'engrais minéral et chimique où la quantité a passé de 4474 tonnes à 15 072 tonnes<sup>4</sup>.

## Secteur tertiaire

### Transport

Pour le secteur transport, dans l'ex Province d'Antananarivo, les nouvelles immatriculations ont été de 11 527 véhicules en 2005 dont 64,7% utilisent le gasoil (diesel). L'estimation en 2025 serait de 65 560 véhicules dont 70% roulent dans la Capitale.

Le secteur des transports joue un rôle important dans l'émission de GES. Cependant, ses diverses composantes sont très inégalement responsables de cet état de fait. La croissance des transports semble constituer une composante essentielle des sociétés actuelles

<sup>2</sup> Mission économique, janvier 2007

<sup>3</sup> UBI France - missions économiques, novembre 2008

<sup>4</sup> Source : INSTAT 10 <http://www.refer.mg/cop/nature/fr/reem/index08.htm>

---

A Madagascar, l'accroissement du parc automobile est de l'ordre de 7% par décennie.

**Tableau 4 – Nombre de véhicules immatriculés de 2006 à une estimation pour 2020**

<b>Année</b>	<b>2006</b>	<b>2010</b>	<b>2015</b>	<b>2020</b>
Nouvelle immatriculation	11 527	14 221	25 276	40 708
Age moyen	8,8	10,0	9,9	9,8

### **Énergie**

En éclairage pour l'année 2005, dans l'ensemble la plupart des ménages utilisent le pétrole lampant ; toutefois environ 7 ménages sur 10 utilisent l'électricité dans la Capitale et 60% dans les autres grands centres urbains (chefs lieu de Province et Antsirabe. Quant au combustible, le bois de chauffage est le plus consommé, aux alentours de 75,0% pour l'ensemble des ménages.

Par contre, en ce qui concerne la combustion, le charbon est le plus consommé en milieu urbain en 2010 ; tandis qu'en milieu rural, le bois de chauffage prédomine avec 86,9% des ménages.

### **Situation actuelle de l'économie nationale**

#### **PIB**

Le PIB est la grandeur le plus utilisé et le plus important pour mesurer la performance économique d'un pays quelconque à une période donnée. Deux formes de PIB sont régulièrement utilisées : le prix au prix de marché et le prix aux coûts des facteurs<sup>5</sup>.

#### **Évolution du taux de change d'USD et PIB en USD**

En fonction du dollar américain (USD), le PIB national a évolué de dix fois plus en 2020 par rapport à 2000, c'est-à-dire en une vingtaine d'année.

---

<sup>5</sup> Un PIB aux coûts des facteurs est un PIB aux prix de marché enlevé des impôts indirects et imputé de subventions d'exploitation, la BCM emploie cette représentation dans les rapports annuels concernant l'économie de Madagascar.

Tableau 5 – Données macroéconomiques

Indicateurs	2000	2005	2010	2015	2020
Population	15 222 856	17 730 289	20 040 981	21 610 959	28 069 044
Superficie	587 041	587 041	587 041	587 041	587 041
Densité	26	30	34	37	48
PIB nominal (en millions USD)	3 878	5 038	9 441	16 914	30 305
Secteur primaire (en millions USD)	1 026	1 294	2 296		
Secteur secondaire (en millions USD)	500	721	1 262		
Secteur tertiaire (en millions USD)	2 021	2 592	4 421		
PIB per capita (USD)	250	280	430	783	1 080
Population en dessous du seuil de pauvreté	77%	74%	81%		

Source : INSTAT

Pour la période entre 1995 et 2009, si des augmentations sont constatées pour la population et le PIB national, la proportion de la population en dessous du seuil pauvreté est quasi stationnaire.

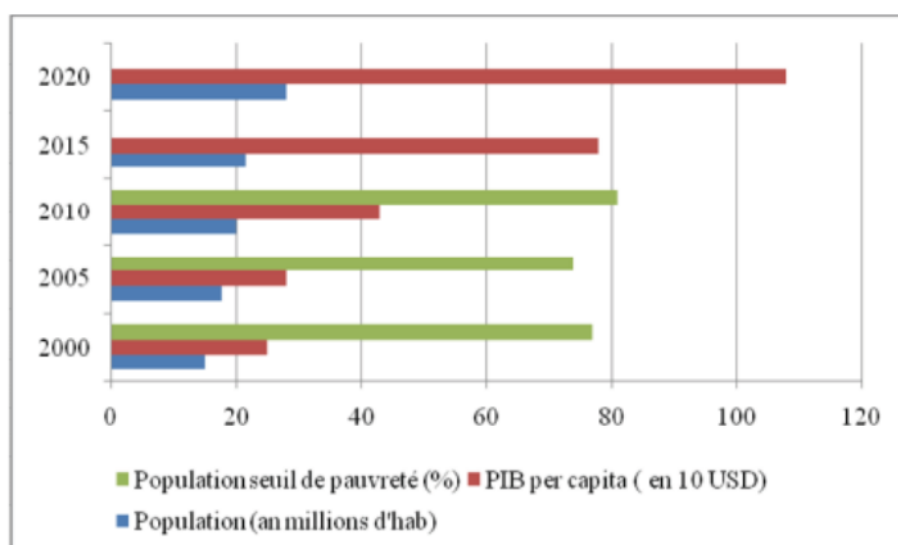


Figure 2 – Évolution du PIB, de la population et du seuil de pauvreté

## 1.5. Arrangements Institutionnels

### Politique de l'Etat Malagasy

La Politique Générale de l'Etat (PGE) entend bâtir un « Madagascar, une nation moderne et prospère », a fixé les grandes orientations et les principales lignes directrices de la politique à mener. Elle se traduit



---

en Plan National de Développement (PND) qui est basé sur la vision moyenne et long terme et le développement durable.

Ce PND intègre les actions de la lutte contre le changement climatique telles que la mise en œuvre de la transition énergétique et l'adaptation face aux risques et catastrophes. Les différents secteurs s'orientent ainsi vers des voies de développement plus durables afin d'affronter les effets pervers du réchauffement climatique.

## **Cadre institutionnel**

### **Réglementations sur le secteur minier**

#### ***Selon le Code Minier n°99-022***

Dans le chapitre II : la protection de l'environnement oblige les promoteurs à minimiser et à dédommager les résultats néfastes de leur activité, et puis de se conformer à un plan environnemental.

Dans le chapitre III : la délimitation des zones d'interdiction pour les activités minières. Dans le chapitre IV : la prononciation des sanctions relative au non-respect des articles des chapitres II et III.

A chaque type de permis miniers est associé les mesures de précaution environnementale.

#### ***Selon la loi sur les grands investissements miniers n°020/2001***

Obligation du titulaire du permis de respecter la présente loi, le Code Minier, la Charte de l'Environnement Malagasy.

#### ***Décret n° 2000-170 portant conditions d'application de la loi n°99 022***

Insufflés par les bailleurs de fonds, la politique minière en vigueur jusqu'à 2008 a mis en relation les codes miniers avec les objectifs de développement social. Deux projets phares soutiennent cette approche : le Projet de Gouvernance des Ressources Minérales (PGRM) et le Projet de Réforme Institutionnelle du Secteur Minier de Madagascar (PRISMM) de la Coopération Française.

#### ***Loi n°2001-031 remplacée par loi n°026/2005 sur les grands investissements miniers « LGIM »***

### **Réglementations sur la forêt**

Les réglementations sur la forêt dataient depuis longtemps ; chronologiquement, elles comprennent :

- le décret du 25 janvier 1930 sur la gestion et l'exploitation des ressources forestières ;
- l'ordonnance 60-127 sur le défrichement et celui de 60-128 du 3 octobre 1960 sur les feux de végétation. Ces textes ont été suivis de nombreux décrets et arrêtés permettant à l'État d'exercer un contrôle sur les différentes utilisations de l'espace forestier national.

Les textes de base ont été complétés par des dispositions spéciales relatives à la conservation dans le cadre de préoccupations environnementales et stipulées dans la loi n° 90-033 du 21 décembre 1990 sur la Charte de l'Environnement.

Certains textes ne seraient plus adaptés actuellement, la nécessité de leur renouvellement s'avère nécessaire afin de répondre effectivement à la bonne gestion des ressources forestières et de les protéger des exploitations anarchiques et non contrôlées.



---

En effet la politique forestière malagasy repose sur six principes de base :

- la conformité avec la politique de développement nationale ;
- la conservation des ressources forestières par une gestion durable appropriée ;
- la limitation des risques écologiques ;
- la contribution du secteur forestier au développement économique ;
- la responsabilisation des acteurs locaux à la gestion des ressources forestières ; et,
- l'adaptation des actions forestières aux réalités du pays.

La forêt a un grand rôle à jouer aux mécanismes du climat dans l'univers. Elle est aussi, de par ses faunes et flores, le plus fragile face aux effets climatiques. Aussi, elle constitue l'un des secteurs le plus importants dans la composition du comité chargé de l'élaboration de la Communication Nationale sur l'Environnement.

### **Structure et mission de la Direction du Changement Climatique**

En 2010, le Gouvernement a mis en place la Direction du Changement Climatique (DCC) au sein du Ministère de l'Environnement et des Forêts. Elle a pour mission de veiller à l'implémentation de la Convention sur le dérèglement climatique et de coordonner toutes les actions y afférentes.

Cette direction comprend trois services dont le Service de l'Adaptation aux Effets du Changement Climatique (SAECC), le Service de l'Atténuation au Changement Climatique (SACC), le Service de la Gestion des Bases des Données sur le Changement Climatique (SGBD) et l'Autorité Nationale Désignée (AND)

Depuis 2015, le Ministère en charge de l'Environnement a réorganisé sa structure et a créé le Bureau National de Coordination des Changements Climatiques (BNCCC) qui prend le relai de la Direction du changement climatique.

### **Comité d'experts**

Plusieurs secteurs prioritaires et touchés par le CC sont représentés dans un comité composé d'experts nationaux, à savoir :

– Secteur forêt – Secteur énergie – Secteur agriculture – Secteur ressource en eau – Secteur procédés industriels – Secteur pêche – Secteur zone côtière – Secteur déchets – Secteur santé – Secteur socio-économique

### **Le Plan National d'Action Environnemental (PNAE)**

À la fin des années 1980, le diagnostic de la dégradation des écosystèmes naturels Malagasy était patent. Conscient de ces problèmes, le gouvernement de Madagascar préparait, dès 1988, un Plan National d'Action Environnemental (PNAE) avec l'appui de la Banque Mondiale, des agences internationales et d'organisations non gouvernementales internationales (Conservation internationale, World Wildlife Fund, etc.). La Charte de l'Environnement fut adoptée en décembre 1990, sous forme de loi d'État, la loi 90-033 qui constitue le cadre général d'exécution de la Politique Nationale de l'Environnement

Deux dispositifs de transfert de gestion des ressources forestières sont aujourd'hui opérationnels à Madagascar : les contrats dits GELOSE (GEstion LOcale SEcurisée) et les contrats dits GCF (Gestion Contractuelle des Forêts).

- 
- Les contrats GELOSE sont établis selon la loi 96-025 dite loi GELOSE, qui régit tous les contrats de transfert de gestion des Ressources Naturelles Renouvelables à Madagascar. Elle englobe donc les contrats concernant les ressources forestières. Les principes de cette loi sont les suivants :
  - Une reconnaissance par l'État des pratiques, des capacités d'arbitrage et des autorités locales, – La recherche d'un consensus sur les modalités de gestion entre les paysans, les opérateurs économiques, les Administrations et collectivités locales,
  - Une nouvelle répartition des droits et devoirs des différents acteurs et leur organisation sous forme contractuelle. La deuxième catégorie de contrat repose sur le décret GCF. Ce décret (2001/122) (BEURET J. E.) a été élaboré de 1999 à 2001. Pour certains, la loi 96-025 présentait des modes opérationnels complexes, notamment l'obligation faite d'utiliser un médiateur environnemental ou de faire suivre le transfert de gestion par une opération de sécurisation foncière, et il convient de la simplifier. Le décret GCF est la traduction de ces réflexions propres au secteur forestier.

---

## 2. INVENTAIRE NATIONAL DE GAZ A EFFET DE SERRE

---

### 2.1. Introduction

L'inventaire de gaz à effet de serre (GES) est une composante importante de cette Troisième Communication Nationale car elle permet à la CCNUCC de jauger de la teneur en GES dans l'atmosphère, de l'évolution de cette intensité ; ce qui permet au Groupe Intergouvernemental d'experts sur l'Évolution du Climat (GIEC) de calculer le potentiel de réchauffement global. Ces informations constituent des éléments-clés pour la prise de décisions dans les Conférences des Parties, afin d'atteindre l'objectif ultime de la CCNUCC qui est de stabiliser le niveau de GES dans l'atmosphère les concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère à un niveau qui empêche toute perturbation anthropique dangereuse du système climatique. L'inventaire des GES est donc une étape clé dans le cadre de l'identification des mesures d'atténuation appropriées.

Face à ses engagements répondant à la ratification de la CCNUCC, Madagascar a, jusqu'à ce jour, deux documents d'inventaire national de GES, pour les années 1996 et 2000, qui ont été présentés dans la Communication Nationale Initiale et la Deuxième Communication Nationale. Ces inventaires ont été compilés et soumis en vertu de l'article 4.1 de la CCNUCC, qui prescrit que chaque Partie à la Convention doit développer, mettre à jour périodiquement, publier and mettre à la disposition de la Conférence des Parties, selon l'article 12, un inventaire national de GES anthropogène non contrôlé par le Protocole de Montréal par source et puits.

### 2.2. Couverture territoriale et temporelle

Ce troisième inventaire de GES (IGES), comme les deux précédents, couvre la totalité du territoire de la République de Madagascar. La période couverte est de 2005 à 2010. Les secteurs concernés sont les cinq secteurs recommandés dans la ligne directrice du GIEC, version révisée de 1996, à savoir : l'Énergie, les Procédés Industriels, l'Agriculture, et l'Utilisation des Terres et Changement d'Affectation des Terres et Foresterie (UTCAF) et les Déchets. Pour le présent IGES de Madagascar, 2005 est l'année référence. L'objectif est de compiler et de documenter les sources des données et de faire l'inventaire des GES des secteurs susmentionnés.

### 2.3. Arrangements institutionnels et système de gestion de l'inventaire

Madagascar a produit les deux inventaires précédents à partir de groupes de travail composés d'experts nationaux. Le pays a continué sur cette lancée afin de consolider le programme de renforcement des capacités ; et une fois de plus, l'institution coordonnatrice a fait appel aux experts nationaux venant des institutions gouvernementales et privées, et les organisations non-gouvernementales et civiles, appuyées par les académiciens. Cette équipe a reçu le support et la formation d'un consultant international. La préparation de l'inventaire a duré deux ans et n'a pas été sans encombre, étant donné les capacités considérées encore insuffisantes des experts nationaux.

Au début, la responsabilité de coordonner la préparation de l'inventaire échet à la Direction du Changement Climatique du Ministère de l'Environnement et des Forêts en 2010. Plus tard, avec un changement institutionnel depuis mars 2015, le relai a été pris par le Bureau National de Coordination des Changements Climatiques (BNCC), lui-même tombant sous la responsabilité du Ministère de l'Environnement, de l'Écologie, de la Mer et des Forêts (MEEMF).

Cinq groupes de travail ont travaillé sur les différents secteurs de l’inventaire, notamment l’Énergie, Les Procédés Industriels, l’Agriculture, l’Utilisation des Terres et les Changements d’Affectation des Terres et Foresterie, et les Déchets. Un schéma des arrangements institutionnels est présenté dans la Figure 3.

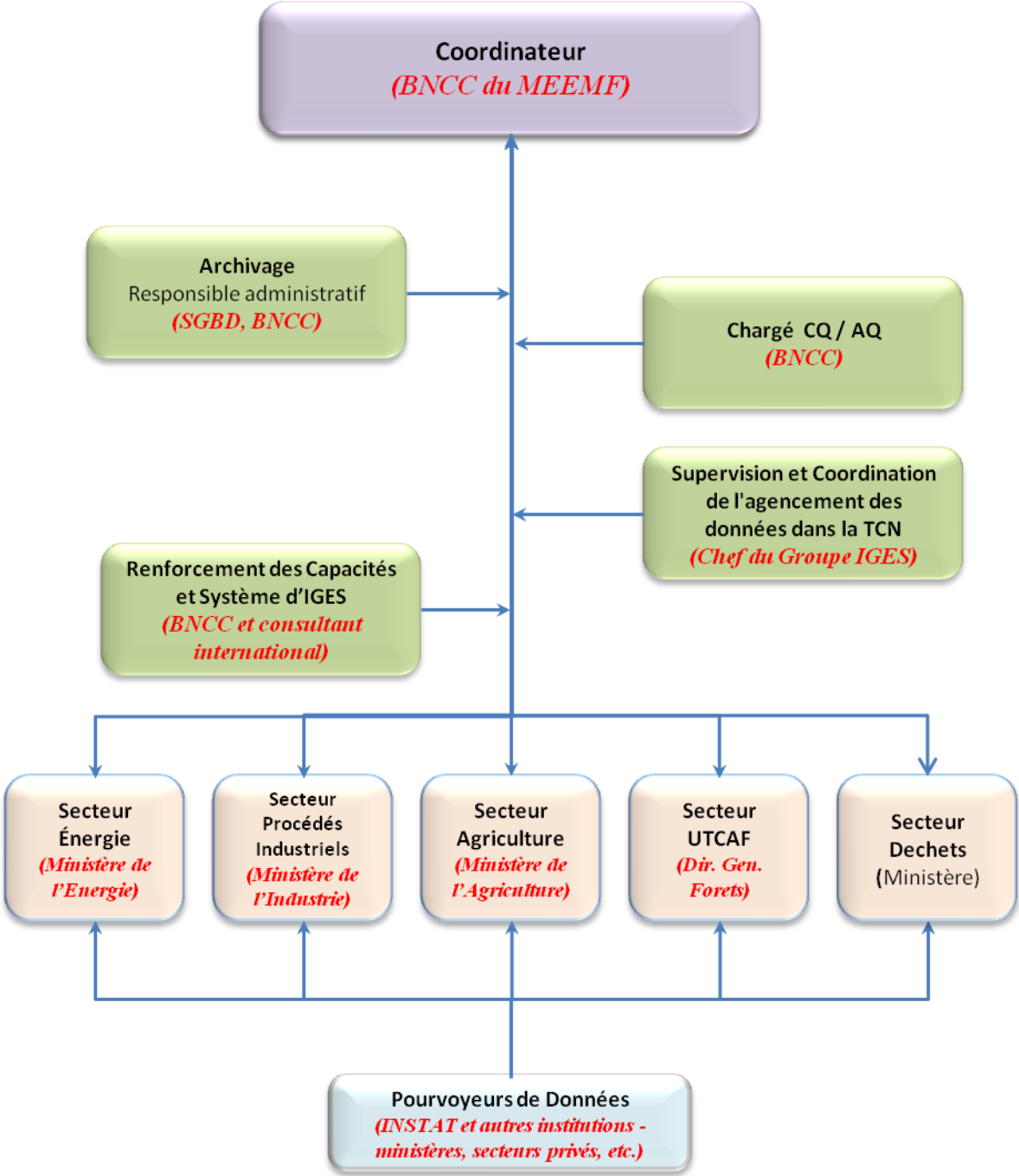


Figure 3–Arrangements Institutionnels pour l’inventaire national des GES de la Troisième Communication Nationale au titre de la CCNUCC.

---

## 2.4. Méthodologies

### Ligne directrice et logiciel

La méthodologie utilisée pour l'inventaire national de GES (IGES) dans le cadre de l'élaboration de cette Troisième Communication Nationale (TCN) est celle recommandée par le Groupe Intergouvernemental d'Experts sur l'Évolution du Climat (GIEC), notamment les *Ligne Directrices 1996 Révisées*, les *Guides de Bonnes Pratiques* de 2000 et de 2003. Les détails y afférents se trouvent dans les manuels relatifs à l'inventaire de GES ci-après :

- Ligne directrice du Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC) pour les inventaires nationaux de GES –version révisée, 1996- Vol. 1, Vol. 2 et Vol. 3 ;
- Recommandations du GIEC en matière de bonnes pratiques et de gestion des incertitudes pour les inventaires nationaux de GES (Guide de bonnes pratiques 2000) ;
- Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'utilisation des terres, changements d'affectation des terres et foresterie (Guide de bonnes pratiques 2003).

Ceci est conforme aux recommandations de la Conférence des Parties stipulées dans les Directives pour l'établissement des communications nationales des Parties non visées à l'Annexe I de la Convention, figurées dans la Décision 17 de la 8<sup>e</sup> Conférence des Parties à la Convention Cadre des Nations Unies sur le changement Climatique qui s'est tenue à New-Dehli en 2002.

Ces documents fournissent les différentes étapes à suivre en fonction des informations et des données disponibles, ainsi que pour les facteurs d'émission et les données sur les activités susceptibles d'être des sources d'émissions et d'absorptions. Ainsi, la qualité de l'IGES a été assurée au maximum en fonction des ressources disponibles et de la capacité des experts nationaux. Les principales étapes entérinées lors de l'exercice sont :

- L'analyse des sources par catégories afin de garantir l'exhaustivité ;
- L'analyse de sources clés afin de prioriser les ressources ;
- L'analyse « contrôle qualité » et « assurance qualité » pour garantir la qualité des données d'activités et de la fiabilité des estimations ;
- Une analyse des facteurs d'émissions et autres facteurs entrant dans les estimations pour leurs représentativités du contexte national ;
- La transparence est visible car toutes les étapes et les résultats sont disponibles et une synthèse est présentée dans cette TCN ;
- La comparabilité est garantie avec l'adoption des méthodes officielles du GIEC ;
- Les IGES précédents ont été mis à jour sur les mêmes séries de données, les facteurs d'émissions et les méthodologies pour être cohérentes ;
- L'identification des besoins, contraintes et lacunes dans la préparation des IGES ;
- La formulation d'un plan d'amélioration des IGES futurs.

Concernant l'estimation des émissions/absorptions, elle a été calculée avec le logiciel du GIEC basé sur les Lignes Directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre – version révisée 1996 (GIEC, 1997) et des Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'utilisation des terres, changements d'affectation des terres et foresterie (GIEC, 2003), en fonction des

données d'activités d'origine humaine responsables des émissions et des puits de GES susmentionnées et les facteurs d'émissions de GES par défaut du GIEC selon l'équation suivante :

$$\text{Émissions (E)} = \text{Données d'Activités (DA)} \times \text{Facteur d'Émission (FE)}$$

De plus, les Recommandations du GIEC en matière de bonnes pratiques et gestion des incertitudes pour les inventaires nationaux (GIEC, 2000) ont été prises en considération autant que possible sur fond de moyen disponible et de capacité humaine afin de produire un inventaire de meilleure qualité possible.

### Gaz à effet de serre (GES)

Les principaux GES répertoriés sont le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), le méthane (CH<sub>4</sub>), l'oxyde nitreux (N<sub>2</sub>O), les oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>), le monoxyde de carbone (CO), les composés organiques volatiles non méthaniques (COVNM), et le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>). Les émissions des autres GES tels que les hydrofluorocarbures (HFC), les perfluorocarbures (PFC), et l'hexafluorure de soufre (SF<sub>6</sub>) sont négligeables et n'ont pas été compilés.

### Potentiel de Réchauffement Global

Les potentiels de réchauffement global recommandés dans le deuxième rapport du GIEC et conformément à la Décision 17/CP.8 de la Conférence des Parties à la CCNUCC ont été utilisés pour ramener les GES autres que le CO<sub>2</sub> au même niveau de réchauffement. Ces valeurs sont :

Gaz	GWP
Dioxyde de carbone (CO <sub>2</sub> )	1
Méthane (CH <sub>4</sub> )	21
Oxyde nitreux (N <sub>2</sub> O)	310

## 2.5. Données d'activités

Les données d'activités utilisées ont été directement recueillies dans le même souffle que les informations requises pour rédiger le chapitre Circonstances Nationales. Cet exercice a précédé la compilation de cet IGES auprès de l'Institut National des Statistiques et des départements concernés. A noter que certaines données ont été également relevées à partir des ouvrages et statistiques publiés par l'Institut National des Statistiques et les départements concernés par les émissions et puits de GES provenant de leurs activités. Les données manquantes ont été obtenues à travers des entretiens avec le personnel responsable, des études scientifiques et des enquêtes avec les acteurs concernés. Dans certains cas, il a fallu avoir recours à la modélisation statistique et en dernier lieu à la connaissance d'experts dans les domaines et disciplines concernées. Pour le secteur UTCAF, des données ont été produites à partir de cartes du territoire générées des images du satellite LandSat.

## 2.6. Facteurs d'émissions

Puisque Madagascar ne dispose pas encore de facteurs d'émission propre au pays, les facteurs d'émission par défaut proposés dans les manuels du GIEC ont été utilisés pour comptabiliser les estimations des émissions et des capacités de puits de diverses catégories relevant des cinq secteurs du GIEC concernés dans cet inventaire. Ces secteurs sont l'Énergie, les Procédés Industriels (PI), l'Agriculture, l'Utilisation des Terres, le Changement d'Affectation de terres et Foresterie (UTCAF), et les Déchets.

## 2.7. Cohérence et année de référence

Des séries temporelles d'estimation de GES (2005 – 2010) ont été établies pour les cinq secteurs et l'année 2005 est choisie comme année de référence pour cette Troisième Communication Nationale. Par ailleurs, les mêmes méthodologies et hypothèses ont été utilisées pour toutes les années.

## 2.8. Estimation des émissions (2005 à 2010)

### Généralité

La tendance des émissions par habitant, par unité de produit intérieur brut (PIB) ainsi que l'indice d'intensité (qui reflète la sobriété en carbone du développement économique) pour la période 2005 à 2010 sont présentées dans le tableau 6. Le fait que Madagascar est resté un puits net de GES est réconfortant, mais c'est en même temps alarmant car après une augmentation de la capacité de puits de 2005 à 2007 avec des absorptions par habitant de 0,0076 Gg Eq.CO<sub>2</sub> à 0,0080 Gg Eq.CO<sub>2</sub>, c'est une régression qui suit avec l'absorption reculant à 0,0034 Gg Eq.CO<sub>2</sub> en 2010.

La situation est similaire pour les absorptions par unité de PIB qui monte de 0,2527 Gg Eq.CO<sub>2</sub> par million d'Ariary en 2005 jusqu'à 0,2652 Gg Eq.CO<sub>2</sub> en 2007 pour ensuite chuter à 0,1140 en 2010. Ceci peut toutefois s'expliquer par le tassement du développement économique, engendré par l'instabilité politique que le pays a rencontré ces dernières années. Ainsi l'indice d'intensité des émissions se résume aussi à une réduction nette de 100 à 45,1 points après une augmentation jusqu'à 105,0.

**Tableau 6 – Émissions (Gg Eq.CO<sub>2</sub>) par habitant, unité de PIB et l'indice intensité des émissions (2005 – 2010)**

Année	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Émissions par habitant (t Eq.CO <sub>2</sub> )	-0,0076	-0,0079	-0,0080	-0,0076	-0,0072	-0,0034
Émissions par unité de PIB (t/Million Ariary)	-0,2527	-0,2623	-0,2652	-0,2527	-0,2396	-0,1140
Indices d'intensité des émissions (2005 = 100)	100,0	103,8	105,0	100,0	94,8	45,1

### Émissions nationales et sectorielles

Madagascar demeure un puits de GES pendant la période considérée par la présente étude. Toutefois, cette capacité de puits de GES se réduit de façon drastique, en passant de 131 865 Gg Eq.CO<sub>2</sub> en 2005 à 68 422 Gg Eq.CO<sub>2</sub> en 2010. Ceci résulte de la chute des absorptions de 280 254 Gg Eq.CO<sub>2</sub> en 2005 à 220 094 Gg Eq.CO<sub>2</sub> en l'an 2010 et des émissions quasiment stables, variant de 148 389 Gg Eq.CO<sub>2</sub> en 2005 à 151 672 Gg Eq.CO<sub>2</sub> pour l'année 2010.

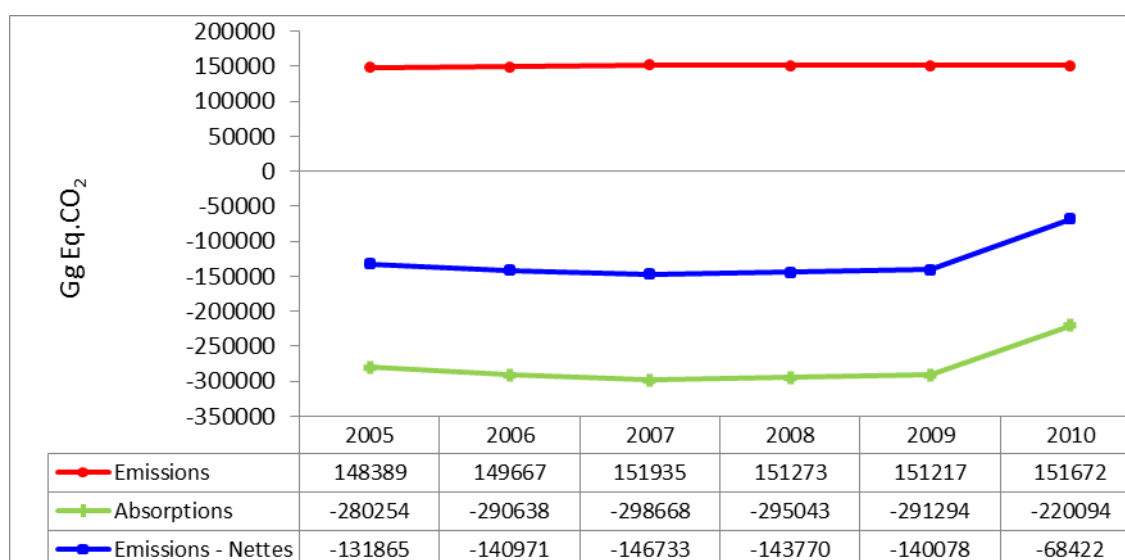


Figure 4– Bilan national de GES (Gg Eq.CO<sub>2</sub>) (2005 – 2010)

Les émissions nationales (tableau 7) augmentèrent légèrement, de 148 389 Gg Eq.CO<sub>2</sub>, durant la période 2005 à 2010, pour atteindre 151 672 Gg Eq.CO<sub>2</sub>. Cela représente une augmentation de 2,2%. Le secteur UTCAF contribuait à la majeure partie des émissions, autour de 82%. Il est suivi du secteur agricole avec presque 16% en 2010. Ceci s'explique par le fait que le bois est la principale source d'énergie du pays et l'agriculture joue un rôle prépondérant dans les activités économiques. Le secteur Énergie est responsable de 2% des émissions nationales tandis que les secteurs PI et Déchets n'apportèrent qu'environ 0,4% seulement des émissions nationales.

Tableau 7 – Émissions (Gg Eq.CO<sub>2</sub>) par secteur (2005 – 2010)

Source	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Énergie	2594,3	3499,2	3623,2	2757,2	2719,0	2991,5
Procédés industriels	221,0	394,8	449,4	503,9	419,2	196,0
Agriculture	22 756,4	23 376,9	23 228,9	23 502,4	23 784,4	24 056,4
UTCAF- Émissions	122 444,8	121 968,8	124 187,6	124 042,1	123 813,9	123 915,1
Déchets	372,4	427,7	445,9	468,0	480,0	512,8
Émissions Totales	148 388,9	149 667,4	151 934,9	151 273,5	151 216,5	151 671,7



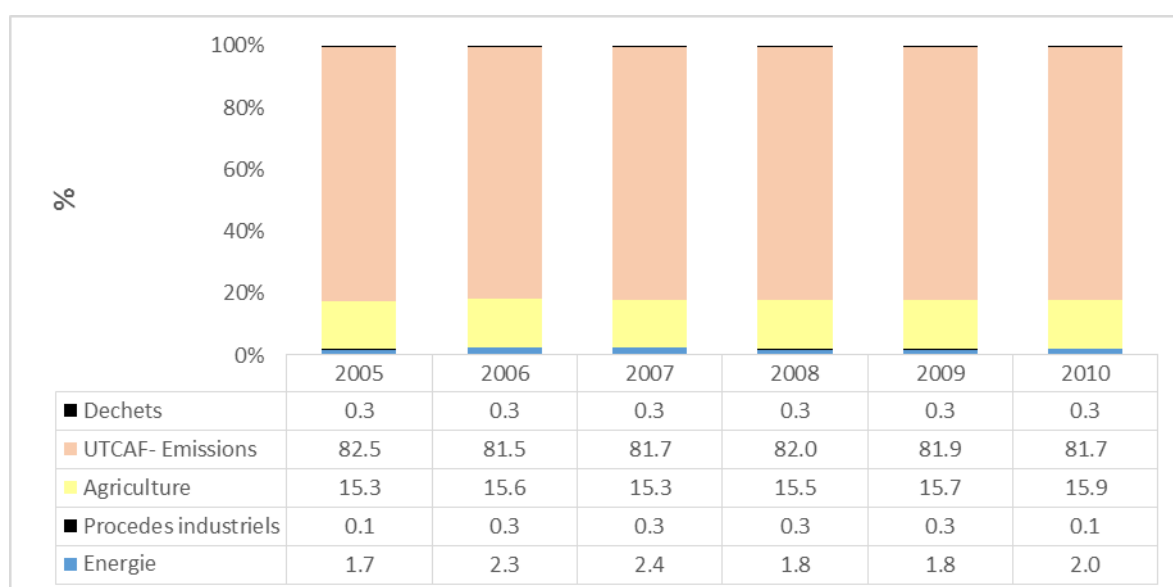


Figure 5– Contribution sectorielle (%) dans les émissions nationales (2005 – 2010)

### Émissions de GES

Le principal GES émis pendant la période 2005 à 2010 est le CO<sub>2</sub>, avec une légère augmentation d'un millier de Gg, ce qui représente annuellement 0,3%. Le N<sub>2</sub>O arrivait en second lieu avec des émissions de 13 727 Gg Eq.CO<sub>2</sub> en 2005 pour atteindre 14 675 Gg Eq.CO<sub>2</sub> en 2010 ; tandis que le CH<sub>4</sub> a augmenté de 10 670 Gg Eq.CO<sub>2</sub> pour passer à 11 365 Gg Eq.CO<sub>2</sub> pendant cette période. Ceci représente une augmentation moyenne de 1,4% pour ces deux GES entre 2005 et 2010. Les émissions par GES sont résumées dans le tableau 8.

Tableau 8 – Émissions nationales (Gg Eq.CO<sub>2</sub>) par GES (2005 – 2010)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Changement annuel moyen (%)
CO <sub>2</sub>	123 991,3	123 626,9	126 021,1	126 114,2	125 565,2	125 631,3	0,3
CH <sub>4</sub> (Eq. CO <sub>2</sub> )	10 670,7	11 657,8	11 623,5	10 942,9	11 183,6	11 365,1	1,4
N <sub>2</sub> O (Eq. CO <sub>2</sub> )	13 726,9	14 382,6	14 290,2	14 216,5	14 467,8	14 675,3	1,4
Émissions totales (Eq. CO <sub>2</sub> )	148 388,9	149 667,4	151 934,9	151 273,5	151 216,5	151 671,7	0,4
Absorptions – CO <sub>2</sub>	-280 254,0	-290 638,4	-298 667,7	-295 043,5	-291 294,4	-220 094,0	-4,1
Émissions nettes – CO <sub>2</sub>	-131 865,1	-140 971,0	-146 732,8	-143 770,0	-140 077,9	-68 422,3	-8,9

La contribution de ces trois GES direct dans les émissions nationales est présentée dans la figure 6. Les émissions du CO<sub>2</sub> et de N<sub>2</sub>O variaient respectivement de 82,6 à 83,6% et de 9,3% et 9,7% tandis que les émissions de CH<sub>4</sub> oscillèrent entre 7,2% et 7,5% pendant ces cinq années, avec une pointe de 7,8% en 2006.

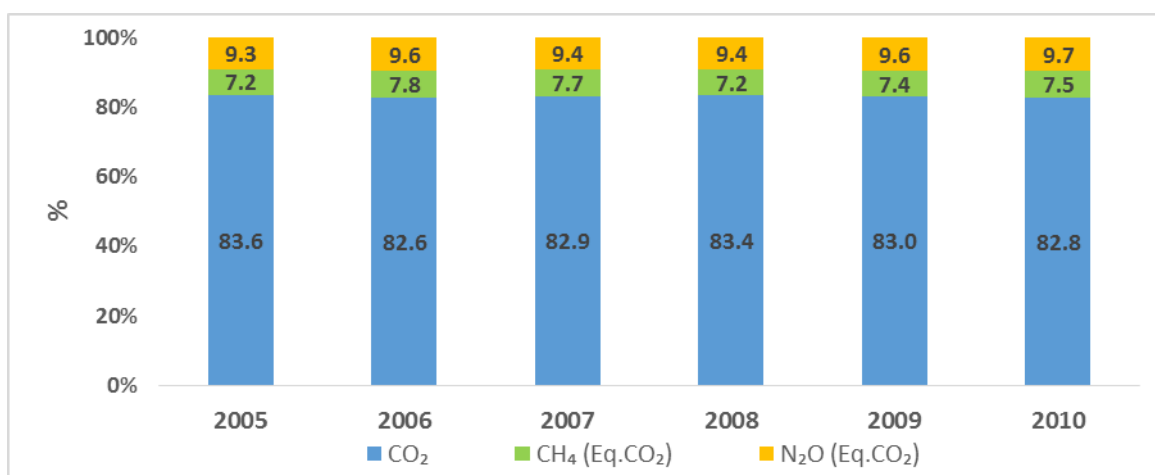
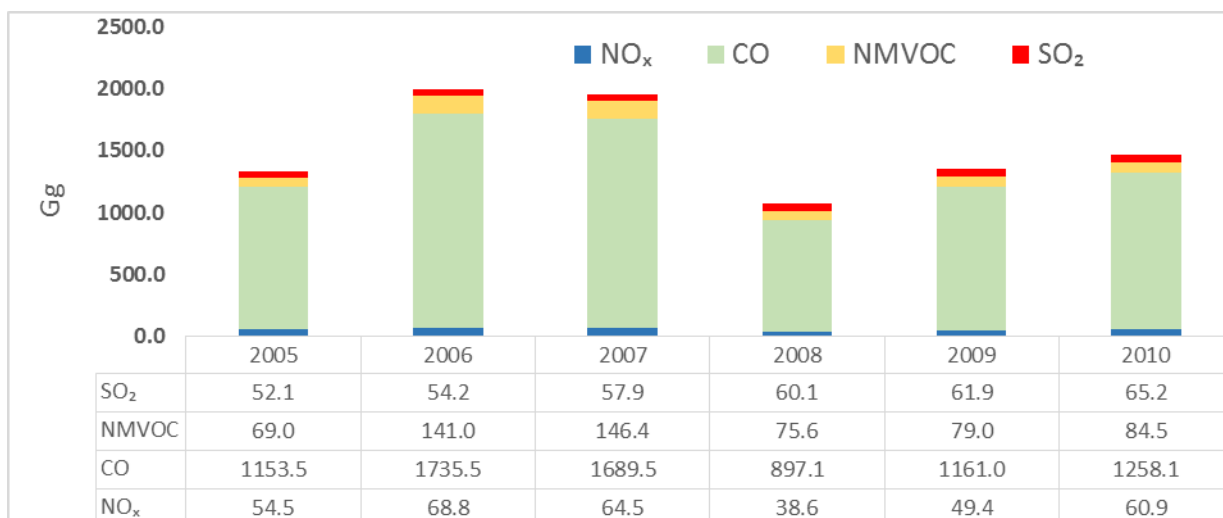


Figure 6 – Répartition des émissions (%) par GES (2005 – 2010)

Parmi les précurseurs ou GES indirect, le monoxyde de carbone (CO) reste le principal GES émis avec 1153,5 Gg en 2005 et 1258,1 Gg en 2010. Les composés organiques volatils non méthaniques (COVNM) et les oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>) varient entre 69,0 Gg et 84,5 Gg et 54,5 Gg et 60,9 Gg respectivement. Le SO<sub>2</sub> augmenta de 52,1 Gg en l'an 2005 pour atteindre 65,2 Gg en 2010. Les émissions des GES indirects sont présentées dans le tableau 9.

Tableau 9 – Émissions (Gg) de précurseurs de GES et de SO<sub>2</sub> (2005 – 2010)



### Sommaire des résultats pour l'année de référence 2005

Afin de se conformer à la Décision 17 CP.8 de la Conférence des Parties à la CCNUCC, le sommaire des résultats après amendement est présenté dans ce chapitre IGES (tableau 10) pour refléter les Lignes Directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre – version révisée 1996 (GIEC, 1997) et des Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'utilisations des terres, changements d'affectation des terres et foresterie (GIEC, 2003), pour l'année de référence 2005. La série complète ainsi que les fichiers de calcul sont disponible auprès du Bureau National de Coordination des Changements Climatiques.

Tableau 10 – Sommaire des résultats d'inventaire de GES pour l'année de référence 2005

Catégories	Émissions CO <sub>2</sub>	Absorptions CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO	COVNM	SO <sub>2</sub>
Émissions et absorptions totales (avec UTCAF)	123 991,3	-280 254,0	508,1	44,3	54,5	1153,5	69,0	52,1
Émissions et absorptions totales (sans UTCAF)	1919,0	0,0	499,4	43,7	30,1	764,6	69,0	52,1
<b>1. ENERGIE</b>	<b>1698,0</b>	<b>0,0</b>	<b>33,1</b>	<b>0,6</b>	<b>28,4</b>	<b>675,1</b>	<b>67,8</b>	<b>51,9</b>
<b>A. Combustion</b>	<b>1698,0</b>	<b>0,0</b>	<b>33,1</b>	<b>0,6</b>	<b>28,4</b>	<b>675,1</b>	<b>67,8</b>	<b>51,9</b>
1. Industries énergétiques	275,3	0,0	1,7	0,2	6,4	56,2	2,8	18,5
2. Industries manufacturières et constructions	367,0	0,0	0,3	0,0	1,5	10,4	0,3	1,8
3. Transport	941,2	0,0	0,1	0,0	9,4	36,5	7,0	1,3
4. Autres secteurs	114,6	0,0	31,1	0,4	11,1	572,0	57,7	30,3
a. Commercial et institutionnel	11,8		7,2	0,1	2,5	133,9	13,2	
b. Résidentiel	93,7		23,9	0,3	8,5	438,0	44,5	
c. Agriculture / foresterie / pêche	9,1		0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	
<b>B. Émissions fugitives</b>								
1. Combustibles solides								
2. Pétrole et GES naturel								
<b>2. PROCÉDES INDUSTRIELS</b>	<b>221,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>1,3</b>	<b>0,2</b>
<b>A. Produits minéraux</b>	221,0							0,1
<b>B. Industrie chimique</b>								0,0
<b>C. Métallurgie</b>								
<b>D. Autres productions</b>					0,0	0,0	1,3	0,0
<b>E. Production d'hydrocarbures halogènes et d'hexafluorure de soufre</b>								
<b>F. Consommation d'hydrocarbures halogènes et d'hexafluorure de soufre</b>								
<b>3. UTILISATION DE SOLVANTS ET AUTRES PRODUITS</b>								
<b>4. AGRICULTURE</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>451,0</b>	<b>42,9</b>	<b>1,6</b>	<b>89,5</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
<b>A. Fermentation entérique</b>			318,3					
<b>B. Gestion du fumier</b>			11,9	14,9				
<b>C. Riziculture</b>			117,4					
<b>D. Sols agricoles</b>				27,9				
<b>E. Brulage dirigés des savanes</b>			3,3	0,0	1,5	86,4		
<b>F. Brulage des résidus agricoles</b>			0,1	0,0	0,2	3,1		

Catégories	Émissions CO <sub>2</sub>	Absorptions CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO	COVNM	SO <sub>2</sub>
<b>5. UTCAF</b>	<b>122 072,3</b>	<b>-280 254,0</b>	<b>8,7</b>	<b>0,6</b>	<b>24,5</b>	<b>388,9</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
<b>A. Terres forestières</b>	0,0	-171 516,3	1,0	0,0	0,2	27,9		
1. Terres forestières restant terres forestières		-170 989,6	0,8	0,0	0,2	22,7		
2. Terres converties en terres forestières		-526,6	0,2	0,0	0,0	5,2		
<b>B. Terres cultivées</b>	122 040,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
1. Terres cultivées restant terres cultivées	121 544,2			0,0				
2. Terres converties en terres cultivées	495,9			0,0				
<b>C. Prairies</b>	0,0	-95 584,7	7,6	0,6	24,2	361,0		
1. Prairies restant prairies		-95 584,7	7,6	0,6	24,2	361,0		
2. Terres converties en prairies			0,0	0,0	0,0	0,0		
<b>D. Zones humides</b>	0,0	-13,5	0,1	0,0	0,0	0,0		
1. Zones humides restant zones humides		-13,5	0,1	0,0	0,0	0,0		
2. Terres converties en zones humides			0,0	0,0	0,0	0,0		
<b>E. Établissements</b>	32,2	-13 139,6	0,0	0,0	0,0	0,0		
1. Établissements restant établissements		-13 139,6	0,0	0,0	0,0	0,0		
2. Terres converties en établissements	32,2		0,0	0,0	0,0	0,0		
<b>F. Autres terres</b>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
1. Autres terres restant autres terres			0,0	0,0	0,0	0,0		
2. Terres converties en autres terres			0,0	0,0	0,0	0,0		
<b>6. DECHETS</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>15,2</b>	<b>0,2</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
<b>A. Mise en décharge des déchets solides</b>			14,0					
<b>B. Traitement des eaux usées</b>			1,3	0,2				
<b>C. Incinération des déchets</b>								
<b>Pour mémoire</b>								
Soutes aériennes et maritimes internationales	99,9	0,0	0,0	0,0	1,0	0,5	0,1	0,0
Soute aérienne internationale	77,4		0,0	0,0	0,3	0,1	0,1	0,0
Soute maritime internationale	22,4		0,0	0,0	0,7	0,4	0,1	0,0
Émissions provenant de la Biomasse	18 298,9							

## 2.9. Contrôle Qualité / Assurance Qualité (CQ/AQ)

Le processus CQ/AQ a été mis en œuvre pour la première fois dans le but d'améliorer la qualité de l'inventaire. Ce processus requiert des ressources et une expertise très douées, ainsi qu'une entité indépendante. Par conséquent, Madagascar a eu recours à un consultant international pour cet exercice.

Les procédures recommandées dans le *Guide de Bonnes Pratiques 2000* du GIEC (IPCC, 2000) ont été adoptées et utilisées conformément aux capacités humaines, techniques et financières disponibles. Les principales étapes du CQ ont consisté en une vérification que :

- les hypothèses et critères de sélection des données sur les activités et les facteurs d'émission sont correctes ;
- il n'y a pas d'erreur de transcription dans les entrées de données ;
- les émissions sont calculées correctement ;
- les unités d'émission et les facteurs de conversion sont appropriés ;
- la cohérence existe pour les données entre les catégories de source et les années ;
- le mouvement des données d'inventaires entre les phases de traitement est correct ; et
- l'exhaustivité est vérifiée.

Conformément aux recommandations du *Guide de Bonnes Pratiques* (IPCC, 2000), l'AQ a été confiée à une tierce personne qui n'a pas participé à la préparation de l'inventaire, un expert international dans le cas courant. Les procédures AQ, basées sur ce *Guide de Bonnes Pratiques*, complémentaires au CQ de Niveau 1, ont été appliquées et l'inventaire a été examiné dans sa totalité. Toutes les étapes de la compilation de l'inventaire ont été vérifiées pour l'année de référence 2005. Les compilations des années 2006 à 2010 ont été vérifiées pour leurs conformités avec celles de l'année 2005, tout particulièrement les problèmes identifiés ; et les manquements corrigés pour s'assurer de la qualité en éliminant les erreurs qui avaient été répétées.

## 2.10. Exhaustivité

Une formation sur l'IGES, assuré par un consultant international, a précédé la compilation de l'inventaire national de GES. Le formateur a identifié les lacunes et les données manquantes de l'IGES de la Deuxième Communication Nationale et a apporté les alternatives y afférentes, permettant ainsi d'améliorer l'inventaire, notamment en matière d'identification des catégories de sources et des GES. Ce renforcement des capacités a ainsi permis aux experts nationaux de prendre en compte tous les sources/puits et les GES émis à Madagascar, tout en respectant la Ligne Directrice Révisée de 1996 et les Guides de Bonnes Pratiques (2000 ; 2003) du GIEC. Les résultats d'exhaustivité sont présentés dans le tableau 11.

Tableau 11 – Exhaustivité de l'inventaire (2005 – 2010)

Catégories	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO	COVNM	SO <sub>2</sub>
<b>1. ENERGIE</b>	X	X	X	X	X	X	X
<b>A. Combustion</b>	X	X	X	X	X	X	X
<b>1. Industries énergétiques</b>	X	X	X	X	X	X	X
<b>2. Industries manufacturières et constructions</b>	X	X	X	X	X	X	X
<b>3. Transport</b>	X	X	X	X	X	X	X
<b>4. Autres secteurs</b>	X	X	X	X	X	X	X
a. Secteur commercial et institutionnel	X	X	X	X	X	X	NE

Catégories	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO	COVNM	SO <sub>2</sub>
b. Secteur résidentiel	X	X	X	X	X	X	NE
c. Agriculture/foresterie/pêche	X	X	X	X	X	X	NE
<b>B. Émissions fugitives des combustibles</b>	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1. Combustibles solides	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2. Pétrole et GES naturel	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
<b>2. PROCÉDES INDUSTRIELS</b>	X	X	NO	X	X	X	X
A. Produits minéraux	X	NA	NA	NA	NA	NA	X
B. Industrie chimique	NO	NO	NO	NO	NO	NA	X
C. Métallurgie	NO	NO	NO	NO	NO	NA	NO
D. Autre production	NO	NO	NO	X	X	X	X
E. Production d'hydrocarbures halogènes et d'hexafluorure de soufre	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
F. Consommation d'hydrocarbures halogènes et d'hexafluorure de soufre	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
G. Autre (veuillez spécifier)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
<b>3. UTILISATION DE SOLVANTS ET D'AUTRES PRODUITS</b>	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
<b>4. AGRICULTURE</b>	NA	X	X	X	X	NA	NA
A. Fermentation entérique	NA	X	NA	NA	NA	NA	NA
B. Gestion de fumier	NA	X	X	NA	NA	NA	NA
C. Riziculture	NA	X	NA	NA	NA	NA	NA
D. Sols agricoles	NA	NA	X	NA	NA	NA	NA
E. Brulage dirigés des savanes	NA	X	X	X	X	NA	NA
F. Brulages des résidus agricoles	NA	X	X	X	X	NA	NA
G. Autre (veuillez spécifier)	NO	NO	NO	NO	NO	NA	NA
<b>5. UTCAF</b>	X	X	X	X	X	NA	NA
A Terres forestières	NA	X	X	X	X	NA	NA
B. Terres cultivées	X	NE	X	NE	NE	NA	NA
C. Prairies	NA	X	X	X	X	NA	NA
D. Zones humides	NA	X	NE	NE	NE	NA	NA
E. Établissements	X	NE	NE	NE	NE	NA	NA
F. Autres terres	NE	NE	NE	NE	NE	NA	NA
<b>6. Déchets</b>	NE	X	X	NE	NE	NE	NE
A. Mise en décharge des déchets solides	NO	X	NA	NA	NA	NE	NO
B. Traitement des eaux usées	NO	X	X	NA	NA	NA	NA
C. Incinération des déchets	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
D. Autre (veuillez spécifier)	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
<b>Note:</b>							
Combustibles de soute utilisés dans les transports internationaux							
Transport aériens	X	X	X	X	X	X	X
Transport maritimes	X	X	X	X	X	X	X
Émissions de CO <sub>2</sub> provenant de la Biomasse	X	NA	NA	NA	NA	NA	NA

X = Estimé ; NA = Non Applicable ; NO = Ne se produit pas ; NE = Non estimé.

## 2.11. Incertitudes

Lors de la collecte des données, les experts nationaux en IGES ont demandé aux départements qui ont fourni les données, les informations sur les incertitudes relatives aux activités. Malgré les efforts déployés vis-à-vis de cette rubrique, les informations recueillies ne permettaient pas aux experts de quantifier les incertitudes associées aux données sur les activités émettrices. Il faut signaler qu'à défaut de facteurs d'émissions propres au pays, les experts ont utilisé les valeurs les plus proches de la réalité du pays contenues dans les Lignes Directrices du GIEC. Considérant le manque de capacité, une analyse d'incertitude de quantification du niveau d'incertitude n'a pas été faite lors de cet inventaire.

## 2.12. Analyse de sources clés

Les catégories de sources clés sont les catégories prioritaires de l'inventaire national de GES car leurs contributions ont un effet significatif sur l'IGES d'un pays, surtout pour ce qui est du niveau absolu des émissions et de la tendance des émissions (GIEC 2000). L'analyse de niveau a été faite pour l'année de référence 2005 et l'année courante 2010 en utilisant l'approche 1. Cette approche utilise les résultats compilés des inventaires. Étant donné que l'inventaire a été réalisé sur une série d'années, une analyse de sources clés, pour la tendance en adoptant l'approche 1, a ensuite été effectuée. Les résultats de ces analyses des sources clés, incluant les émissions et les puits du secteur UTCAF, sont présentés dans les tableaux 2.7 à 2.9, sur lesquels apparaissent cinq sources clés pour l'année de référence 2005 dont quatre du secteur UTCAF et le dernier du secteur Agriculture (tableau 12).

**Tableau 12 – Analyse de sources clés pour l'année de base 2005 – Approche 1 Analyse de niveau**

Source clés - Analyse de niveau Approche 1	Émissions Année de Base 2005 (Gg Eq.CO <sub>2</sub> )	Somme Cumulée (%)
5A1 – Terres forestières restant terres forestières (Absorptions) – CO <sub>2</sub>	-170 989,61	39,9
5B1 – Terres cultivées restant terres cultivées (Émissions) – CO <sub>2</sub>	121 544,20	68,2
5C1 – Prairies restant prairies (Absorptions) – CO <sub>2</sub>	-95 584,73	90,5
5E1 – Établissements restant établissements (Absorptions) – CO <sub>2</sub>	-13 139,55	93,6
4D – Sols agricoles – N <sub>2</sub> O	8659,91	95,6

La situation évolue de l'année de référence 2005 à l'année courante 2010. Cette liste de source clés s'allonge avec une source de plus du secteur Agriculture (tableau 13).

**Tableau 13 – Analyse de source clés pour l'année courante 2010 – Approche 1 Analyse de niveau**

Source clés – Analyse de niveau Approche 1	Émissions courante (Gg Eq.CO <sub>2</sub> )	Année 2010	Somme cumulée (%)
5B1 – Terres cultivées restant terres cultivées (Émissions) – CO <sub>2</sub>	122 796,25		33,0
5A1 – Terres forestières restant terres forestières (Absorptions) – CO <sub>2</sub>	-111 046,77		62,9
5C1 – Prairies restant prairies (Absorptions) – CO <sub>2</sub>	-95 584,73		88,6
5E1 – Établissements restant établissements (Absorptions) – CO <sub>2</sub>	-13 139,55		92,1
4D – Sols agricoles – N <sub>2</sub> O	9251,28		94,6
4A – Fermentation entérique – CH <sub>4</sub>	6981,54		96,5

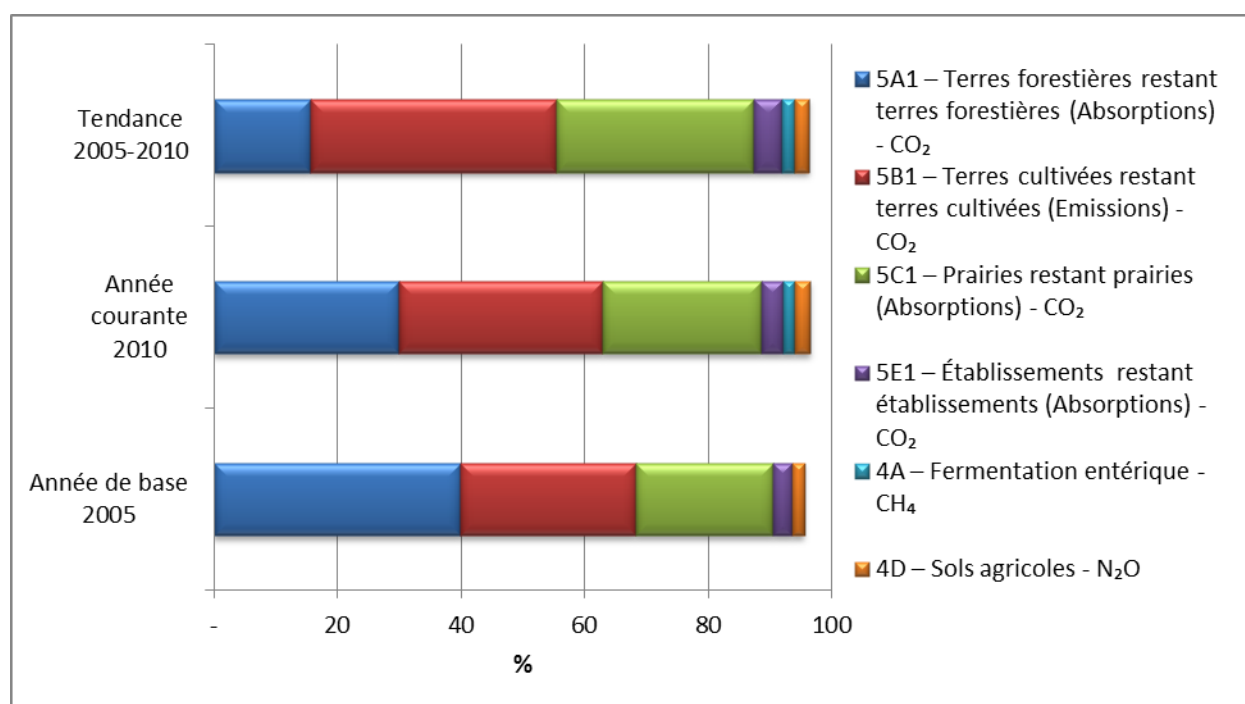
L'analyse des tendances confirme le changement observé de l'analyse de niveau de 2005 et de 2010. Les résultats (tableau 14) sont identiques à ceux obtenus pour l'analyse de niveau de l'année courante mais l'ordre d'importance change. Ceci reflète le changement dans les activités du pays et servira à

concentrer les efforts pour l'atténuation et l'allocation des ressources pour la compilation du prochain inventaire de GES.

**Tableau 14 – Analyse de source clés (2005 – 2010) – Approche 1 Analyse de tendance**

Source clés – Analyse de tendance Approche 1	Émissions courante (Gg Eq.CO <sub>2</sub> )	Année 2010 Somme Cumulée (%)
5B1 – Terres cultivées restant terres cultivées (Émissions) – CO <sub>2</sub>	122 796,25	39,8
5C1 – Prairies restant prairies (Absorptions) – CO <sub>2</sub>	-95 584,73	71,8
5A1 – Terres forestières restant terres forestières (Absorptions) – CO <sub>2</sub>	-111 046,77	87,4
5E1 – Établissements restant établissements (Absorptions) – CO <sub>2</sub>	-13 139,55	91,8
4D – Sols agricoles – N <sub>2</sub> O	9251,28	94,2
4A – Fermentation entérique – CH <sub>4</sub>	6981,54	96,3

Les résultats des trois analyses de sources clés sont repris dans la figure 7 afin de mieux les visualiser et aussi les comparer. Ainsi, l'on peut très bien voir le changement qui s'est opéré dans les activités anthropiques pendant la période 2005 à 2010 suivant l'évolution de la situation socio-économique et le développement du pays. Ces analyses seront d'une importance capitale pour l'analyse d'atténuation.



**Figure 7. Résultats des analyses de sources clés pour la période d'IGES**

### 2.13. Archivage

Conformément aux bonnes pratiques, les équipes sectorielles ont documenté et archivé toutes les informations nécessaires à la compilation des estimations des inventaires nationaux d'émissions et de puits de GES. Toutes les données brutes et traitées sont regroupées et stockées au niveau du Service de Gestion des Bases de Données Climatiques au sein du Bureau National de Coordination des Changements Climatiques du Ministère chargé de l'Environnement.



---

## 2.14. Contraintes, besoins et lacunes

Madagascar, étant un Pays Moins Avancé, fait face à de multiples contraintes, incluant une insuffisance marquée des capacités dans divers domaines liés à la compilation des informations relatives à l'IGES. Les problèmes saillants rencontrés ont été :

- L'absence d'un système de compilation d'information bien structuré pour les différentes étapes du cycle d'inventaire ;
- Le non-respect des normes requises pour les besoins de compilation d'un IGES dans la présentation de toutes les données d'activités ;
- La non-disponibilité d'une bonne partie des données désagrégées, car non recueillies à temps pour ce besoin spécifique ;
- La non-fiabilité des données, entre autres sur la biomasse, le bois prélevé, les charbon produits et consommés qui ont ainsi dû être générées à partir des statistiques socio-économiques ou des résultats d'enquête disponible ;
- L'absence d'une équipe dédiée, à cause des moyens limités, pour collecter les données sur les déchets solides et les eaux usées, qui ont été ainsi générées à partir des informations de l'INSTAT ;
- La non-représentativité des facteurs d'émissions du GIEC qui n'étaient pas toujours évidente par rapport aux circonstances nationales ; et
- Le manque de capacités techniques, humaines et financières, qui a été constamment ressenti même si un programme de renforcement des capacités fut mise en place.

## 2.15. Plan d'amélioration national des inventaires

Considérant les principales contraintes, besoins et défis, un programme d'amélioration a été identifié pour être mise en place lors du prochain exercice de compilation des inventaires pour les rapports de la CCNUCC. Ce programme est encore restrictif, à l'égard du nombre très important des améliorations nécessaires. Les principaux axes d'intervention sont :

- Le renforcement des arrangements institutionnels et du système de gestion d'inventaire ;
- Un ambitieux programme de renforcement des capacités ;
- Une meilleure collecte des données d'activités incluant le contrôle-qualité, la validation et l'archivage ;
- La mise en place d'un système national AQ/CQ pour améliorer la qualité des inventaires ;
- La révision des cartes d'affectation des terres, afin de disposer d'information plus précises pour le secteur UTCAF ; et
- L'amélioration et le développement des facteurs d'émissions dans les cas où les facteurs par défaut du GIEC sont les plus inappropriés.

## 2.16. Rapport sectoriel

### Énergie

Madagascar consomme des combustibles fossiles importés et ce sont ces combustibles qui ont été recensées pour l'établissement de la balance énergétique nationale. C'est ces mêmes données qui ont été ensuite utilisées dans le logiciel de la CCNUCC pour estimer les émissions. Les données de la biomasse ont été obtenues de diverses sources : Direction Générale des Forêts, Institut National de la Statistique, etc., ou encore à partir des analyses faites pour générer les données manquantes. Toutes les sources et catégories du GIEC ont été couvertes. Les estimations par l'approche de référence et

l'approche sectorielle ont été effectuées et comparées. Les sources internationales ont été aussi prises en considération et les émissions estimées dans les deux cas.

Les consommations par source d'énergie et leur origine sont présentées dans les tableaux 15 et 16. En moyenne, ces consommations d'énergie augmentent avec un taux de 4,6% par an entre 2005 et 2010, de 4680,0 kilotonnes d'équivalent pétrole (ktep) en 2005 à 5763,2 ktep en 2010. Dans l'ensemble, la consommation du charbon de bois, de la biomasse, de l'huile résiduelle et du charbon minéral augmentent au niveau national ; tandis que celles de l'essence et du kérosène baissent, probablement à cause de la stagnation du développement économique résultant d'une situation politique difficile entre 2008 et 2010.

**Tableau 15 – Consommations par source d'énergie (en ktep) (2005 – 2010)**

Source d'énergie	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Essence	88,0	80,4	85,7	82,2	82,2	83,6
Kérosène	52,0	53,6	54,0	54,6	37,5	49,5
Autre Kérosène	34,0	32,7	35,0	34,4	37,0	42,3
Diesel	354,3	351,5	359,6	364,9	336,6	338,9
Huile résiduelle	27,1	23,7	28,7	57,5	62,6	84,4
GPL	8,8	7,5	8,0	7,7	7,4	7,7
Charbon minéral	10,2	11,2	12,2	13,2	14,2	15,2
Lubrifiants	37,6	6,1	6,4	12,8	6,9	21,8
Biomasse	3696,6	3844,6	4039,2	4260,3	4431,9	4666,9
Charbon de bois	371,3	396,7	432,6	469,1	454,5	453,0
<b>Total</b>	<b>4680,0</b>	<b>4808,1</b>	<b>5061,6</b>	<b>5356,8</b>	<b>5470,8</b>	<b>5763,2</b>

La biomasse, comprenant le bois et le charbon de bois, domine très largement la consommation énergétique du pays avec 86,9 à 89,3% (figure 8) pendant la période de 2005 à 2010. Les combustibles fossiles représentent environ 12%. En réalité, cette consommation est encore moindre car les énergies hydraulique et solaire n'ont pas été comptabilisées, faute de données fiables.

**Tableau 16 – Consommations d'énergie (en ktep) par source (2005 – 2010)**

Source	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Énergie fossile	612,0	566,7	589,7	627,4	584,4	643,3
Biomasse	4068,0	4241,4	4471,9	4729,3	4886,4	5119,9
Total	4680,0	4808,1	5061,6	5356,8	5470,8	5763,2

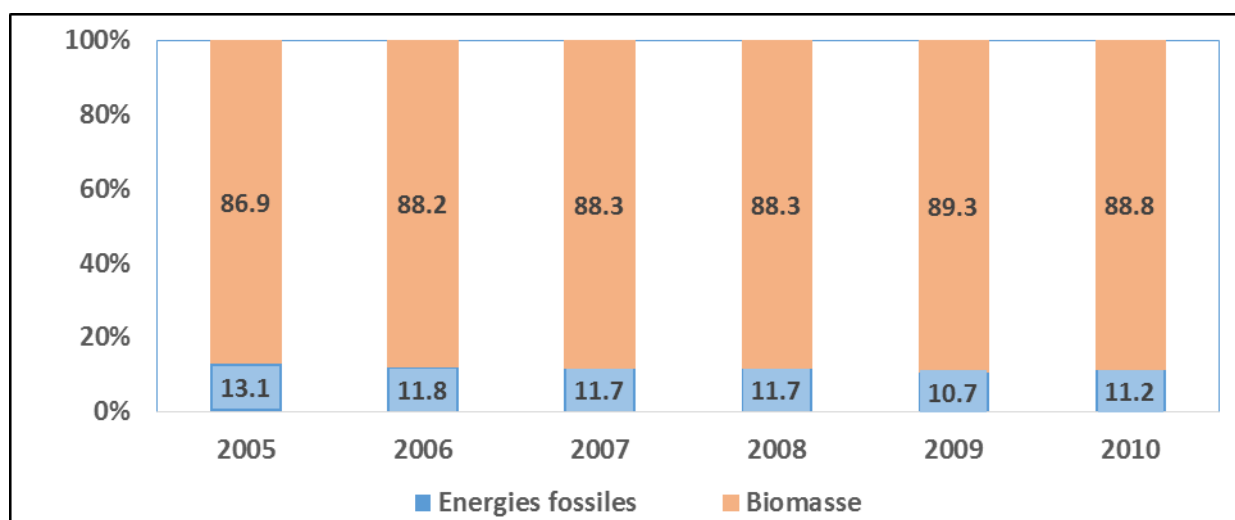


Figure 8 – Répartition de combustibles (%) en source fossiles et biomasse (2005 – 2010)

La consommation énergétique par secteur et sous-secteur, selon leurs disponibilités, est reprise dans le tableau 17. Le sous-secteur Résidentiel reste le plus gros utilisateur d'énergie du pays pendant la période 2005 à 2010, suivi par les Industries énergétiques. Ces deux catégories se partagent les trois quarts de la consommation nationale avec un peu plus de 4000 ktep sur les 5400 ktep recensées au niveau national en 2010. De ce qui reste, c'est le sous-secteur Commerce et services qui domine avec plus de 900 ktep en 2010 et les sous-secteurs Transport, et Industries manufacturières et de la Construction, responsables respectivement de presque 330 ktep chacun pour la même année. La catégorie combinant l'Agriculture, la Pêche et la Foresterie arrive en dernier avec seulement 3,4 ktep en 2010.

Tableau 17 – Consommation d'énergie (ktep) par secteur (2005 – 2010)

Secteur	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Industries énergétiques	1431,9	1528,5	1651,0	1792,9	1728,3	1748,9
Industrie manufacturières et constructions	272,4	258,7	262,0	268,7	301,1	330,1
Transport nationale	327,3	293,1	313,6	325,7	306,4	335,3
Commerciale et service	606,4	627,4	655,1	693,6	793,2	926,9
Résidentiel	2019,8	2083,7	2158,2	2239,7	2308,8	2385,1
Agriculture/foresterie/pêche	3,1	2,9	3,0	3,1	3,2	3,4
Soutes internationales	35,0	33,1	36,0	42,4	31,8	37,0
<b>Total</b>	<b>4695,8</b>	<b>4827,4</b>	<b>5079,0</b>	<b>5366,1</b>	<b>5472,8</b>	<b>5766,6</b>

Le décompte en pourcentage de la consommation énergétique nationale par secteur est présenté dans la figure 9. Le sous-secteur Résidentiel est le plus gros consommateur avec 43,3% en 2005, suivi des Industries énergétiques avec 30,7%. Viennent ensuite le Commerce et services avec 13,0%, le Transport national avec 7,0%, les Industries manufacturières et de la Construction pour 5,8%. L'agriculture, la Pêche et la Foresterie consomment moins de 1% de la consommation nationale

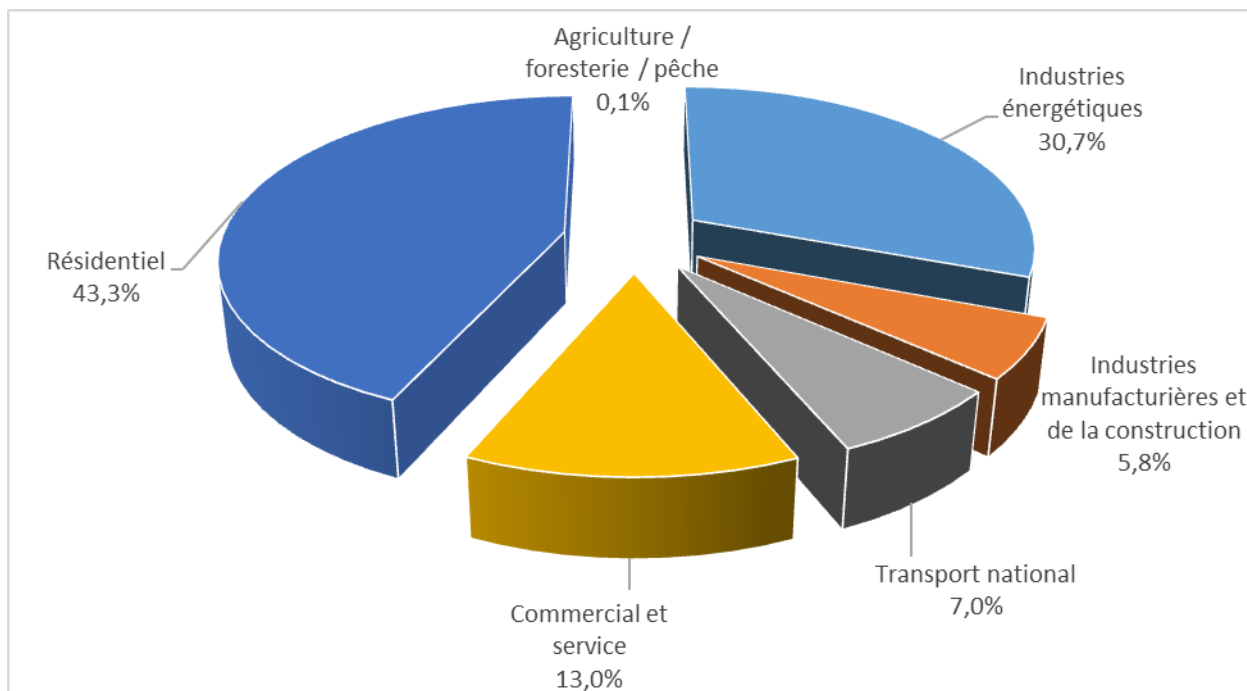


Figure 9 – Consommation d'énergie par secteur en 2005.

### 1.A. Combustion d'énergie

#### 1.A.1 – Industries Énergétiques

Cette catégorie comprend la production d'électricité à partir de combustibles fossiles liquides et solides. La quantité consommée n'est pas très conséquente car le pays génère une bonne partie de son électricité à travers l'hydraulique. De plus, le taux d'électrification reste faible et les ménages consomment d'autres sources d'énergie pour satisfaire ses besoins.

#### 1.A.2 – Manufacturières et construction

Le sous-secteur Manufacturières et construction n'utilise pas, lui aussi, de quantité massive de combustibles fossiles en raison du faible niveau d'industrialisation du pays. De plus, le secteur de la Construction n'est pas très développé technologiquement, avec majoritairement une population rurale qui construit des logements généralement très simples.

#### 1.A.3 – Transport

Cette catégorie comprend l'Aviation domestique, la Route, le Chemin de fer et la Navigation nationale. Les quatre sous-catégories ont été inventoriées ainsi que les soutes internationales.

#### 1.A.4 – Autres secteurs

Cette catégorie comprend les activités liées aux Activités commerciales et institutionnelles, Résidentielles, et agricoles, Forestières et Pêche combinées. La sous-catégorie Résidentielle est le plus gros consommateur d'énergie qui est principalement de la biomasse et non les énergies de sources fossiles. Les autres sous-catégories demeurent des utilisateurs de faible volume, compte tenu de l'état de développement du pays.

### Pour Mémoire

Les soutes internationales couvrent l'Aviation et la navigation. Les combustibles utilisés dans ces activités ont été comptabilisés et rapportés dans cet inventaire comme requis par la ligne directrice du GIEC.

### **Méthodologies**

Il est chose courante d'estimer les émissions du secteur Énergie par l'approche de référence et l'approche sectorielle. Ces deux approches ont été adoptées lors de cet inventaire. L'approche de référence, de haut vers le bas, a été travaillée à partir des données d'import-export, de production et de mouvement de stock. L'approche sectorielle de bas vers le haut comprend l'utilisation de données désagrégées sur les quantités de combustibles brûlées durant les activités des sources d'émissions couplées avec les facteurs de conversion et d'émissions du GIEC. L'approche sectorielle a couvert toutes les catégories sources d'émission du GIEC qui se pratique dans le pays.

Les équations de base utilisées pour les estimations de GES sont les suivantes :

$$(i) \text{ Émissions de CO}_2 = \Sigma (\text{Combustible consommé } j \bullet \text{ Facteur de Conversion (TJ/unit)} \bullet \text{ Facteur d'Émission } j \text{ (t C/TJ)} - \text{Carbone Stocké} \bullet \text{ Fraction Oxydée } j \bullet 44/12).$$

$$(ii) \text{ Émissions Non- CO}_2 = \Sigma (\text{Combustible consommé } j \bullet \text{ Facteur d'Émission } j)$$

Ou : j est le type de combustible.

### **Estimation des émissions**

#### Approche de référence

##### *Comparaison de l'approche sectorielle (AS) avec l'approche de référence (AR)*

Les émissions de CO<sub>2</sub> obtenues à partir des deux approches se comparent très bien (tableau 18) avec une différence de moins de 1% entre les deux. Les estimations obtenues par l'approche sectorielle sont légèrement plus élevées à travers toutes les années mais la différence reste toutefois très consistante.

**Tableau 18 – Comparaison des Approches de Référence et Sectorielle (Gg CO<sub>2</sub>) (2005 – 2010)**

Type d'approche	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Approche de référence	1684,1	1591,3	1636,2	1733,2	1644,1	1848,7
Approche sectorielle	1698,0	1604,5	1649,3	1746,4	1657,2	1861,9
Différence (%)	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,7

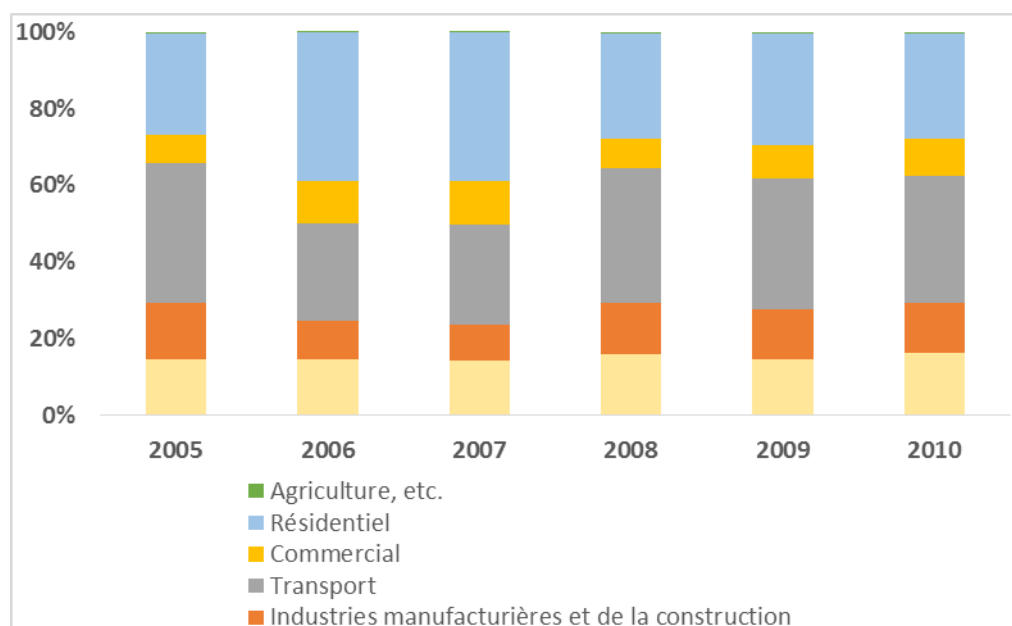
#### Approche sectorielle

Les émissions totales émanant du secteur Énergie sont présentées dans le tableau 19, tandis que la part des émissions par catégorie est dans la figure 10 ci-dessous pour la période 2005 à 2010. Les émissions agrégées sont de 2594,3 Gg Eq.CO<sub>2</sub> en l'an 2005 et augmentèrent pour atteindre 2991,5 Gg Eq.CO<sub>2</sub> en 2010.

**Tableau 19 – Émissions agrégées des activités de Combustion (Gg Eq.CO<sub>2</sub>) (2005 – 2010)**

Activités	2005	2006	2007	2008	2009	2010
A. Combustion	2594,3	3499,2	3623,2	2757,2	2719,0	2991,5
Industries énergétiques	381,1	516,9	515,3	441,3	401,4	486,1
Industries manufacturières et de la construction	379,1	351,1	345,4	362,8	354,3	392,2
Transport	946,3	879,9	941,8	972,3	920,2	990,1
Autres secteurs – Commercial	190,0	389,8	411,2	215,4	242,0	286,9
Autres secteurs – Résidentiel	688,6	1352,7	1400,4	755,9	791,4	826,1
Autres secteurs – Agriculture, etc.	9,1	8,9	9,1	9,5	9,7	10,1

La figure 9 donne la contribution (%) des émissions par catégorie de chaque secteur pour la période 2005 à 2010. Les émissions variaient entre les années en fonction des activités socio-économiques du pays. Les sous-secteurs Transport national et Résidentiel contribuèrent à la majeure partie de ces émissions, entre 25 et 36%, et 26 et 39% pendant la période 2005 à 2010. Suivent ensuite, presque au même niveau, les sous-secteurs Industries énergétiques, Industries manufacturières et construction, avec des émissions variant entre 14,2 et 16,7%, et 9,5 à 14,6% respectivement. Le Commerce contribua entre 7,3 et 11,3% des émissions et les Déchets entre 0,3 et 0,4% seulement.



**Figure 10 – Contribution des émissions (%) par catégorie du secteur Énergie (2005 – 2010)**

Des trois GES directs émis dans le secteur Énergie, le CO<sub>2</sub> demeure le principal GES sur toutes les années, suivi du CH<sub>4</sub> et du N<sub>2</sub>O (tableau 20).

**Tableau 20 – Émissions de GES direct (Gg Eq.CO<sub>2</sub>) du secteur Énergie (2005 – 2010)**

Gaz	2005	2006	2007	2008	2009	2010
CO <sub>2</sub>	1698,0	1604,5	1649,3	1746,4	1657,2	1861,9
CH <sub>4</sub>	695,7	1465,6	1521,9	778,2	822,3	877,6
N <sub>2</sub> O	200,6	429,1	451,9	232,6	239,5	252,0

La tendance est pour une augmentation des trois GES de l'an 2005 à 2010 avec quand même une certaine variation à l'intérieur de cette période. Le CO<sub>2</sub> représenta entre 45,5 et 65,5% des émissions, le CH<sub>4</sub> entre 26,8 et 41,9% ; tandis que le N<sub>2</sub>O oscilla entre 7,7 et 12,5% (figure 11).

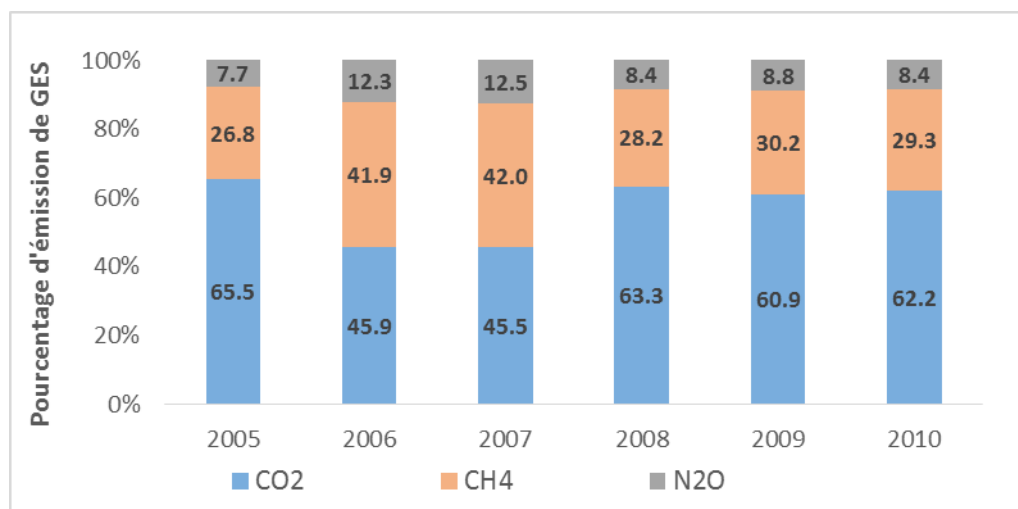


Figure 11 – Évolution des émissions (%) des GES direct (2005 – 2010)

Concernant les GES indirects ou précurseurs de GES, c'est le CO qui émane le plus des activités de combustion, suivi du COVNM et du NO<sub>x</sub>. Le CO varia entre 675,1 Gg et 1397,6 Gg, le COVNM entre 67,8 Gg et 144,9 Gg avec le NO<sub>x</sub> se retrouvant dans la fourchette 28,4 Gg à 48,9 Gg (tableau 21). Donc, il n'y pas de tendance réelle pendant la période sous analyse mais des résultats liés aux activités de combustion elle-même, en fonction des activités économiques.

Tableau 21 – Émissions de GES indirect et du SO<sub>2</sub> (Gg) du secteur Énergie (2005 – 2010)

Gaz	2005	2006	2007	2008	2009	2010
	28,4	46,5	48,9	31,8	31,7	33,4
CO	675,1	1339,5	1397,6	761,9	794,5	840,2
COVNM	67,8	139,6	144,9	74,0	78,4	83,8
SO <sub>2</sub>	51,9	53,9	56,6	59,8	61,6	65,1

C'est seulement le sommaire des résultats (tableau 22) provenant du logiciel de la CCNUCC, basés sur les *Lignes Directrices 1996 Révisées* du GIEC pour l'année de référence 2005, qui est présenté dans ce chapitre IGES, afin de se conformer aux recommandations de la CCNUCC. La série complète est disponible avec le BNCCC.

Tableau 22 – Sommaire des émissions (Gg) du secteur Énergie pour l'année de référence 2005

Catégories	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO	COVNM	SO <sub>2</sub>
<b>Énergie</b>	<b>1698,0</b>	<b>33,1</b>	<b>0,6</b>	<b>28,4</b>	<b>675,1</b>	<b>67,8</b>	<b>51,9</b>
<b>A. COMBUSTION</b>	<b>1698,0</b>	<b>33,1</b>	<b>0,6</b>	<b>28,4</b>	<b>675,1</b>	<b>67,8</b>	<b>51,9</b>
<b>1. Industries énergétiques</b>	<b>275,3</b>	1,7	0,2	6,4	56,2	2,8	18,5
<b>2. Industries manufacturières et de la construction</b>	367,0	0,3	0,0	1,5	10,4	0,3	1,8
<b>3. Transport</b>	941,2	0,1	0,0	9,4	36,5	7,0	1,3
a. Aviation domestique	78,0	0,0	0,0	0,3	0,1	0,1	
b. Route	788,5	0,1	0,0	7,6	35,4	6,7	
c. Chemin de fer	13,2	0,0	0,0	0,2	0,2	0,0	
d. Navigation nationale	61,4	0,0	0,0	1,3	0,8	0,2	
<b>4. Autres secteurs</b>	114,6	31,1	0,4	11,1	572,0	57,7	30,3
a. Commercial et institutionnel	11,8	7,2	0,1	2,5	133,9	13,2	
b. Résidentiel	93,7	23,9	0,3	8,5	438,0	44,5	
c. Agriculture / foresterie/ pêche	9,1	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	
<b>Pour mémoire</b>							
Soutes aériennes et maritimes internationales	99,9	0,0	0,0	1,0	0,5	0,1	0,0
Soute aérienne internationale	77,4	0,0	0,0	0,3	0,1	0,1	0,0
Soute maritime internationale	22,4	0,0	0,0	0,7	0,4	0,1	0,0
Émissions provenant de la Biomasse	18 298,9						

## Procédés industriels

### Description du secteur

Les émissions de GES du secteur Procédés Industriels correspondent aux émissions des GES issues des activités industrielles autres que la production énergétique. Le secteur PI est dominé par la production de ciment qui a généré plus de 99% des émissions totales produites par le secteur. Le reste des émissions provient des procédés agroalimentaires, principalement de la production des vins et des bières.

### Estimation des émissions

Le pays étant très peu industrialisé, les émissions ne sont pas conséquentes et proviennent de sources d'activité peu nombreuses. Les émissions, agrégées de GES directs du secteur PI, de l'ordre de 221,1 Gg Eq.CO<sub>2</sub> en 2005, ont augmenté jusqu'à 504,2 Gg Eq.CO<sub>2</sub> en 2008, pour ensuite chuter drastiquement à 196,1 Gg Eq.CO<sub>2</sub> en 2010 (tableau 23). Cette chute coïncida avec le remplacement d'une unité de production de ciment avec clinker sur les quatre en opération par une usine d'emballage seulement. Le CO<sub>2</sub> est le seul GES direct émis dans ce secteur, à plus de 99% de la production de ciment. Le reste provient de la fabrication de chaux.

En termes de GES indirects, le seul gaz émis dans la fabrication agro-industrielle, le COVNM, augmenta de 1,3 Gg en 2005 pour atteindre 1,6 Gg en 2008, puis se stabiliser ensuite à 0,7 Gg après (tableau 23).



Tableau 23 – Émissions agrégées (Gg Eq.CO<sub>2</sub>) et par GES et source (Gg) du secteur PI (2005 – 2010)

Sources	Gaz	2005	2006	2007	2008	2009	2010
<b>EMISSIONS TOTALES GES DIRECT</b>	Gg Eq. CO <sub>2</sub>	221,1	395,1	449,6	504,2	419,5	196,1
2. Procédés industriels	CO <sub>2</sub>	221,0	394,8	449,4	503,9	419,2	196,0
<b>A. Produits minéraux</b>	CO <sub>2</sub>	221,0	394,8	449,4	503,9	419,2	196,0
1. Production de ciment	CO <sub>2</sub>	217,0	390,3	444,2	498,1	414,4	188,1
2. Production de chaux	CO <sub>2</sub>	4,0	4,6	5,2	5,8	4,8	7,9
<b>GES INDIRECT</b>							
1. Production de ciment	SO <sub>2</sub>	0,1	0,2	0,3	0,3	0,3	0,1
<b>D. Autres production<sup>s</sup></b>	COVNM	1,3	1,4	1,5	1,6	0,7	0,7

\* Pâtes et papiers, et aliments et boissons

C'est seulement le sommaire des résultats (tableau 24), provenant du logiciel de la CCNUCC basé sur les Lignes Directrices 1996 Révisées du GIEC, au titre de l'année de référence 2005, qui est présenté dans ce chapitre IGES, afin de se conformer aux recommandations de la CCNUCC. La série complète est disponible avec le BNCCC.

Tableau 24 – Sommaire des émissions (Gg) du secteur PI pour l'année de référence 2005

Catégories	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO	COVNM	SO <sub>2</sub>
<b>2. PROCÉDES INDUSTRIELS</b>	<b>221,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>1,3</b>	<b>0,2</b>
<b>A. Produits minéraux</b>	221,0						0,2
1. Production de ciment	217,0						0,2
2. Production de chaux	4,0						
<b>B. Industrie chimique</b>							0,0
5. Autres							0,0
<b>C. Métallurgie</b>							
<b>D. Autre production</b>				0,0	0,0	1,3	0,0
1. Pâtes et papiers				0,0	0,0	0,0	0,0
2. Aliments et boissons						1,2	
<b>E. Production d'halo carbures et d'hexafluorure de soufre</b>							
<b>F. Consommation d'halo carbures et d'hexafluorure de soufre</b>							

## Agriculture

### Description du secteur

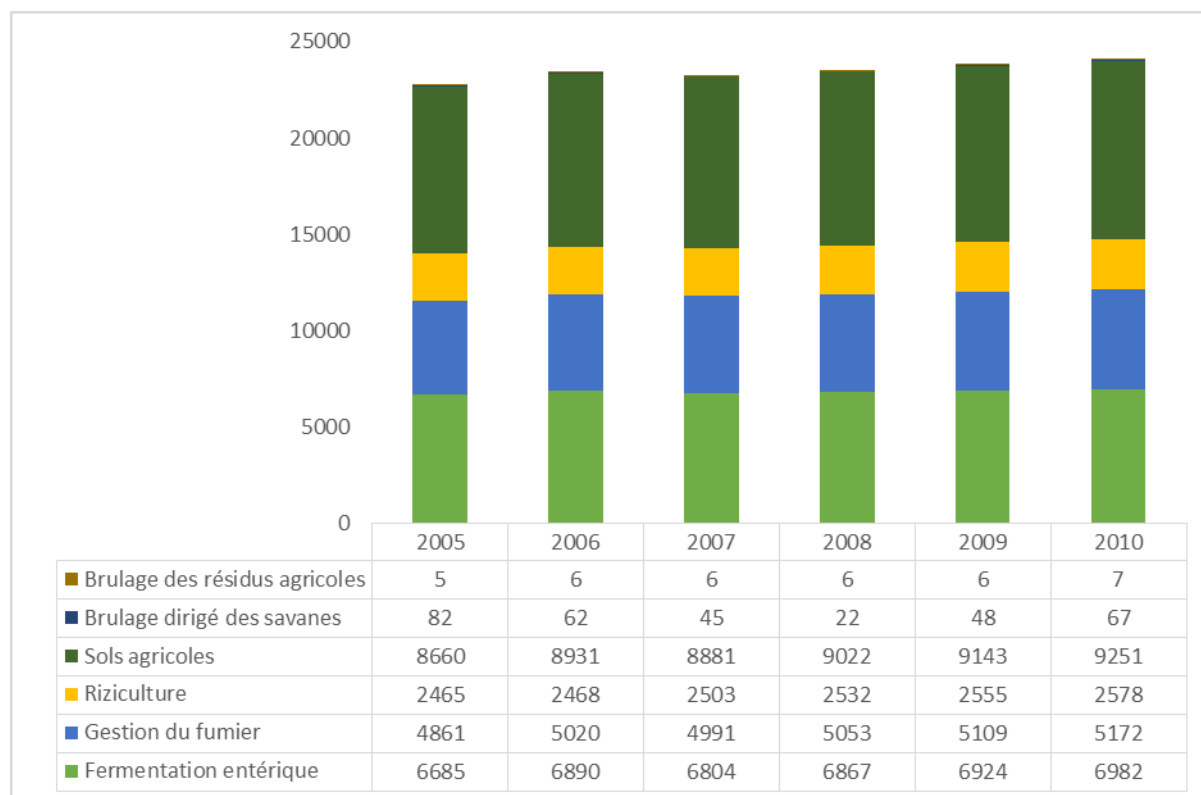
Le secteur Agriculture comprend les émissions provenant des cultures et de l'élevage. L'élevage, à travers la fermentation entérique et la gestion du fumier, combiné aux émissions des sols agricoles et de la culture du riz en paddy, sont les principaux contributeurs. Viennent ensuite, à des degrés bien moindres, les émissions provenant du brûlage dirigé des savanes et du brûlage des résidus agricoles.

### Estimations des émissions du secteur Agriculture

Les émissions totales agrégées du secteur Agriculture augmentent légèrement d'une année à l'autre pour démarrer à 22 756 Gg Eq.CO<sub>2</sub> en 2005, et atteindre 24 056 Gg Eq.CO<sub>2</sub> en 2010. Cela représente

une augmentation de 5,7% sur ces cinq années. Une même tendance est observée pour les émissions des sources suivantes : fermentation entérique ; gestion du fumier ; riziculture ; sols agricoles ; et brûlage des résidus agricoles. Par contre, les émissions issues du brûlage dirigé des savanes fluctuent entre 22 Gg Eq.CO<sub>2</sub> et 82 Gg Eq.CO<sub>2</sub>, du fait que la majorité des feux de brousses sont aléatoires. Ces résultats sont présentés dans le tableau 25.

**Tableau 25 – Émissions de GES (Gg Eq.CO<sub>2</sub>) par source du secteur Agriculture (2005 – 2010)**



Les émissions nationales par catégorie du secteur Agriculture sont présentées dans le tableau 26. Au sein de ce secteur, les principaux contributeurs sont, en ordre décroissant : les sols agricoles avec plus de 38% ; la fermentation entérique avec en moyenne 29,2% ; et la gestion du fumier à environ 21,5% de moyenne. La riziculture a contribué autour de 10,7%, tandis que le brûlage dirigé des savanes a émis 0,1% à 0,4%. Les émissions provenant du brûlage des résidus agricoles sont négligeables (moins de 0,1%).

**Tableau 26 – Contribution (%) par source d'activité du secteur Agriculture (2005 – 2010)**

Catégories	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Fermentation entérique	29,4	29,5	29,3	29,2	29,1	29,0
Gestion du fumier	21,4	21,5	21,5	21,5	21,5	21,5
Riziculture	10,8	10,6	10,8	10,8	10,7	10,7
Sols agricoles	38,1	38,2	38,2	38,4	38,4	38,5
Brûlage dirigé des savanes	0,4	0,3	0,2	0,1	0,2	0,3
Brûlage des résidus agricoles	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Pour le secteur élevage, les GES directs émis sont essentiellement le CH<sub>4</sub> et le N<sub>2</sub>O, tandis que les précurseurs sont le NO<sub>x</sub> et le CO qui proviennent d'activités de brûlage. Ces émissions sont reprises

dans le tableau 27 ci-dessous. De 2005 à 2010, les émissions des deux GES directs montraient une tendance vers une légère hausse de 451,0 Gg à 470,9 Gg pour le CH<sub>4</sub>, tandis que le N<sub>2</sub>O augmentait de 42,9 Gg à 45,7 Gg. Une variation est notée pour les GES indirects NO<sub>x</sub> et CO car elles sont directement liées au brûlage, elle-même d'origine aléatoire. Le NO<sub>x</sub> fluctua entre 0,6 Gg et 1,6 Gg et le CO entre 27,6 Gg et 89,5 Gg pour la période 2005 à 2010.

**Tableau 27 – Émissions agrégées de GES directs (Gg Eq.CO<sub>2</sub>) et indirects (Gg) du secteur Agriculture (2005 – 2010)**

Gaz	2005	2006	2007	2008	2009	2010
CH <sub>4</sub>	451,0	460,6	457,4	461,1	466,0	470,9
N <sub>2</sub> O	42,9	44,2	43,9	44,6	45,2	45,7
NO <sub>x</sub>	1,6	1,3	1,0	0,6	1,1	1,5
CO	89,5	69,6	51,0	27,6	54,5	75,1

Pour refléter les *Lignes Directrices 1996 Révisées* et du *Guide de Bonnes Pratiques 2003* du GIEC pour l'année de référence 2005, c'est seulement le sommaire des résultats provenant du logiciel de la CCNUCC après amendement qui est présenté dans le tableau 28. La série complète est disponible avec le BNCCC.

**Tableau 28 – Sommaire des émissions (Gg) du secteur Agriculture pour l'année de référence 2005.**

Catégories	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO	COVNM	SO <sub>2</sub>
<b>4. AGRICULTURE</b>	<b>451,0</b>	<b>42,9</b>	<b>1,6</b>	<b>89,5</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
<b>A. Fermentation entérique</b>	<b>318,3</b>					
A1. Bovins	307,5					
A3. Moutons	3,5					
A4. Caprins	6,1					
A6. Chevaux	0,0					
A7. Mulets	0,0					
A8. Porcs	1,2					
<b>B. Gestion du fumier</b>	<b>11,9</b>	<b>14,9</b>				
B1. Bovins	9,5					
B3. Ovins	0,1					
B4. Caprins	0,2					
B6. Chevaux	0,0					
B7. Mules et Anes						
B8. Porcins	1,5					
B9. Volailles	0,6					
B11. Systèmes liquides		0,0				
B12. Stockage solide		0,9				
B13. Autres		14,0				
<b>C. Riziculture</b>	<b>117,4</b>					
C1. Irriguée	28,5					
C2. Pluviale	88,9					
<b>D. Sols agricoles</b>		<b>27,9</b>				
<b>E. Brûlage dirigé des savanes</b>	<b>3,3</b>	<b>0,0</b>	<b>1,5</b>	<b>86,4</b>		
<b>F. Brûlage des résidus agricoles</b>	<b>0,1</b>	<b>0,0</b>	<b>0,2</b>	<b>3,1</b>		

---

## UTCAF

Conformément au *Guide de Bonnes Pratique 2003* pour le secteur UTCAF, le territoire de Madagascar a été hypothétiquement fractionné pour représenter les six classes d'occupation des terres du GIEC. Ainsi, la couverture territoriale a été complète et les six classes du GIEC ont été comptabilisées pour les changements d'affectation, dans le cadre de cet inventaire. L'occupation et les changements d'affectation des terres ont été obtenus à partir de cartes du sol dérivées d'images-satellite LandSat.

Les six classes sont :

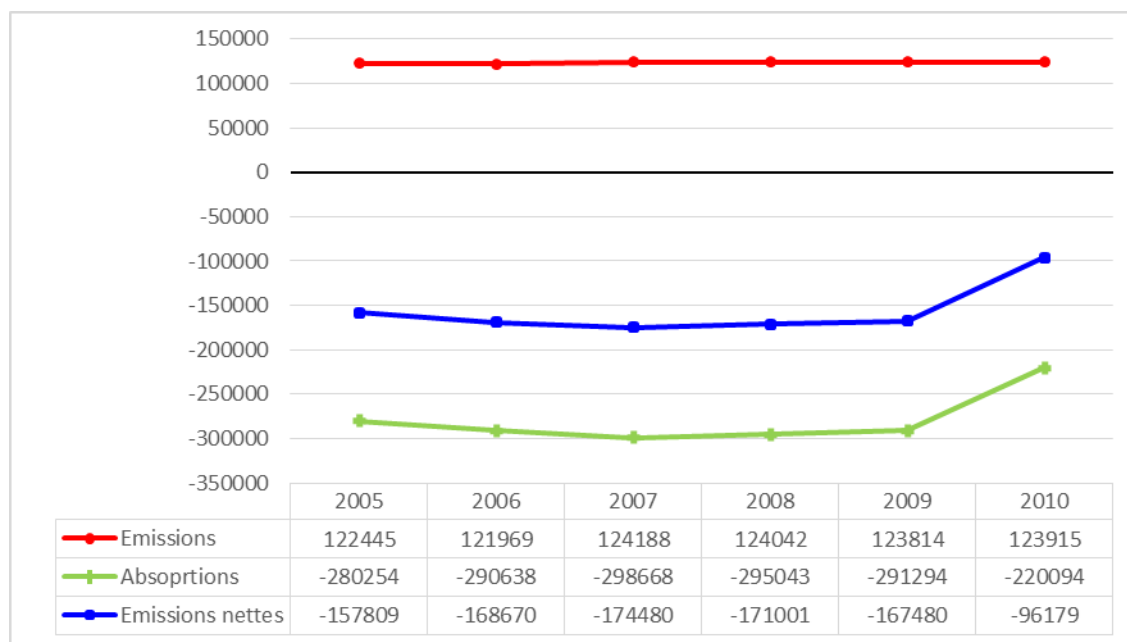
- Les Terres Forestières ;
- Les Terres Cultivées ;
- Les Prairies ;
- Les Zones Humides ;
- Les Établissements ; et
- Les Autres Terres.

Les estimations des émissions et des puits rattachées avec ces six classes de terres ont été comptabilisées suivant les *Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'utilisation des terres, changements d'affectation des terres et foresterie (GIEC, 2003)*. Un « *mapping back* » a ensuite été effectué pour la présentation des résultats conformément au tableau prescrit pour les *Lignes Directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre – version révisée 1996 (GIEC, 1997)*.

### Émissions et puits du secteur UTCAF

Entre 2005 et 2010, Madagascar est resté un puits net de GES. Les émissions du secteur UTCAF ont augmenté légèrement de 122 445 Gg Eq.CO<sub>2</sub> en 2005 à 124 042 en 2008, pour ensuite chuter légèrement à 123 915 Gg Eq.CO<sub>2</sub> en 2010. Toutefois, les absorptions ont accusé une baisse conséquente de 60 000 Gg Eq.CO<sub>2</sub> de 2009 à 2010, après une stagnation dans les environs de 290 000 Gg Eq.CO<sub>2</sub> entre 2005 et 2009. En conclusion, c'est surtout cette réduction de l'absorption qui a causé la réduction conséquente des capacités de puits en 2010. En fait, ces capacités de puits ont diminué d'environ 70 000 Gg Eq.CO<sub>2</sub> de 2009 à 2010, après avoir oscillé entre 157 809 Gg Eq.CO<sub>2</sub> et 167 480 Eq.CO<sub>2</sub> entre 2005 et 2009. Le bilan de GES du secteur UTCAF est présenté dans le tableau 29.

Tableau 29 – Bilan (Gg Eq.CO<sub>2</sub>) de GES du secteur UTCAF (2005 – 2010)



Le bilan de GES entre les années 2005 à 2010 des catégories du secteur UTCAF est présenté dans le tableau 29. Pendant cette période, les émissions et les absorptions sont stables pour toutes les catégories. L'exception concerne les terres forestières entre les années 2009 et 2010, quand l'absorption chuta drastiquement de 182 501 à 111 347 Gg Eq.CO<sub>2</sub>. L'absorption dans les terres forestières fluctua entre 171 481 et 182 501 Gg Eq.CO<sub>2</sub> pendant la période 2005 à 2009, avant d'accuser la chute mentionnée plus haut. La chute correspond à l'arrêt du programme de reboisement dû au tarissement des ressources, dans un contexte politique très difficile.

Pour la catégorie Terres Cultivées, les émissions s'élèvent entre 122 043 Gg Eq.CO<sub>2</sub> en 2005 et 123 077 Gg Eq.CO<sub>2</sub> en 2010, tandis que les absorptions dans les Prairies sont évaluées à une moyenne de 95 364 Gg Eq.CO<sub>2</sub> de 2005 à 2010. Les Zones Humides semblent changer de vocation car après avoir été un puits de 10,6 Gg Eq.CO<sub>2</sub> en 2005, elles sont devenues un émetteur de 6,0 Gg Eq.CO<sub>2</sub> pour le restant des années. La capacité des puits de la catégorie Établissements tourna autour de 12 900 Gg Eq.CO<sub>2</sub> pendant la période de 5 ans (2005 – 2010). Le tableau 30 donne les émissions et absorptions par catégorie pour l'utilisation et l'affectation des terres.

Tableau 30 – Émissions et absorptions (Gg Eq.CO<sub>2</sub>) par source du secteur UTCAF (2005 – 2010)

Catégories de sources et de puits de GES	2005	2006	2007	2008	2009	2010
<b>BILAN NATIONAL</b>	<b>-157 809,2</b>	<b>-168 669,6</b>	<b>-174 480,1</b>	<b>-171 001,4</b>	<b>-167 626,4</b>	<b>-96 178,9</b>
A Terres forestières	-171 480,6	-181 867,2	-189 888,1	-186 230,2	-182 501,2	-111 347,2
B. Terres cultivées	122 040,3	121 583,0	123 453,7	123 589,7	123 322,6	123 077,3
C. Prairies	-95 250,8	-95 296,8	-95 385,0	-95 502,9	-95 480,4	-95 271,7
D. Zones humides	-10,7	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
E. Établissements	-13 107,3	-13 094,7	-12 666,7	-12 864,0	-12 973,5	-12 643,3
F. Autres terres	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Les émissions de GES directs et indirects sont présentées dans le tableau 31. Conformément aux attentes, le principal GES émis ou absorbé est le CO<sub>2</sub> pour le secteur UTCAF. Les émissions de CO<sub>2</sub> ont montré une stabilisation de 122 072 à 123 573 Gg. Après une augmentation des absorptions de CO<sub>2</sub> par 1100 Gg entre 2005 et 2009, une réduction significative de 71 000 Gg est observée en 2010. Le pays accusa donc une réduction de ses absorptions du même ordre en 2010.

Ainsi la capacité de puits de Madagascar chuta de 170 000 Gg environ pour les années 2005 à 2009 à 96 000 Gg en 2010. Les deux autres GES directs, le CH<sub>4</sub> et le N<sub>2</sub>O, provenant du brûlage des savanes, tournent entre 4,6 Gg et 8,7 Gg pour le CH<sub>4</sub> et entre 0,3 Gg et 0,6 Gg pour le N<sub>2</sub>O. Les GES indirects ou précurseurs provenant de ces mêmes brûlages sont le CO et le NO<sub>x</sub>. Ces émissions ont fluctué de 107,5 Gg à 388,9 Gg pour le CO et entre 6,2 Gg et 26,0 Gg pour le NO<sub>x</sub>. Ces fluctuations résultent des brûlages qui sont aléatoires et présentent donc une variation naturelle.

**Tableau 31 – Émissions et absorptions (Gg) par GES du secteur UTCAF**

UTCAF	2005	2006	2007	2008	2009	2010
CO <sub>2</sub> – Émissions	122 072,3	121 627,6	123 922,4	123 863,9	123 488,7	123 573,4
CO <sub>2</sub> – Absorptions	-280 254,0	-290 638,4	-298 667,7	-295 043,5	-291 294,4	-220 094,0
CO <sub>2</sub> – Absorptions nettes	-158 181,7	-169 010,7	-174 745,3	-171 179,6	-167 805,7	-96 520,6
CH <sub>4</sub>	8,7	8,1	6,2	4,6	8,5	8,3
N <sub>2</sub> O	0,6	0,6	0,4	0,3	0,5	0,5
NO <sub>x</sub>	24,5	20,9	14,5	6,2	16,6	26,0
CO	388,9	326,4	240,9	107,5	312,0	342,8

Pour refléter les *Lignes Directrices 1996 Révisées* et du *Guide de Bonnes Pratiques 2003* du GIEC pour l'année de référence 2005, c'est seulement le sommaire des résultats provenant du logiciel de la CCNUCC après amendement qui est présenté dans le tableau 32. La série complète est disponible auprès du BNCCC.

Tableau 32 – Sommaire des émissions (Gg) du secteur UTCAF pour l'année de référence 2005

Catégories	Émissions CO <sub>2</sub>	Absorptions CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO	COVNM	SO <sub>2</sub>
<b>5. UTCAF</b>	<b>122 072,3</b>	<b>-280 254,0</b>	<b>8,7</b>	<b>0,6</b>	<b>24,5</b>	<b>388,9</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
<b>A Terres forestières</b>	0,0	-171 516,3	1,0	0,0	0,2	27,9		
1. Terres forestières restant terres forestières		-170 989,6	0,8	0,0	0,2	22,7		
2. Terres converties en terres forestières		-526,6	0,2	0,0	0,0	5,2		
<b>B. Terres cultivées</b>	122 040,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
1. Terres cultivées restant terres cultivées	121 544,2			0,0				
2. Terres converties en terres cultivées	495,9			0,0				
<b>C. Prairies</b>	0,0	-95 584,7	7,6	0,6	24,2	361,0		
1. Prairies restant prairies		-95 584,7	7,6	0,6	24,2	361,0		
2. Terres converties en prairies			0,0	0,0	0,0	0,0		
<b>D. Zones humides</b>	0,0	-13,5	0,1	0,0	0,0	0,0		
1. Zones humides restant zones humides		-13,5	0,1	0,0	0,0	0,0		
2. Terres converties en zones humides			0,0	0,0	0,0	0,0		
<b>E. Établissements</b>	32,2	-13 139,6	0,0	0,0	0,0	0,0		
1. Établissements restant établissements		-13 139,6	0,0	0,0	0,0	0,0		
2. Terres converties en établissements	32,2		0,0	0,0	0,0	0,0		
<b>F. Autres terres</b>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
1. Autres terres restant autres terres			0,0	0,0	0,0	0,0		
2. Terres converties en autres terres			0,0	0,0	0,0	0,0		

## Déchets

### Description du secteur

Comme c'est le cas normalement, les déchets solides à Madagascar sont de sources domestique, industrielle, commerciale et agricole, tandis que les eaux usées proviennent essentiellement d'activités domestiques, industrielles et commerciales. Le volume de déchets produit est en relation directe avec la population, le niveau d'industrialisation et l'urbanisation.

### Méthodologie

Dans le cadre de cet inventaire, la prise en compte des déchets solides et liquides sont fonction de la disponibilité des données d'activités. Les estimations ont été faites au niveau 1 conformément à la méthodologie prescrite dans les *Lignes Directrices 1996 Révisées* du GIEC.

### Estimation des émissions

### Émissions totales et par source

Les émissions totales et les émissions par source sont présentées dans le tableau 33. Pour les déchets solides et les eaux usées, on a noté une augmentation progressive des émissions à travers les années. La mise en décharge des déchets domestiques contribuait à la majeure partie de ces émissions, avec 293,4 Gg Eq.CO<sub>2</sub> en 2005, pour atteindre ensuite 394,0 Gg Eq.CO<sub>2</sub> en 2010. Cela représente entre 75,1 et 78,8% du total de ce secteur.

Concernant les eaux usées, c'est le volume de source domestique qui domine avec 75,8 Gg Eq.CO<sub>2</sub> en 2005 pour arriver à 115,2 Gg Eq.CO<sub>2</sub> en 2010. Les émissions provenant des eaux usées de source industrielles varient entre 3,2 Gg Eq.CO<sub>2</sub> et 3,6 Gg Eq.CO<sub>2</sub> pour cette même période. Les eaux usées représentent 21,2 à 24,9% du total émis dans ce secteur, avec 20,4 à 24,1% provenant des eaux usées domestique et la différence de 0,8% environ généré par les activités industrielles.

**Tableau 33 – Émissions totales et émissions par source (Gg Eq.CO<sub>2</sub>) du secteur Déchets (2005 – 2010)**

Source	2005	2006	2007	2008	2009	2010
<b>6. DECHETS</b>	<b>372,4</b>	<b>427,7</b>	<b>445,9</b>	<b>468,0</b>	<b>480,0</b>	<b>512,8</b>
<b>A. Mise en décharge des déchets solides</b>	293,4	321,1	336,3	355,1	363,9	394,0
<b>B. Traitement des eaux usées</b>	79,0	106,5	109,6	112,8	116,1	118,8
1. Eaux usées industrielles	3,2	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6
2. Eaux usées domestiques	75,8	102,9	106,0	109,2	112,4	115,2

### Émissions par GES

Seulement le CH<sub>4</sub> et le N<sub>2</sub>O, repris dans le tableau 34, sont émis comme GES dans le secteur déchet. Les émissions de CH<sub>4</sub> augmentèrent par 5,06 Gg de 15,22 Gg en 2005 à 20,28 Gg en 2010. Une situation identique est obtenue pour le N<sub>2</sub>O avec une augmentation de 0,11 Gg (de 0,17 Gg à 0,28 Gg) pour la même période.

**Tableau 34 – Émissions (Gg) par GES du secteur Déchet (2005 – 2010)**

Gaz	2005	2006	2007	2008	2009	2010
CH <sub>4</sub>	15,22	16,66	17,42	18,35	18,81	20,28
N <sub>2</sub> O	0,17	0,25	0,26	0,27	0,27	0,28

Pour refléter les *Lignes Directrices 1996 Révisées* et du *Guide de Bonnes Pratiques 2003* du GIEC pour l'année de référence 2005, c'est seulement le sommaire des résultats provenant du logiciel de la CCNUCC après amendement qui est présenté dans le tableau 35. La série complète est disponible auprès du BNCCC.

**Tableau 35 – Sommaire des émissions (Gg) du secteur Déchet pour l'année de référence 2005**

Catégories	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO	NM VOC	SO <sub>2</sub>
<b>6. DECHETS</b>	<b>15,3</b>	<b>0,2</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
<b>A. Mise en décharge des déchets solides</b>	14,0					
<b>B. Traitement des eaux usées</b>	1,3	0,2				
1. Eaux usées industrielles	0,2					
2. Eaux usées domestiques et commerciales	1,2	0,2				
<b>C. Incinération des déchets</b>						



## 3. POLITIQUES ET MESURES D'ATTENUATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

---

### 3.1. Introduction

Madagascar, faisant partie du groupe de pays Non Annexe I à la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements climatiques, n'est pas tenu à réduire ses émissions de GES. Toutefois, le pays tient à contribuer dans l'effort international pour atteindre l'objectif ultime de la Convention préconisé dans son Article 2, afin de stabiliser, conformément aux dispositions pertinentes de la Convention, les concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère à un niveau qui empêche toute perturbation anthropique dangereuse du système climatique. La Grande Ile a donc intégré le changement climatique dans ses politiques et stratégies de développement, pour s'embarquer sur une voie économique sobre en carbone, en ligne avec la priorité nationale qui est le développement durable. De ce fait, Madagascar a déjà entrepris et mis en place des programmes et des mesures pour réduire et promouvoir l'absorption de GES selon ses capacités. Ces programmes sont remis à jour périodiquement, comme il en est le cas dans le sillage de la préparation de cette TCN.

L'analyse de l'atténuation s'adresse particulièrement aux mesures les plus appropriées selon les circonstances nationales actuelles et projetées jusqu'aux horizons 2020 et 2030, période couverte dans le cadre de cette étude.

### 3.2. Approche Méthodologique

Deux principaux principes ont guidé cette évaluation du potentiel d'atténuation du pays :

- Atteindre l'objectif clé de la Convention, déjà mentionné ci-dessus ; et
- Promouvoir un développement économique durable du pays selon les politiques, stratégies et autres plans actuels et futurs dans le moyen et long terme.

Cette analyse est ainsi basée sur les projections socio-économiques, déterminantes des activités anthropiques responsables des émissions et de la sécurisation des puits de GES du pays dans le futur. L'analyse des sources clés, effectuée lors de la compilation des inventaires pour la période 2005 à 2010, a été aussi utilisée pour identifier les sources futures, avec les plus forts potentiels d'émissions ; afin de les prioriser, à l'intérieur, des axes de développement.

Le but de cette analyse d'atténuation est d'identifier les meilleures voies pour maximiser les réductions des émissions et augmenter les absorptions de GES. L'analyse de niveau des sources clés a permis d'identifier les principales secteurs et activités émetteurs actuels, tandis que l'analyse des tendances a laissé entrevoir les futures sources importantes de GES, en fonction du train de développement et de consommation projeté. Les résultats de ces analyses de sources clés ont guidé, de manière importante, les experts du groupe de travail sur l'atténuation dans le choix des catégories à traiter.

Un scénario cours normal des affaires (CNA, « business as usual ») pour les émissions et absorptions des différentes catégories à l'intérieur des cinq secteurs du GIEC a été élaboré. La dernière année d'inventaire, en l'occurrence 2010, a été utilisée comme année de référence pour les projections aux horizons 2020 et 2030. Ensuite, une liste - aussi exhaustive que possible - des mesures d'atténuations a été dressée pour chaque catégorie et secteur. Cette liste a été ensuite analysée, afin d'identifier les mesures les plus payantes pour les prioriser en fonction des circonstances nationales et de la situation socio-économique future. Les mesures priorisées ont été évaluées pour leurs potentiels de réduction ou d'absorption de GES et le potentiel d'atténuation comparé avec le scénario CNA, pour évaluer l'étendue de ces mesures. Les émissions qui pourraient être évitées et absorbées ont été ensuite ajoutées pour

---

arriver au potentiel d'atténuation d'une catégorie, jusqu'à arriver au niveau secteur et éventuellement au niveau national. Les estimations de GES émis ou absorbés ont été faites en utilisant le logiciel préconisé par les Lignes Directrices Révisées 1996 et les Guides des Bonnes Pratiques 2003 du GIEC.

### **3.3. Etendue de l'analyse**

Toutes les sources concernées par les émissions et puits d'un pays peuvent être considérées pour l'atténuation ; mais cette considération requiert énormément de ressources qui sont rarement disponibles. Par conséquent, une analyse détaillée des sources clés, pour en retenir seulement les plus prometteuses, a été effectuée pour Madagascar. L'analyse a considéré tous les secteurs du GIEC au même niveau. L'étude couvre la totalité du territoire Malagasy, avec comme objectif temporel les horizons 2020 et 2030 puisqu'au-delà de cette période, l'analyse et les projections présenteraient trop d'incertitudes dans le contexte national actuel. Les secteurs Energie, Procédés Industriels, Agriculture, UTCAF et Déchets ont été pris en compte, aussi bien pour leur importance en tant que sources émettrices, que pour répondre aux besoins nationaux en matière de santé et de développement durable, comme c'est le cas pour les déchets.

### **3.4. Scenarii socio-économiques**

#### **La démographie**

A défaut d'un programme de recensement régulier à Madagascar, la population de nombreuses années présentées dans la figure 12 a été générée sur la base de quelques recensements antérieurs et de la modélisation statistique. Le même exercice a été effectué pour projeter la population aux horizons 2020 et 2030. Le taux de croissance des années 90 est au-dessus de 3% pour la période 1993 à 1999 mais régresse légèrement après. Les estimations et les projections ont été travaillées sur cette même tendance, notamment une légère diminution du taux de croissance annuel jusqu'en 2030. Le taux de croissance annuelle entre 2000 et 2015 est estimé à 2,79%, pour régresser ensuite à 2,56% entre 2016 et 2025 et à 2,37 jusqu'en 2030. Sur la base de cette estimation, la population de Madagascar se chiffrera à environ 25,9 millions en 2020 pour passer à environ 33,0 millions en 2030.

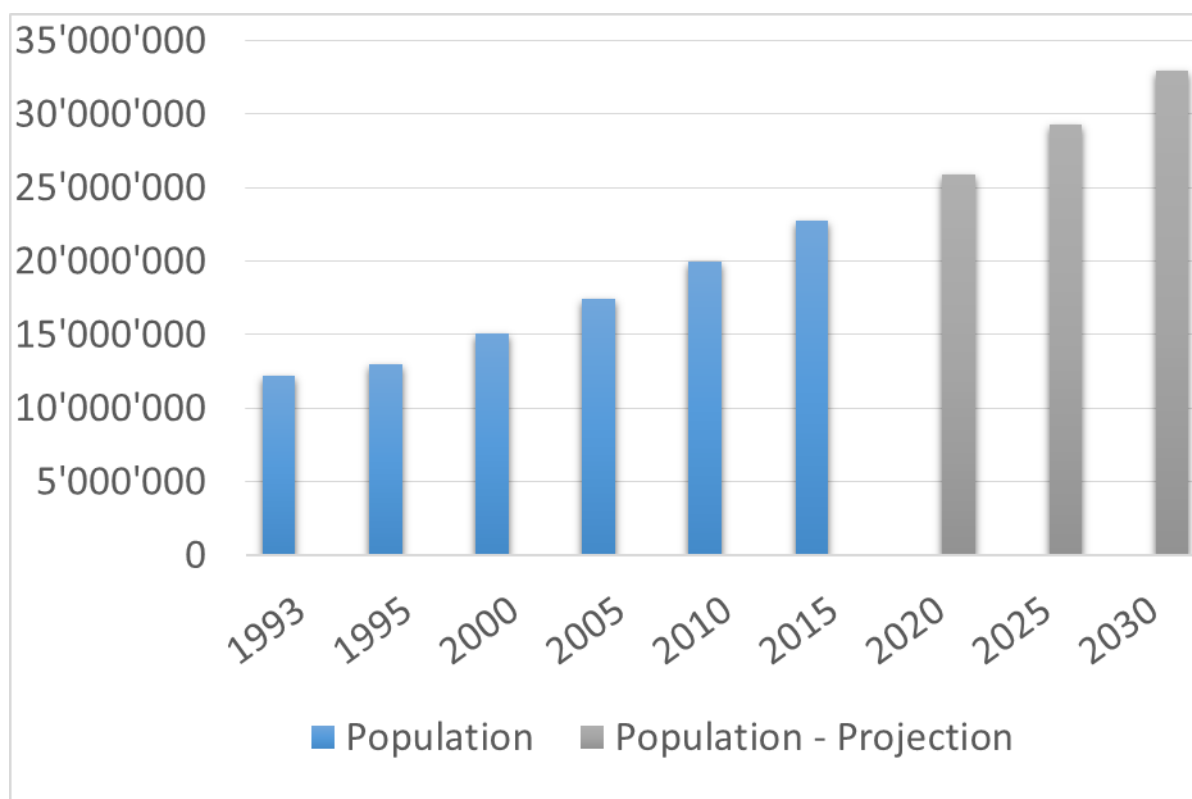


Figure 12. Données statistiques de la population entre (1993-2015) et projections entre (2020-2030)

### Urbanisation

L'évolution de l'urbanisation a été également estimée et projetée, faute d'évaluation périodique. Comme c'est le cas généralement pour les pays en voie de développement, le milieu urbain voit sa population augmenter en nombre à cause de la croissance démographique et l'exode rural. Par conséquent, le taux de croissance de la population urbaine excède celui des zones rurales pendant la période couverte par cette analyse.

Il est prévu que la population urbaine évoluera pour atteindre 36% en 2015, 40% (ou 10,3 millions sur 25,9 millions) en 2020 et 48% (16 millions sur un total de 33 millions) de la population nationale en 2030. Le taux de croissance urbain, pour cette période 2015 à 2030, sera autour de 4,62%, comparée à une croissance nationale de l'ordre de 2,51% pour la même période ; la différence s'expliquant par cet exode rural précédemment mentionné. La tranche de la population du pays vivant en zones rurales est estimée à 15,6 millions en 2020 et 17 millions en 2030. La distribution de la population et l'état d'urbanisation du pays sont repris dans la figure 13 ci-dessous.

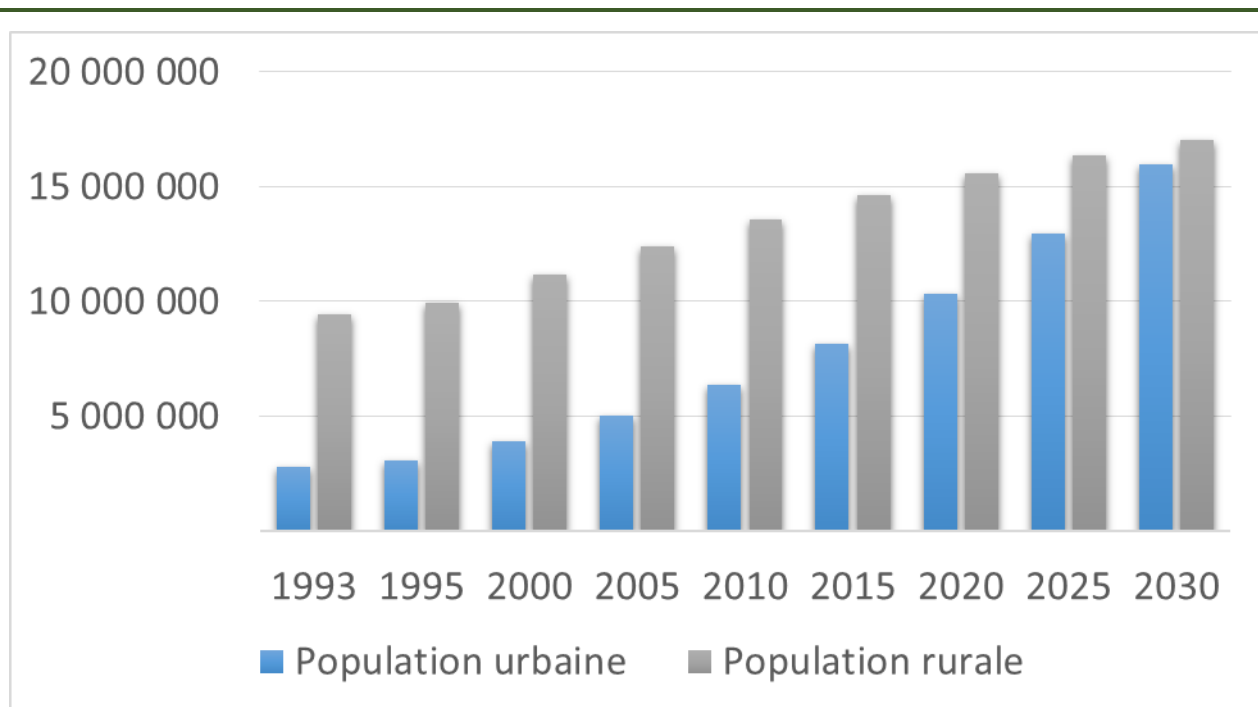


Figure 13. Distribution de la population de Madagascar entre 1993 et 2030

### Produit Intérieur Brut (PIB)

A cause de l'insuffisance de données fiables, il a fallu le montage d'un scénario reflétant - par jugement d'experts - la projection économique du pays, pour travailler l'atténuation. Pour les projections, les statistiques existantes entre les années 1995 et 2012 ont servi de données de base pour la modélisation statistique. La croissance moyenne annuelle utilisée pour les projections est reprise dans le tableau 36.

Basée sur ce tableau 36, le pays a connu une période assez difficile entre 1995 et 2015, surtout la période 2001 à 2005 et 2006 à 2010 avec des taux de croissance de seulement 2,3% et 2,8% du fait de l'instabilité politique qui était à son comble. Une petite reprise semble se mettre en place à partir du quinquennat 2011-2015. Il est espéré que cette reprise s'accroîtra à partir de maintenant pour atteindre un taux de croissance de 5% entre 2016-2020, 8% entre 2021-2025 et éventuellement 10% entre 2026-2030.

Tableau 36. Taux quinquennal de croissance du PIB entre 1995 et 2030

Période	Croissance annuelle moyenne (%)
1995 - 2000	3,8
2001 - 2005	2,3
2006 - 2010	2,8
2011 - 2015	3,9
2016 - 2020	5,0
2021 - 2025	8,0
2026 - 2030	10,0

Sur ces projections, le PIB de Madagascar atteindra 929 milliards d'Ariary en 2020, 1 365 milliards en 2025 et 2199 en 2030. Cette évolution du PIB est présentée dans la figure 14.

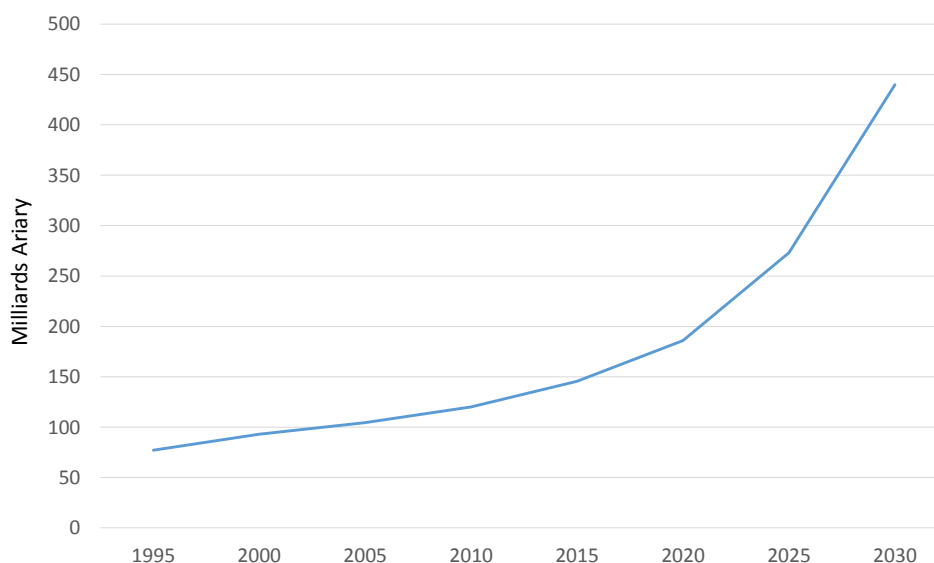


Figure 14. Evolution des statistiques (1995-2012) et projections (2015-2030) du PIB de Madagascar.

### 3.5. Potentiel d'atténuation

#### Niveau national

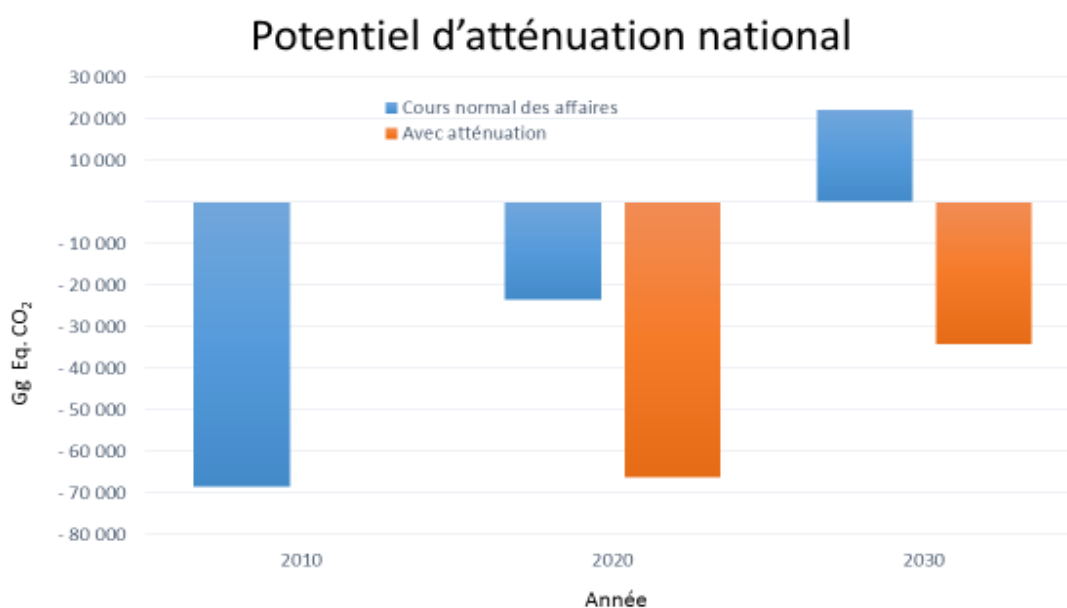
La projection des émissions du scénario CNA pour les horizons 2020 et 2030 est présentée dans le tableau 37. Le bilan national de GES décrit Madagascar comme un puits pour l'année de base 2010 ; mais le pays perd peu à peu cette capacité dans le temps pour devenir un émetteur en 2030 si rien n'est mis en pratique en terme d'atténuation. Cette capacité de puits chute de 68 423 Gg Eq.CO<sub>2</sub> en 2010 à 23 511 Gg Eq.CO<sub>2</sub> en 2020. La même tendance se maintient et Madagascar perd de son statut de puits en 2030 pour devenir un émetteur de GES de 22 290 Gg Eq.CO<sub>2</sub> selon les projections sous le scénario CNA.

Les secteurs économiques les plus émetteurs sous le CNA sont l'Agriculture et l'Énergie. Les émissions augmentent substantiellement pour le secteur Énergie, passant de 2 992 Gg Eq.CO<sub>2</sub> en 2010 à 7 175 en 2020, pour atteindre 12 961 Gg Eq.CO<sub>2</sub> en 2030. La même tendance est projetée pour l'Agriculture. De 24 056 Gg Eq.CO<sub>2</sub> en 2010, les émissions passent à 27 914 Gg Eq.CO<sub>2</sub> en 2020 et 30 137 Gg Eq.CO<sub>2</sub> en 2030. Concomitamment, le secteur UTCAF perd de sa capacité nette de puits, sortant de -96 180 Gg Eq.CO<sub>2</sub> en 2010 pour passer à -59 877 Gg Eq.CO<sub>2</sub> en 2020 et terminer à seulement -23 233 Gg Eq.CO<sub>2</sub> en 2030. C'est cette perte de potentiel de puits nette qui se répercute dans le bilan national pour changer le statut du pays de puits à émetteur de GES à l'horizon 2030. Les émissions du secteur Procédés Industriels sont projetées à 245 Gg Eq.CO<sub>2</sub> en 2020 et 342 Gg Eq.CO<sub>2</sub> en 2030 à partir de 196 Gg Eq.CO<sub>2</sub> en 2010. Pour le secteur Déchets, les émissions doublent pour chaque décennie, passant de 513 Gg Eq.CO<sub>2</sub> en 2010 à 1 032 Gg Eq.CO<sub>2</sub> en 2020 et 2 083 Gg Eq.CO<sub>2</sub> en 2030.

**Tableau 37. Emissions (en Gg Eq.CO<sub>2</sub>) avec les scenarii CNA pour les années 2020 et 2030.**

Secteurs	Année		
	2010	2020	2030
<b>National</b>	-68 423	-23 511	22 290
<b>Energie</b>	2992	7175	12 961
<b>Procédés Industriels</b>	196	245	342
<b>Agriculture</b>	24 056	27 914	30 137
<b>UTCAF - Nette</b>	-96 180	-59 877	-23 233
<b>Déchets</b>	513	1032	2083

Une multitude de mesures, les plus appropriées selon les circonstances nationales et établies selon les projections socio-économiques, ont été évaluées pour les cinq secteurs du GIEC, nommément l’Energie, les PI, l’Agriculture, l’UTCAF et les Déchets. Les valeurs d’atténuation estimées pour chaque mesure ont été additionnées pour arriver au secteur et ensuite au potentiel national. Ce potentiel national est comparé au CNA dans la figure 15 ci-dessous. Le potentiel d’atténuation de Madagascar est ainsi estimé à 42 704 Gg Eq.CO<sub>2</sub> et 56 524 Gg Eq.CO<sub>2</sub> aux horizons 2020 et 2030.



**Figure 15. Potentiel national d’atténuation (en Gg Eq.CO<sub>2</sub>) aux horizons 2020 et 2030.**

Ce potentiel d’atténuation est la somme des émissions évitées et des augmentations d’absorptions conformément au détail donné dans le tableau 38. Ainsi, 5% et 8% des émissions seront évitées en 2020 et 2030, comparé au CNA ; tandis que les absorptions augmenteront respectivement de 15% et 20% à l’horizon de ces deux années par rapport à l’année de référence 2010. Il est à noter que sur cette base, Madagascar retrouvera son statut de puits de GES en 2030.

**Tableau 38. Potentiel (en Gg Eq.CO<sub>2</sub>) d'atténuation pour les années 2020 et 2030.**

Description	2020	2030
Atténuation nationale	42 704	56 524
Atténuation - GES Evités	10 508	17 321
Atténuation - Augmentations absorptions	32 196	39 203
% Atténuation - GES Evités	5%	8%
% Atténuation - Augmentations absorptions	15%	20%

La contribution des différents secteurs dans l'atténuation nationale est présentée dans le tableau 39. Attendu, suite à l'exercice de priorisation, ce sont les secteurs UTCAF et Agriculture qui présentent les plus gros potentiels d'atténuation, puisque ce sont les deux principaux émetteurs de GES.

En 2020 et 2030, le secteur UTCAF domine largement les autres secteurs avec 91,46% et 86,25% du potentiel d'atténuation nationale. Ces valeurs incluent les émissions évitées et absorbées. Viennent ensuite l'agriculture (avec 5,01% et 7,69% respectivement en 2020 et 2030) et le secteur Energie avec 1,85% et 2,85%. La part du secteur Déchets est projetée, aux mêmes périodes, à 1,56% et 3,09%. Vu le faible niveau d'industrialisation du pays, le secteur Procédés industriels présente un potentiel assez dérisoire, respectivement de 0,11% et 0,12%, en 2020 et 2030. Les mesures et actions, détaillées pour chaque secteur, suivent pour leurs potentiels d'atténuations.

**Tableau 39. Contribution des différents secteurs (en %) dans le potentiel d'atténuation nationale en 2020 et 2030.**

Secteur	2020	2030
Atténuation secteur Energie	1,85	2,85
Atténuation secteur IPPU	0,11	0,12
Atténuation secteur Agriculture	5,01	7,69
Atténuation secteur UTCAF (incluant absorptions)	91,46	86,25
Atténuation secteur Déchets	1,56	3,09
Total	100,00	100,00

## Atténuation du secteur Energie

### Industries énergétiques

Comme dans la majorité des pays en voie de développement, le secteur Energie reste une source assez importante d'émission de GES à Madagascar, compte tenu de sa dépendance sur les combustibles fossiles et les coûts encore prohibitifs des alternatives renouvelables dans la plupart des cas. Madagascar n'échappe pas à cette règle ; et cette catégorie est une source clé, comme rapportée dans le chapitre Inventaire de Gaz à Effet de Serre. Le Transport est la source contribuant le plus aux émissions du secteur Energie. Cependant, il n'a pas été évalué lorsqu'on considère les circonstances nationales actuelles et les projections socio-économiques.

Les options possibles d'atténuation paraissent difficilement réalisables à l'horizon 2020 et offrent des potentiels considérés comme aléatoire en 2030. La production d'électricité (qui présente un fort potentiel d'atténuation), et l'utilisation du bois (pour les besoins énergétiques, et qui reste un gros émetteur dans le secteur Foresterie), ont été privilégiées pour le secteur Energie.

Le mix énergétique de Madagascar a évolué considérablement pendant la dernière décennie. Les énergies renouvelables, notamment l'hydraulique qui constituait la principale source d'énergie pour la production de l'électricité, ont changé pendant les 15 dernières années, pour diverses raisons. Cette situation s'est inversée ; et actuellement les combustibles fossiles dominent la production d'électricité.

---

L'atténuation dans cette catégorie cadre bien avec la stratégie gouvernementale de développer une économie à faible émission carbone et qui privilégie les énergies renouvelables. Ci-dessous une liste non-exhaustive des mesures les plus applicables dans le contexte national du pays :

- Réduction des pertes sur le réseau de distribution électrique ;
- Réhabilitation des centrales électriques ;
- Adoption à grande échelle du solaire ;
- Augmentation du potentiel hydraulique ;
- Exploitation de l'énergie éolienne ;
- Utilisation du gaz de pétrole liquéfié à la place du pétrole lampant et du bois ;
- Substitution du bois-énergie par de l'électricité produite à partir de sources renouvelables ;
- Adoption accrue des foyers améliorés ;
- Accroissement de la carbonisation lors de la production du charbon ;
- Vulgarisation des boutiques d'énergie, surtout dans les zones rurales ;
- Adoption accrue des lampes à basse consommation ;
- Mise en place d'un programme de transport amélioré commun (grand bus, métro, train à grande vitesse, etc.) à la place des petits taxis collectifs ;
- Adoption de politique et stratégie de rajeunissement du parc automobile ;
- Application rigoureuse des normes pour rehausser le niveau de maintenance des véhicules ;
- Remplacement de l'essence par le gaz de pétrole liquéfié ;
- Introduction des biocarburants dans les secteurs résidentiels et transports ; et
- Autres mesures d'efficacité énergétique au niveau industriel, commercial et résidentiel.

Les mesures les plus probantes et identifiées dans la stratégie gouvernementale (Rapport de la mission de cadrage, Projet d'assistance pour le développement d'une nouvelle politique et d'une stratégie de l'énergie pour la république de Madagascar, RECP et EUEI de septembre 2014 et Diagnostic du secteur énergie à Madagascar, WWF en partenariat avec le Ministère de l'énergie de septembre 2012) ont été évaluées pour leurs émissions qui seront évitées aux horizons 2020 et 2030. Le potentiel d'atténuation du secteur Energie est donné par les émissions évitées obtenues par toutes les mesures combinées (Figure 16) et désagrégés plus loin dans le (Tableau 40). Les émissions évitées à partir des mesures touchant les carburants fossiles et non la biomasse ont été comptabilisées et présentées ici. Ainsi, les émissions évitées équivaldront à 770 Gg Eq.CO<sub>2</sub> en 2020 et 1527 Gg Eq.CO<sub>2</sub> en 2030, comparées au cours normal des affaires (CNA). Ces réductions représenteront, respectivement aux horizons 2020 et 2030, 11% et 12% pour le secteur Energie. Les émissions évitées liées à la biomasse seront reprises dans le secteur UTCAF dans ce rapport car ces émissions sont normalement comptabilisées sous ce secteur dans l'inventaire.



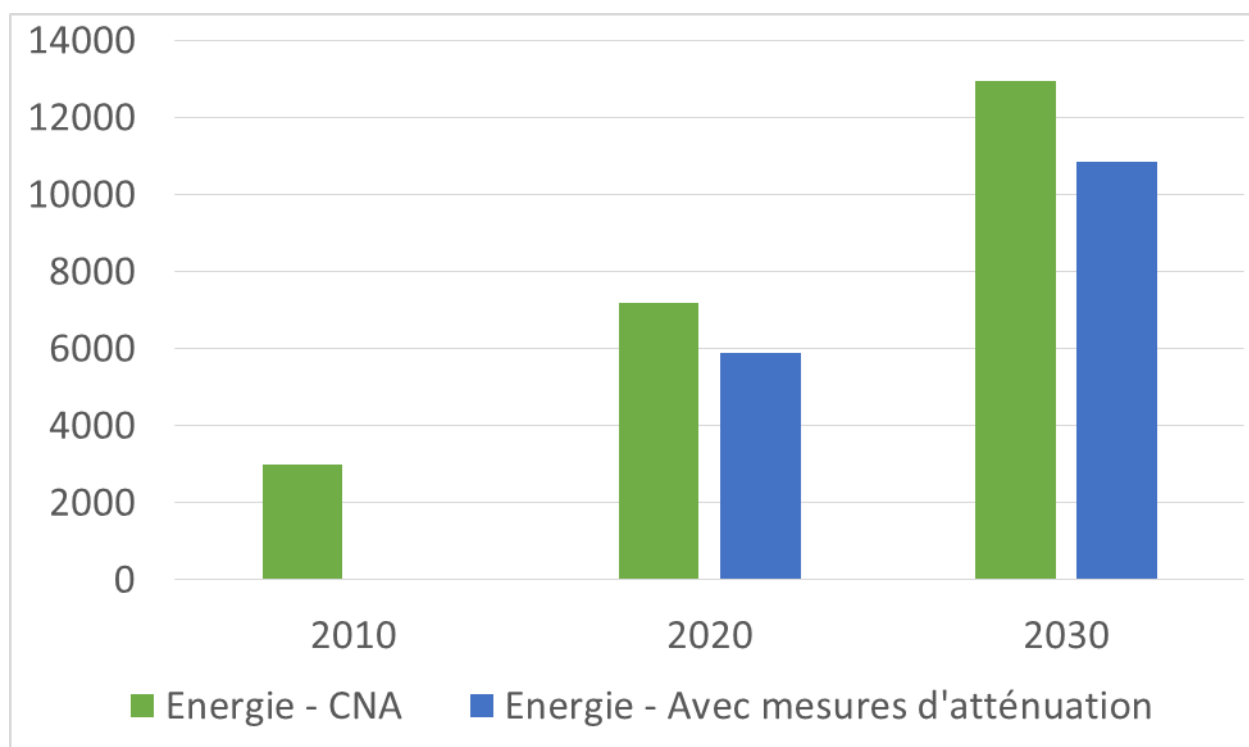


Figure 16. Atténuation (en Gg Eq.CO<sub>2</sub>) du secteur Energie en 2020 et 2030.

La contribution par mesure d'atténuation du secteur Energie est résumée dans le tableau 40. Les grosses centrales hydrauliques seraient les plus grands potentiels d'atténuation car c'est la source d'énergie la plus abondante, la plus développée, la plus maîtrisée et la moins onéreuse parmi les sources renouvelables. Ces grosses centrales permettent aussi au pays de garantir une fourniture ferme en électricité pour son développement comparée aux autres sources renouvelables. Par conséquent, elle représente à elle seule 9,9% et 10,5% des 11% et 12% du potentiel d'atténuation du secteur Energie dans le bilan national. Les autres mesures apportent la différence de 0,8% et 1,3% aux horizons 2020 et 2030 (tableau 40). Ainsi, la part des énergies renouvelables augmentera dans le futur pour constituer la source principale en 2030. Elle passera de moins de 40% actuellement à 50% en 2020 et 75 % en 2030 selon les projections faites à partir des stratégies identifiées pour le pays. Le but ultime post-2030 sera de passer totalement au renouvelable au détriment des sources d'énergies fossiles. Les mesures concernant la réhabilitation du réseau de distribution et des centrales électriques apporteront une réduction de 0,3% et 0,6% en 2020 et 2030 respectivement.

Tableau 40. Contribution (en Gg Eq.CO<sub>2</sub> et en %) par mesure d'atténuation pour le secteur Energie.

			2020	2030
<b>Energie renouvelable</b>				
Hydroélectrique	710,2	1356,9	9,9%	10,5%
Mini-réseau hydroélectrique	56,8	122,1	0,8%	0,9%
Solaire	2,7	48,3	0,0%	0,4%
<b>Sous totale</b>	<b>770</b>	<b>1527</b>	<b>10,7%</b>	<b>11,8%</b>
<b>Autres mesures</b>				
Réhabilitation réseau	9	45	0,1%	0,3%
Réhabilitation centrales	12	38	0,2%	0,3%
<b>Total autres mesures</b>	<b>21</b>	<b>83</b>	<b>0,3</b>	<b>0,6</b>

---

Une analyse approfondie des options considérées et évaluées pour leurs contributions dans la réduction des émissions au sein du secteur Energie est donnée dans les paragraphes suivants.

- Réduction des pertes sur le réseau de distribution électrique :

Dans le temps actuel, les pertes sur le réseau de distribution sont conséquentes, comme en témoigne le rendement de 67%, au lieu de 80-85% (Fadhl et al. 2014 ) pour un système efficient. La réhabilitation du réseau est une des mesures phares d'atténuation car elle peut être mise en place assez rapidement avec des résultats concrets à partir de l'année 2020. Ainsi, en partant de l'hypothèse d'une réhabilitation du réseau pour faire baisser cette perte de 8%, cela conduirait à une réduction d'émissions de l'ordre de 9 Gg Eq.CO2 en 2020 et 45 Gg Eq.CO2 en 2030. Ces objectifs sont réalisables avec des financements relativement faibles et des retours intéressants en termes de réduction des émissions de GES. En termes de valeur ajoutée, il y aura, entre autres, une meilleure sécurité énergétique ;

- Réhabilitation des centrales électriques

Les générateurs d'électricité à hydrocarbures sont assez mal entretenus faute de moyens et de capacités humaines ; pourtant cette mesure fait partie de celles qui devraient être mises en place avec diligence puisqu'elle permet d'obtenir des résultats immédiats. Dans le temps actuel, avec la transformation prévue des centrales thermiques, conformément aux recommandations du Rapport de mission de cadrage de Fadhl et al. (2014), l'on devrait surtout se focaliser sur l'amélioration de l'efficacité, car la puissance disponible est seulement de 356 MW sur une puissance installée de 484 MW. Ainsi, la révision et la réhabilitation des générateurs pour réduire ces pertes de transformation, de 5% et 10% aux horizons respectifs de 2020 et 2030, conduiraient à des réductions des émissions de GES, respectivement de l'ordre de 12 Gg Eq.CO2 en 2020, et de 38 Gg Eq.CO2 en 2030. Ce programme pourrait être mis en place dans un proche avenir et ne nécessite pas de très lourds investissements en capital. Cela le rend très intéressant en termes de rapidité de résultat.

- Augmentation du potentiel hydraulique

L'hydraulique représente une source majeure de production d'électricité pour le pays de par son abondance couplée à une très bonne distribution de sites potentiels sur le territoire. Elle gagnerait encore plus à être exploitée avec l'avènement des micro- et pico-centrales qui réduisent les investissements massifs autrefois liés à l'hydraulique. Ces nouvelles technologies permettent par ailleurs une exploitation beaucoup plus forte dans les zones rurales, donc une décentralisation prononcée. De ce fait, le développement de l'hydraulique pour la production d'électricité a été privilégié par rapport aux autres sources d'énergies renouvelables pour être en concordance avec l'objectif fixé par le pays. Ainsi, l'hydraulique qui représente autour de 40% de la source énergétique du pays passera à 65% environ en 2030. Cette pénétration donnera lieu à une réduction de 710,2 Gg Eq.CO2 à l'horizon 2020 et de 1356,7 Gg Eq.CO2 en 2030, comparée au CNA.

- Adoption du solaire

Quoique le potentiel solaire existe bel et bien à Madagascar, il n'y a pas eu de grande percée à ce jour. C'est une source difficile à maîtriser dans le contexte actuel du pays, car elle dépend de l'ensoleillement. Elle a donc sa place en parallèle avec d'autres sources, mais à l'égard de l'abondance de l'hydraulique, sa pénétration a été travaillée en complément de l'hydraulique. L'adoption du solaire a pour autre objectif d'aider à la décentralisation de la production d'électricité afin de permettre l'électrification des zones rurales et isolées, bien que cette adoption soit minimale. L'intégration du solaire portera sa part à

---

4% environ des besoins nationaux à l'horizon 2020 et à environ 8% en 2030. La substitution du solaire équivaldrait à des réductions de 2,7 Gg Eq.CO2 et 48,3 Gg Eq.CO2, respectivement en 2020 et 2030.

- Adoption de l'éolienne

L'éolienne reste une des sources d'énergies renouvelables qui pourrait être adoptée à Madagascar. Toutefois, on doit faire face à la réalité concernant le manque de données conséquentes sur les régimes de vents sur une période de temps d'assez longue durée pour aider à une prise de décision fiable. Par conséquent, il est considéré assez aléatoire de retenir cette option, même à l'horizon 2030. Ceci ne change en rien l'exercice d'estimation de GES évités car d'autres alternatives de sources d'énergies renouvelables, en particulier l'hydraulique, le solaire et une meilleure conversion de la biomasse ont été considérées à la place de l'éolienne.

- Utilisation du GPL à la place des carburants fossiles pour la production d'électricité, et du pétrole lampant et du bois pour la cuisson

Conformément au Rapport de la mission de cadrage de Fadhl et al. (2014), la substitution du gasoil et de l'huile lourde par du gaz de pétrole liquéfié à la hauteur de 15% à l'horizon 2030 a été prise en considération pour estimer les GES évités en adoptant ce carburant plus propre. A l'égard du contexte du pays et la prévision d'une continuité de l'utilisation du bois et du charbon pour la cuisson, l'adoption du gaz de pétrole liquéfié au niveau des ménages a été considérée comme étant minime. Le remplacement du pétrole lampant aura certes des bénéfices tangibles sur la santé mais pas énormes en termes de réductions de GES, les deux combustibles étant d'origine fossile. Donc, cette mesure n'a pas été quantifiée car très peu probable d'être mise en place.

- Adoption accrue des foyers améliorés et augmentation de l'efficience de carbonisation

Ces options n'ont pas été évaluées individuellement et séparément pour leur capacité d'atténuation car leur adoption n'a pas eu beaucoup de succès en dépit des efforts investis. Une adoption de l'ordre de 4% est reprise dans le Rapport de la mission de cadrage de Fadhl et al. (2014), qui montre que cette mesure peine à s'installer. De plus, les résultats restent difficiles à quantifier. Pour les besoins de l'étude, il a été considéré que l'introduction des foyers améliorés au niveau domestique sera de 10% en 2020 et 20% en 2030. Pour l'augmentation de l'efficience de la carbonisation dans la production de charbon, une pénétration de 5% en 2020 et 15% en 2030 a été retenue. Le gain en efficience serait de 50% et ceci mènerait à une diminution graduelle du volume de bois utilisé. Donc, les estimations de réductions des émissions ont été faites ensemble sous l'option réduction du volume de bois de chauffe.

Cette réduction dans le volume de bois utilisé est incluse avec d'autres actions plus loin dans ce chapitre sous la section UTCAF ou les estimations des émissions sont normalement faites pour les besoins des inventaires de GES.

## **Atténuation du secteur Procédés Industriels**

### **Industries Chimiques**

Le CNA a été travaillé sur la base d'une augmentation de la production du ciment et d'autres produits industriels pour satisfaire la demande accrue, suivant le développement économique du pays, pour l'exportation, et selon les projections socio-économiques. Ainsi les émissions, sous les scenarii CNA, augmenteront de 25% entre 2010 et 2020, pour ensuite s'accroître de 40% pendant la décennie 2020 à 2030.

L'identification et le choix des mesures d'atténuation sont liés essentiellement à la disponibilité des technologies et aux coûts financiers. Pour le cas de Madagascar, étant donné que 99% des émissions du secteur Procédés Industriels sont générées par la production de ciment, l'option réduisant les émissions provenant de cette activité a été choisie comme priorité.

Le projet identifié et proposé est conforme aux objectifs et aux priorités de développement socio-économique et environnemental du pays en raison des avantages potentiels, notamment le remplacement de 20% du clinker entrant dans la production de ciment par des cendres volantes provenant de centrales de charbon. Ce procédé permet de réduire les émissions de CO<sub>2</sub> liées au processus de fabrication du clinker qui rentre dans la production de ciment. Concurrément, elle permet de valoriser et de prendre soin d'un déchet très polluant pour l'environnement et la santé publique. Cette mesure mènera, respectivement aux horizons 2020 et 2030, à des réductions des émissions de l'ordre de 49 Gg Eq.CO<sub>2</sub> et 69 Gg Eq.CO<sub>2</sub> sur des émissions de 245 et 342 (Figure 17). Ceci représente 20% d'émissions en moins sur les deux pas de temps, comparée aux scenarii CNA.

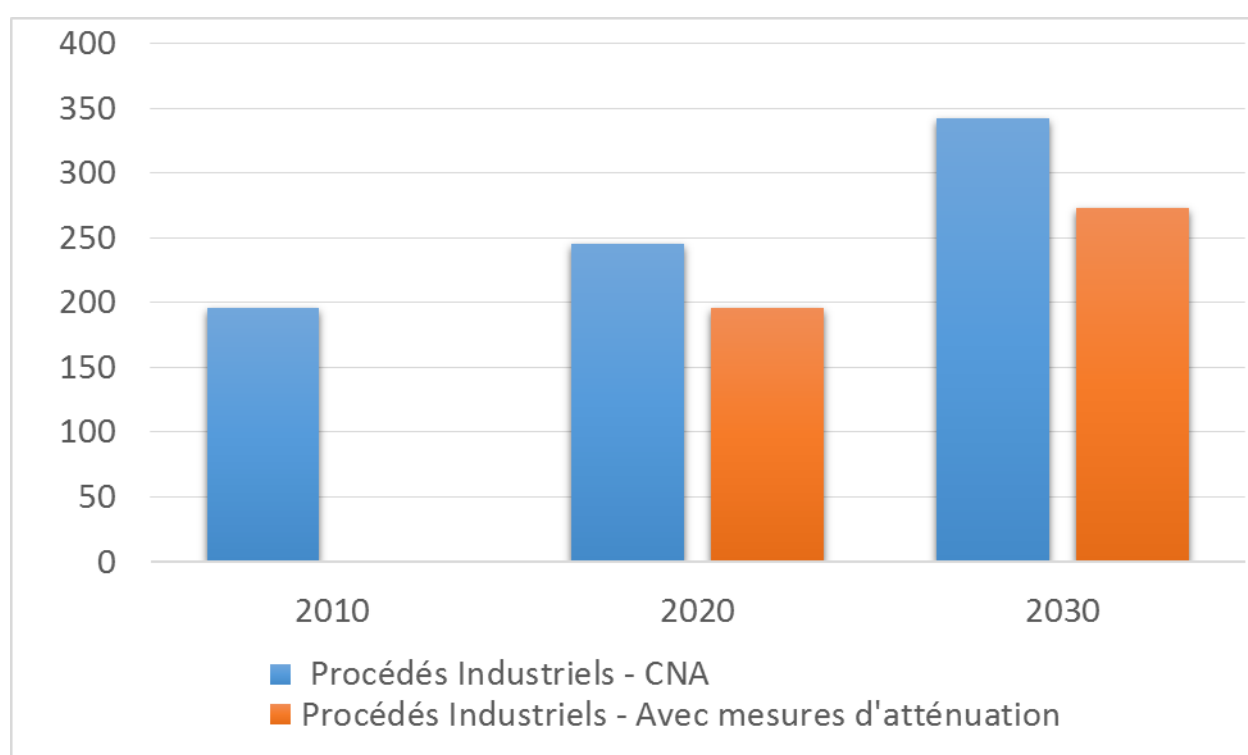


Figure 17. Atténuation (en Gg Eq.CO<sub>2</sub>) du secteur Energie en 2020 et 2030.

### Atténuation du secteur Agriculture

Le secteur agricole occupe une place importante dans l'économie nationale et elle est appelée encore à continuer à jouer ce rôle pendant une période assez conséquente afin d'assurer essentiellement la sécurité alimentaire de la population. L'agriculture Malagasy est parmi les activités économiques les plus émettrices d'émissions de GES, notamment à cause du bétail et de la riziculture. Par voie de conséquence, et étant donné qu'il s'agit d'un secteur qui comprend des catégories de source clés émettrices de GES, il mérite une attention particulière.

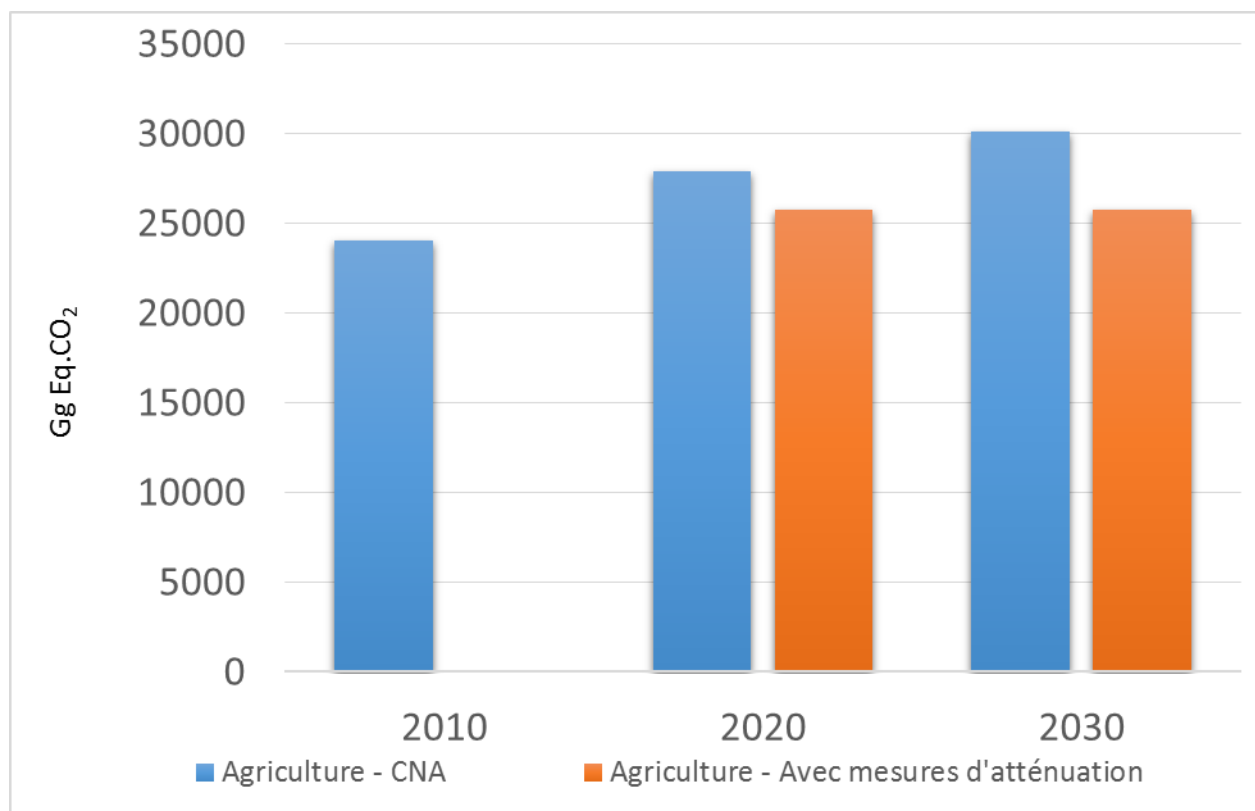
Toutefois, l'Agriculture est difficile à cerner pour la mise en œuvre de mesures d'atténuation très ambitieuses, considérant l'étendue du territoire et d'autres facteurs tels que le niveau d'éducation de la population, parmi tant d'autres. Les agriculteurs Malagasy, plus de 70% des travailleurs nationaux,

nécessitent une campagne de sensibilisation et de conscientisation de grande ampleur, pour les convaincre d'adopter les mesures. De plus, l'application des mesures est un procédé à long terme, à l'instar, par exemple de l'amélioration de la race bovine, ou celle de la qualité des pâturages.

Une multitude de mesures ont été identifiées. Celles les plus probantes en termes de réalisations potentielles ont été priorisées dans l'analyse d'atténuation, pour quantifier les émissions qui pourraient ainsi être évitées. Ces mesures sont :

- La réduction des émissions de méthane dans la riziculture ;
- La promotion de l'agriculture raisonnée ;
- La réduction de la fermentation entérique à travers une amélioration de la qualité des pâturages et La meilleure gestion des fumures.

Aux horizons 2020 et 2030, les projections du CNA montrent un accroissement des émissions respectivement par 16% et 25%, comparé aux émissions de l'année de base 2010. Les émissions passeraient ainsi de 24 056 Gg Eq.CO<sub>2</sub> à 27 914 Gg Eq.CO<sub>2</sub> en 2020 et 30 137 Gg Eq.CO<sub>2</sub> en 2030. Une mise en place des mesures priorisées citées plus haut mènerait à une réduction respectivement de 2 141 Gg Eq.CO<sub>2</sub> et 4 346 Gg Eq.CO<sub>2</sub> aux horizons 2020 et 2030. Ceci équivaldrait à une diminution des émissions du secteur agriculture par 7,7% et 14,4% en 2020 et 2030.



**Figure 18. Emissions du secteur Agriculture en cours normal des affaires et en scénario d'atténuation (en Gg Eq.CO<sub>2</sub>) en 2020 et 2030.**

L'apport des différentes mesures dans le potentiel d'atténuation du secteur Agriculture est présenté dans le tableau 41. Avec respectivement 3,6% et 6,9% des émissions du secteur en 2020 et 2030, l'agriculture raisonnée est le principal contributeur. Elle est suivie par la fermentation entérique avec 1,6% et 4,1% et la riziculture avec 2,5% et 3,3% aux horizons 2020 et 2030. La gestion du fumier

contribuera assez marginalement avec seulement 0,1% en 2030, ceci en raison des difficultés de sa mise en place face aux circonstances du pays.

**Tableau 41. Contribution (en Gg Eq.CO<sub>2</sub> et %) des mesures d'atténuation du secteur Agriculture.**

Mesure	2020	2030	2020	2030
Riziculture	684	991	2,5%	3,3%
Ag Conservation	1000	2079	3,6%	6,9%
Fermentation entérique	453	1233	1,6%	4,1%
Gestion du fumier	4	43	0,0%	0,1%
<b>Total</b>	<b>2141</b>	<b>4346</b>	<b>7,7%</b>	<b>14,4%</b>

### La riziculture

Le riz est l'aliment de base de la population et cette situation va encore perdurer. Par conséquent, la riziculture devrait être considérée très sérieusement pour l'atténuation, du fait que cette activité est une grande émettrice de méthane qui a un potentiel de réchauffement global plus conséquent que le gaz carbonique. Plusieurs systèmes de production existent en cultures pluviales et inondées. C'est cette dernière qui est la plus émettrice et demanderait à être revue de plus près. D'ailleurs, il y a eu beaucoup de recherches effectuées sur le plan international, avec des résultats concrets, fiables et applicables à travers le monde pour la culture de riz inondé. Plusieurs techniques sont utilisées, principalement la gestion du niveau d'eau dans les rizières, l'apport d'engrais organiques à des moments très précis du cycle de production, le labour avant la transplantation des plantules, mais aussi les variétés émettant moins de méthane.

Madagascar a développé sa propre technique, le Système de Riziculture Intensive (SRI), depuis déjà les années 1980. La seconde technique est le Système de Riziculture Améliorée (SRA). Les deux techniques sont acceptées par les cultivateurs ; et il faudrait donc les vulgariser afin d'impliquer tous les producteurs de riz en culture inondée du pays. Aux horizons 2020 et 2030, l'adoption de ces pratiques devrait mener à des réductions respectivement de l'ordre de 684 Gg Eq.CO<sub>2</sub> et 991 Gg Eq.CO<sub>2</sub>.

### Promotion de l'agriculture raisonnée

L'agriculture raisonnée qui privilégie la conservation dans un système durable, fait une percée timide auprès des agriculteurs. Cette option comprend toute une panoplie de mesures basées sur les principes suivants :

- Un travail minimal du sol ;
- Les associations de cultures et les rotations culturales ;
- La couverture permanente du sol ; et
- Le remplacement des engrais chimiques par ceux d'origine organique.

Les activités basées sur ces principes limitent la perte de carbone du sol, la préservation de la fertilité du sol, la réduction de l'évaporation et donc une meilleure disponibilité de l'eau, et une diminution des émissions provenant des engrais chimiques. Il est estimé que ces activités mèneraient à une réduction des émissions de 1 000 Gg Eq.CO<sub>2</sub> et 2 079 Gg Eq.CO<sub>2</sub> en 2020 et 2030 respectivement.

---

## La fermentation entérique

Cette option passe par une amélioration de l'alimentation des ruminants et figure parmi les priorités du pays pour atteindre l'objectif fixé d'améliorer l'exploitation des ruminants, en particulier, les zébus et leurs performances. Les activités à entreprendre comprennent :

- L'aménagement de pâturages permanents et de qualité ;
- La mise en place de points d'abreuvement ;
- Et la gestion des pâturages par les communautés de base.

Toutefois, à cause de l'élevage intensif typique du pays, ces activités demeurent assez difficiles à mettre en place. L'atténuation avec le bétail est tributaire du système qui devrait changer d'extensif à intensif, avec le coût que cela implique. De plus, il faut faire évoluer les habitudes et les comportements des agriculteurs, ce qui est difficile dans un laps de temps court. Il a été ainsi estimé que ces activités mèneront à des réductions de 453 Gg Eq.CO2 et 1233 Gg Eq.CO2 en 2020 et 2030 respectivement.

## La gestion du fumier

Vu que l'élevage des ruminants du pays est dominé par le système très extensif, il demeure difficile et contraignant d'améliorer la gestion du fumier pour réduire les émissions. Il existe toutefois des fermes laitières et des petits élevages intensifs où une meilleure gestion de la fumure pourrait être mise en place. Cette mesure a un potentiel assez faible mais gagnerait à être diffusée pour les bénéfices éventuels sur le long terme. Des réductions de 4 Gg Eq.CO2 et 43 Gg Eq.CO2 pour ces cas de figure sont prévues en 2020 et 2030 respectivement pour être représentatif des circonstances nationales.

## Atténuation du secteur UTCAF

Le secteur UTCAF de Madagascar comprend toutes les catégories de terres prescrites dans le Guide de Bonnes Pratiques de 2003 du GIEC. Par conséquent, l'atténuation a consisté à évaluer les émissions et les absorptions provenant des mesures sur les changements d'affectation des terres et activités à l'intérieur de chaque catégorie aux horizons 2020 et 2030 et les comparer avec le CNA.

La couverture du territoire la plus récente et disponible, celle de 2010, est présentée dans le tableau 42. Les Prairies occupent la majeure partie du territoire avec presque 70%, suivi des Terres Forestières avec 17,5%. Viennent ensuite les Autres Terres avec 5%, les Terres cultivées avec 4,5%, les Etablissements avec 2,1% et en dernier lieu les Zones Humides avec 1%. Toutes les catégories comportent des activités émettrices ou d'absorptions sauf les Autres Terres.

**Tableau 42. Répartition des terres de Madagascar selon les catégories du GIEC.**

Catégorie de terre	Superficie (ha)	% d'occupation du territoire
Terres Forestières	10 271 982	17,51
Terres Cultivées	2 619 634	4,47
Les Prairies	40 993 933	69,89
Les Zones humides	595 125	1,00
Les Etablissements	1 235 694	2,10
Les Autres Terres	2 933 632	5,00
<b>Total</b>	<b>58 650 000</b>	<b>100,00</b>

#### *Les Terres Forestières*

Les Terres Forestières occupent une superficie de 10 271 982 ha, soit 17,51% du territoire Malagasy. Elles sont en régression à cause des activités anthropiques, notamment l'agriculture extensive et itinérante sur brûlis, les feux de forêts et la collecte de bois pour divers usages entre autres. Par ces activités anthropiques, les Terres Forestières jouent un rôle majeur dans le bilan de GES du pays. Ces Terres constituent le plus important contributeur en termes d'émissions et concurremment absorbent le CO<sub>2</sub> pour faire de Madagascar un puits net, dans le temps présent. De plus, les Terres Forestières contribuent dans la vie journalière des populations rurales. Les richesses de Madagascar en diversité biologique et en espèces endémiques se trouvent aussi dans ces forêts.

#### *Les Prairies*

Les Prairies représentent une catégorie de terres prédominantes. D'une superficie de 40 993 933 ha, elles couvrent 69,89% du territoire de Madagascar. Ces Prairies revêtent une grande importance dans l'économie car elles constituent les aires d'élevage du bétail qui fait aussi partie de la culture Malagasy. Elles sont sujettes chaque année aux feux de brousse qui s'étendent sur des milliers d'hectares. Une meilleure gestion de ces feux de brousse fera de ces Prairies une catégorie de puits de GES.

#### *Les Terres Cultivées*

Les Terres Cultivées, d'une superficie de 2 592 733 ha, font également partie des catégories d'utilisation des terres importantes et occupent 4,47% de la surface de Madagascar. Elles abritent les cultures annuelles, les cultures pérennes ligneuses, les jachères et les mosaïques de cultures. Les activités anthropiques concourant à la génération des Terres de culture ou à leur recul, sont les feux de forêt ou de brousse, les prélèvements commerciaux, la collecte de bois de chauffe, l'abandon des terres de culture et l'insécurité alimentaire. Les Terres Cultivées seront appelées à jouer un rôle majeur pour l'atténuation de GES à l'avenir.

#### *Les zones humides*

Les zones humides, d'une superficie de 595 125 ha, représentent 1% de la surface de Madagascar. Représentant un faible pourcentage du territoire, elles occupent néanmoins une place importante pour la vie et la conservation de la diversité biologique. Elles sont constituées par les fleuves, les lacs, les rivières et les ruisseaux.



---

### *Les établissements*

Les établissements couvrent 1 235 694 ha et représentent 2,1% du territoire de Madagascar et ne sont pas négligeables. En abritant de nombreux arbres ils absorbent du CO<sub>2</sub> et pourraient occuper une place plus importante dans l'atténuation.

### *Les Autres Terres*

Les Autres Terres comprennent les terres non-classifiées dans les autres catégories. Ce sont notamment les terres arides et désertiques, et les surfaces rocheuses. Elles contribuent peu aux émissions de GES et ne pourraient aussi apporter beaucoup à l'atténuation. Cette catégorie couvre 2 933 632 ha pour 5% du territoire de Madagascar.

Tel qu'il est, le secteur UTCAF fait de Madagascar un puits de GES, mais ce potentiel baisse avec le temps, à cause de la déforestation, d'une constante augmentation du bois prélevé pour différents usages et aussi à la dégradation des superficies des forêts restantes. Cette catégorie fait partie des sources clés et demande ainsi une attention particulière pour l'atténuation. De plus, elle revêt une importance majeure en termes de produits des forêts pour les habitants des régions rurales et joue un rôle particulier pour la préservation de la biodiversité mondiale. Elle a donc reçu une attention particulière de par ses atouts pour l'atténuation. Les mesures évaluées sont :

- Reboisement à grande échelle ;
- Protection des forêts naturelles ;
- Restauration des forêts dégradées ;
- Réduction des superficies défrichées pour divers besoins et surtout la pratique du « tavy » ;
- La substitution du bois prélevé pour divers usages ; et
- L'Arboriculture et l'Agroforesterie.

L'objectif est de reboiser substantiellement les terres en friches et les prairies pour le scénario d'atténuation, ceci en forêt naturelle et en plantations pour fournir durablement le bois requis par le pays. Sur la base des données du rapport Evolution de la couverture des forêts naturelles à Madagascar, 2005-2010 , il a été projeté que le taux de déforestation diminuera de 0,4% enregistré entre 2005 et 2010 à 0,3% à l'horizon 2020 et à 0,15% à l'horizon 2030 (Tableau 43).

**Tableau 43. Taux de déforestation (1990-2010) et projections (2010-2030)**

<b>Période</b>	<b>1990-2000</b>	<b>2005-2010</b>	<b>2010-2020</b>	<b>2020-2030</b>
<b>Taux de déforestation (%)</b>	0,8	0,4	0,3	0,15

L'assomption considérée dans le cadre de cette évaluation serait que la protection des forêts s'étendra des aires protégées à la totalité des écosystèmes naturels ainsi que les plantations, et que le défrichement ralentira dans le long terme. Les projections ont été aussi établies sur la base d'une réduction des bois prélevés par une substitution partielle des besoins de cuisson, et de service mais aussi avec une adoption accrue des foyers améliorés et d'une meilleure technique de carbonisation pour la fabrication du charbon de bois. Des détails plus conséquents suivent sur ces rubriques plus loin dans ce document.

Le sommaire des réductions d'émissions à travers les mesures d'atténuation du secteur UTCAF est présenté dans la figure 19. Ces mesures permettent d'éviter la présence de 39 059 Gg Eq.CO<sub>2</sub> en 2020

et 48 750 Gg Eq.CO<sub>2</sub> en 2030 sur des émissions nettes de -59 877 Gg Eq.CO<sub>2</sub> et -23 233 Gg Eq.CO<sub>2</sub> respectivement pour ces deux pas de temps.

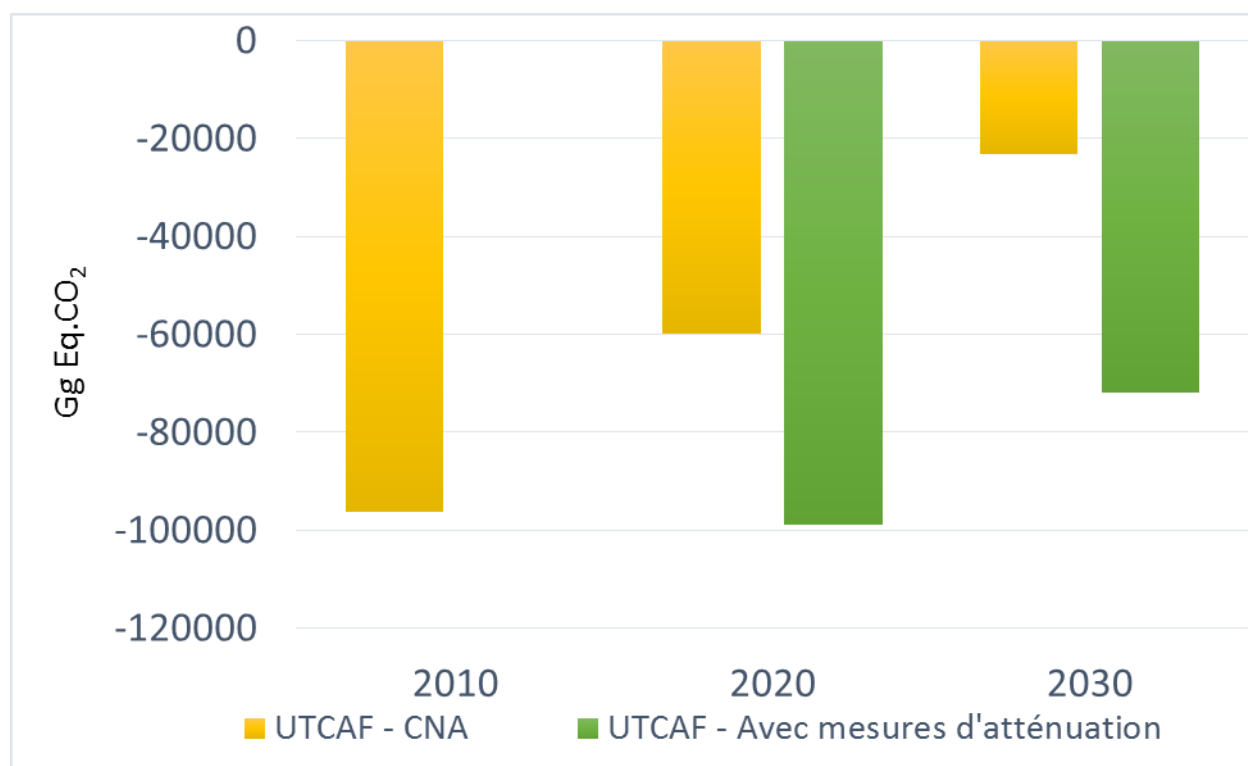


Figure 19. Atténuation (en Gg Eq.CO<sub>2</sub>) du secteur UTCAF en 2020 et 2030.

L'apport des différentes mesures pour le secteur UTCAF dans le potentiel d'atténuation national est présenté dans le tableau 44. La mesure phare demeure la protection des forêts qui mènerait à une absorption additionnelle de 51,6 et 149,7% en 2020 et 2030 avec 30 917 Gg Eq.CO<sub>2</sub> et 34 782 Gg Eq.CO<sub>2</sub> respectivement. Ensuite, par la réduction de la consommation du bois de feu avec 6 863 et 9 547 Gg Eq.CO<sub>2</sub> pour 11,5% et 41,1% du potentiel du secteur, le reboisement avec 1003 Gg Eq.CO<sub>2</sub> et 3532 Gg Eq.CO<sub>2</sub> pour 1,7% et 15,2%. L'arboriculture et l'agroforesterie combinées contribueront à une absorption de 275 Gg Eq.CO<sub>2</sub> et 889 Gg Eq.CO<sub>2</sub>, ce qui représente, respectivement en 2020 et 2030, 0,5% et 3,8% du potentiel d'atténuation du secteur.

Tableau 44. Contribution (en Gg Eq.CO<sub>2</sub> et %) des mesures d'atténuation du secteur UTCAF.

Mesure	2020	2030	2020	2030
Reboisement	-1003	-3532	1.7%	15.2%
Protection des forêts	-30 917	-34 782	51.6%	149.7%
Réduction de la consommation du bois de feu	-6863	-9547	11.5%	41.1%
Arboriculture et Agroforesterie	-275	-889	0.5%	3.8%
<b>Total</b>	<b>-39 059</b>	<b>-48 750</b>	<b>65.2%</b>	<b>209.8%</b>

### Le Reboisement

Avec le temps, suite à la déforestation et faute de moyens pour le reboisement, la superficie sous Prairie a augmenté dans l'île, et aujourd'hui cette situation a des effets néfastes sur d'autres secteurs. Le reboisement est une pratique courante depuis de nombreuses années, mais n'a pas été constante selon les objectifs retenus, compte tenu des circonstances nationales. Le reboisement avec des espèces

---

endémiques et commerciales se présente comme une solution idéale car cela permettrait de séquestrer du gaz carbonique tout en pourvoyant le bois requis pour les besoins résidentiels, de services et industriels.

En conséquence, le plan serait de commencer avec les plantations commerciales suivi du reboisement avec des espèces indigènes quelques années après. Cette approche de la mise en œuvre du programme de reforestation prend en considération la préparation des plantules des espèces endémiques en quantités suffisantes et autres mesures associées. L'objectif réalisable de reboisement de 5000 ha et 9000 ha annuellement aux horizons 2020 et 2030 contribuera à une nette absorption de 1 003 Gg CO<sub>2</sub> jusqu'en 2020 et 3532 Gg CO<sub>2</sub> jusqu'en 2030 si le programme serait mis en place avec succès.

### **La protection des forêts**

La mesure de protéger des forêts s'aligne avec la stratégie du Gouvernement Malagasy d'augmenter la superficie sous protection, pour éventuellement arriver à présenter la superficie sous couverture forestière sur la majorité du territoire. Elle intègre ainsi la restauration des forêts dégradées. Ceci permettrait d'augmenter la capacité de séquestration des forêts du pays. Le potentiel de cette mesure, basée sur 8 millions ha et 9 millions d'hectares d'aires protégées, a été estimé à 30 917 Gg Eq.CO<sub>2</sub> en 2020 et 34 782 Gg Eq.CO<sub>2</sub> en 2030 respectivement.

### **Réduction de la consommation du bois de feu**

Actuellement, à Madagascar, la consommation de bois provenant des forêts et d'autres réserves de biomasse est responsable d'une grande part des émissions de GES. De plus, elle est source de dégradation du terroir avec des effets négatifs sur d'autres secteurs tels l'agriculture et l'élevage. Elle représente donc une activité d'importance majeure à cibler pour réduire les émissions, tout en privilégiant un développement sobre en carbone.

Etant transversal, il est nécessaire de considérer ce problème de manière intégrée car il est lié à d'autres activités résidentielles et industrielles. En effet, les mesures privilégiées dans les autres secteurs vont dans ce sens, à l'exemple du taux d'électrification, de la promotion du gaz de pétrole liquéfié, de la vulgarisation des foyers améliorés et d'une carbonisation plus efficiente dans les fours lors de la fabrication du charbon. Il a été considéré, pour les besoins de cette étude, que les bois perdus par le défrichement et les feux soient recueillis et utilisés à des fins domestiques ou autres. Il a donc été intégré dans des mesures de réduction de la consommation de bois. Cette panoplie de mesures mènerait à des réductions d'émissions de 6863 Gg Eq.CO<sub>2</sub> en 2020 et 9547 Gg Eq.CO<sub>2</sub> en 2030.

### **L'Arboriculture et l'Agroforesterie**

L'Arboriculture et l'Agroforesterie confèrent un gros potentiel d'atténuation au pays et devraient s'y prêter dans les conditions de certaines régions du pays. Elle a été aussi donc évaluée pour les besoins de cette étude. Il est projeté de convertir 5 000 ha et 10 000 ha annuellement aux horizons 2020 et 2030 des terres en friches pour les besoins arboricoles et d'agroforesteries. Ces mesures résulteront en des absorptions de 275 Gg Eq.CO<sub>2</sub> en 2020 à 889 Gg Eq.CO<sub>2</sub> en 2030.

### **Atténuation du secteur Déchet**

Les déchets solides et liquides constituent des sources d'émission de GES. Les plus importants sites de production de déchets solides sont les décharges communales des principales grandes villes, dont entre autres : Antananarivo, Fianarantsoa, Antsiranana, Antsirabe et Tuléar.

Dans le scénario de base, les émissions de référence étaient celles émises lors de l'Inventaire National de 2010 (Troisième Communication Nationale au titre de la CCNUCC), ainsi que leur projection jusqu'en

---

2030. Cette projection a été faite à partir du calcul de l'évolution de la quantité de déchets solides mis en décharges jusqu'en 2030 et de l'évolution des émissions qui résultent de ces quantités des déchets projetées.

Les eaux usées comprennent les eaux domestiques, industrielles et commerciales. En ce qui concerne les eaux usées domestiques, aucune ville, même la capitale, ne dispose d'aucune station de traitement adéquate. Généralement, les eaux communales venant des ménages, des marchés, des hôpitaux et des stations de lavage, sont collectées par un système d'égouts et charriées vers des lacs servant de bassin tampon avant de se déverser dans les rivières, pour se jeter finalement dans la mer. Pour le système de latrine à Madagascar, il y en a deux types : les latrines traditionnelles (fosses perdues) et les latrines modernes (fosses septiques). Ces types de latrines sont utilisés aussi bien dans le milieu urbain que dans le milieu rural, avec tout de même des taux d'utilisation différents. Quant aux effluents industriels, au cours de ces cinq dernières années, on note une recrudescence des unités industrielles, plus particulièrement les industries minières qui sont réparties dans toutes les régions de l'île mais qui ne sont pas de gros émetteurs de GES.

Une étude et recherche des programmes ou options de gestion des déchets solides ménagers qui existent au pays et qui peuvent contribuer à l'atténuation des émissions de méthane a été faite. Ces options existent et sont appliquées de façon individuelle ou à petite échelle. Elles devraient donc être mieux structurées et opérationnalisées à une plus grande échelle dans le cadre de l'atténuation de GES.

Les options qui ont été ainsi identifiées pour être évaluées concernent :

- Le tri avec recyclage ;
- Le compostage à grande échelle ;
- La récupération/ réutilisation des déchets biodégradables ;
- Le lombricompostage ;
- Le compostage familial ; et
- La valorisation énergétique.

Pour le traitement des eaux usées, il faudrait adopter le traitement aérobie grâce auquel il n'y aura pas d'émissions de méthane. Sinon, en anaérobie le méthane émis peut être utilisé à des fins domestiques ou être converti en électricité (méthanisation). Cependant, avant d'en arriver là, il y a lieu d'installer tout un réseau de collectes des eaux usées et les traiter en un volume conséquent. Cette possibilité n'a pas été retenue car elle semble être difficile à réaliser jusqu'à l'horizon 2030. La mesure de production de biogaz a été testée dans les latrines publiques mais ne semble pas être acceptée par la population pour une question de culture. Elle a quand même été retenue mais pas à une grande échelle. Ainsi, il paraît assez difficile de mettre en place un programme conséquent d'atténuation pour les eaux usées.

Le potentiel des mesures d'atténuation des déchets solides et liquides, notamment le triage des déchets solides ménagers, suivi du compostage et le biogaz, se chiffrerait, respectivement en 2020 et 2030, à 664 Gg Eq.CO<sub>2</sub> et 1749 Gg Eq.CO<sub>2</sub>, comparées aux scénarii CNA. Aux horizons 2020 et 2030, ces scénarii CNA seraient responsables d'émissions de l'ordre de 1 032 et 2 032 Gg Eq.CO<sub>2</sub>. Ces mesures permettront des réductions de 64% et 84% des émissions projetées sous le CNA. Ces résultats d'atténuation du secteur Déchet et les scénarii CNA sont présentées dans la figure 20 ci-dessous.

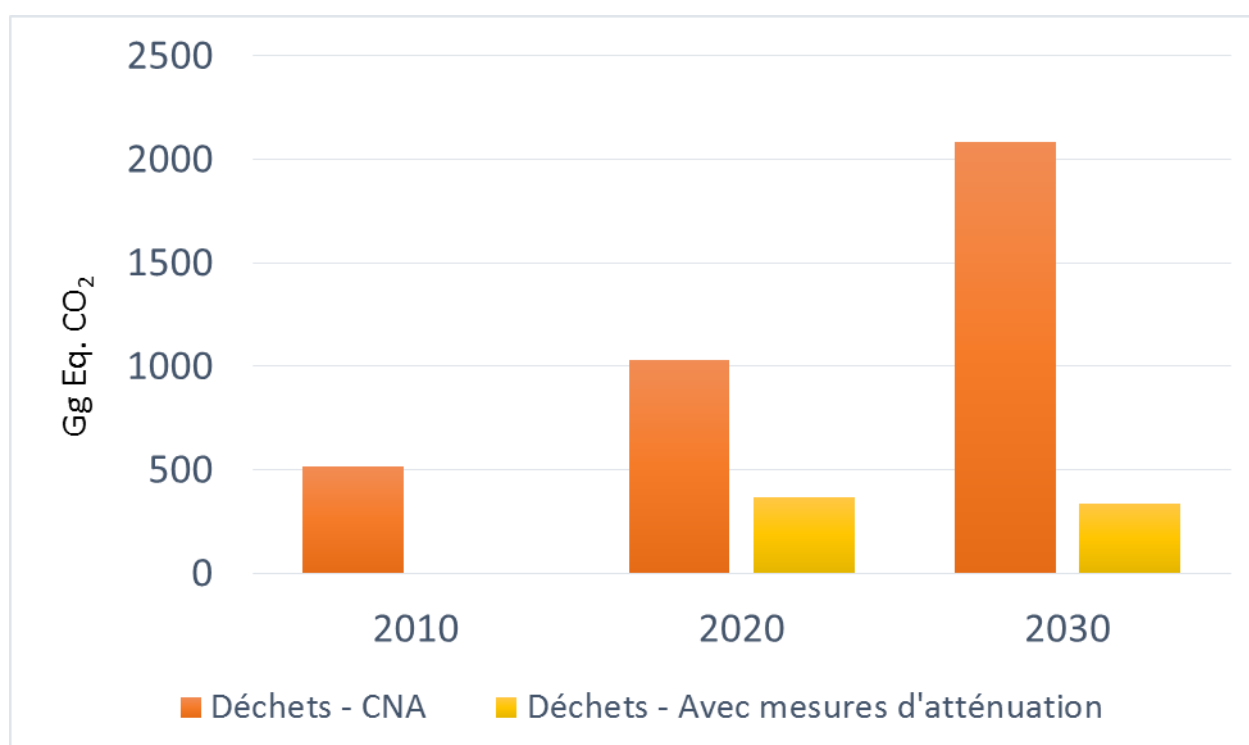


Figure 20. Atténuation (en Gg Eq.CO<sub>2</sub>) du secteur Déchets en 2020 et 2030.

L'apport des différentes mesures dans le potentiel d'atténuation du secteur Déchets est présenté dans le tableau 45. Aux horizons 2020 et 2030, le principal contributeur reste les déchets solides, avec respectivement 59,9% et 80,7%. Les Eaux usées atténueront seulement à 4,5% et 3,3% aux horizons 2020 et 2030. Même si c'est minime dans le bilan national, il est impératif de considérer ce secteur pour les besoins de la population en matière de santé qui reste primordiale pour le développement du pays.

Tableau 45. Contribution (en Gg Eq.CO<sub>2</sub> et %) des mesures d'atténuation du secteur Déchets.

Mesure	2020	2030	2020	2030
Production de Biogaz	618	1681	4,5%	3,3%
Tri et Compostage des DSM	46	68	59,9%	80,7%
<b>Total</b>	<b>664</b>	<b>1749</b>	<b>64,0%</b>	<b>84,0%</b>

### Déchets Solides Ménagers (DSM)

Les options identifiées pour les déchets ménagers incluent le compostage et l'enfouissement contrôlés. Si le compostage réduit les émissions, l'enfouissement doit être dans des cellules fermées afin de pouvoir soit (1) brûler le méthane en torchère, soit (2) le convertir en électricité. Au départ, l'enfouissement mènerait à des émissions de méthane jusqu'au moment où le constituant en méthane serait suffisamment élevé pour être brûlé en torchère ou récupéré pour être converti en électricité. Toutefois, étant donné le facteur temps sur laquelle nous travaillons, surtout en prenant en considération le temps qu'il faut pour instaurer le système d'enfouissement et la situation économique du pays, cette option n'a pas été évaluée. Donc la combinaison 'tri en amont pour récupérer les matières recyclables' suivi du 'compostage' ont été privilégiés. De fort demande en fertilisant propre privilégie l'adoption de cette mesure puisque le compost pourrait rentrer dans l'agriculture raisonnée. Ainsi, la mesure privilégiée reste le tri afin de recycler le maximum de déchets non-organiques et de sources fossiles tels que le plastique, et ensuite transformer la partie organique pour en faire du

---

compost. Il est prévu qu'un tri poussé et un recyclage plus conséquent des déchets de sources fossiles meneront à une réduction des GES occasionnés par le brûlis sauvage des déchets des dépôts. Concomitamment, cela augmentera la part des matières organiques des déchets restants et facilitera le compostage. Il est ainsi prévu qu'environ 60% et 85% des matières organiques restantes seront transformées en compost en 2020 et 2030 respectivement, pour alimenter le programme d'agriculture raisonnée. Le tri avec recyclage combiné avec le compostage mèneront à une réduction de 618 et 1681 Gg Eq.CO2 aux horizons 2020 et 2030 respectivement.

### **Déchets liquides**

Pour la gestion des déchets liquides, aucun programme ou projet d'envergure lié à l'atténuation n'est en cours. Dans le traitement des eaux usées, les infrastructures existantes restent inchangées et vétustes. Tout dépend de la disponibilité de fonds de l'Etat ou de l'aide extérieure, pour renouveler les réseaux d'égout et de canalisation de ces eaux.

Donc, l'option d'atténuation analysée s'insère dans l'état de développement économique du pays et consiste à mettre en place un système qui permettra de récupérer les gaz produits « le biogaz » ; et les utiliser pour des fins énergétiques (cuisson et éclairage) au niveau des ménages.

Cette analyse d'atténuation comprend le développement des bioréacteurs communaux au niveau des latrines publiques qui consiste à installer des bioréacteurs qui produiront du biogaz, que les fokontany (structures de décentralisation de l'Etat rapprochant le plus la population) gèreront pour l'approvisionnement énergétique de ses terroirs. Les digesteurs pourront être installés dans les zones communales réparties dans les 119 Districts ou bien les 1 500 Communes de Madagascar.

Cette mesure contribuera à une réduction de 46 Gg Eq.CO2 et 68 Gg Eq.CO2 de GES en 2020 et 2030 respectivement. Aussi minime qu'il soit en volume de GES évités, c'est le bienfait sanitaire qui en découle qui demeure l'apport principal dans le développement durable du pays.

## 4. ÉTUDES DE LA VULNÉRABILITÉ ET DE L'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

---

### 4.1. Climat actuel, tendances observées et variabilité

#### La climatologie de Madagascar

Le climat de Madagascar est très varié. Il est conditionné par quatre facteurs très importants : sa position géographique, son relief, l'influence maritime et le régime du vent. On distingue deux saisons distinctes : l'été, de novembre en avril ; et l'hiver, de mai en octobre. L'été est aussi la saison des cyclones qui sont très actifs, notamment pendant le mois de janvier et février. Ces deux saisons sont séparées par de courtes intersaisons qui durent environ un mois. Le mouvement de la zone de convergence intertropicale (ZCIT) qui oscille autour de l'équateur a son impact sur les saisons. Du point de vue climatique, Madagascar est divisé en cinq grandes régions climatiques du Nord au Sud et d'Est en Ouest :

- Le littoral Est qui jouit d'un climat chaud et humide ;
- Les Hautes Terres qui ont un climat tropical d'altitude, caractérisé principalement par un hiver froid ;
- La région Ouest qui est caractérisée par un climat chaud et sec, avec un été chaud et humide ;
- Le climat de l'extrême Sud-est, du type semi-aride ;
- La région du Sambirano (Nord-ouest) qui a un climat analogue à celui de la côte Est, qu'on peut classer comme un climat de mousson.

#### Les cyclones tropicaux

Dans le globe, il y a différentes zones de formation des cyclones qu'on appelle bassin. Madagascar se trouve dans le bassin du sud-ouest de l'Océan Indien. La plupart des perturbations tropicales du Sud-ouest de l'Océan Indien naissent entre 10° et 15° de latitude Sud. En outre, le canal de Mozambique est aussi un autre lieu de formation des cyclones pour la Grande Ile. La saison cyclonique du pays va du 01 novembre au 30 avril. En moyenne, trois à quatre cyclones tropicaux par an touchent Madagascar. Les cyclones qui abordent Madagascar peuvent être d'une extrême violence avec des rafales de vent pouvant arriver jusqu'à plus de 250 km par heure.

Les cyclones du bassin Sud-ouest de l'Océan Indien ont été classifiés selon la force maximale du vent au centre (dépression tropicale, tempête tropicale modérée, forte tempête tropicale, cyclone tropical, cyclone tropical intense et cyclone tropical très intense). Toutes les régions de Madagascar sont soumises aux perturbations tropicales ; et les alertes cycloniques sont subdivisées en trois types d'avis destinés au public et aux autorités : avis d'avertissement ; avis de menace ; et avis de danger imminent. En moyenne, neuf perturbations se forment dans le bassin du Sud-ouest de l'Océan Indien, mais généralement, quatre arrivent au stade de cyclones tropicaux.

#### Le changement climatique à Madagascar

##### Tendance générale des paramètres météorologiques

L'analyse de la tendance des deux paramètres météorologiques, la pluie et la température, nous montre des changements très significatifs au cours des 30 dernières années. Concernant la température, les données enregistrées par les quelques stations synoptiques étudiées démontrent que la moyenne

---

annuelle ne cesse d'augmenter. Par rapport à la précipitation, bien que les changements ne soient pas uniformes, l'on note que généralement, les précipitations ont tendance à décroître sur plus de 30 années d'observation.

Même si le nombre de cyclones, qui abordent la Grande Ile, ne varie pas beaucoup ; l'intensité de ce phénomène peut actuellement être d'une extrême violence.

## Scénarios climatiques

Madagascar est l'un des pays les plus vulnérables face au changement climatique. Dans le cadre de cette Troisième Communication Nationale, la méthodologie suivante a été adoptée pour générer les scénarii climatiques :

- Collecte des données et documentation ;
- Étude du climat actuel ;
- Choix et apprentissage des logiciels et des outils ;
- Construction des scénarii climatiques avec le logiciel MAGICC/SCENGEN.

Les paramètres météorologiques choisis pour effectuer l'étude du climat et du changement climatique sont les précipitations et la température. Les stations utilisées ont des données de plus de 30 années (pluie et température) dont la plupart ont été collectées auprès de la Direction Générale de la Météorologie. Des visites auprès de certaines institutions et des sites internet ont aidé à compléter la documentation.

Le scénario du changement climatique est une description plausible de l'état futur du climat. Le logiciel MAGICC/SCENGEN ver. 5.3 (University Corporation for Atmospheric Research by TML Wigley. 2008) a été utilisé pour obtenir le scénario climatique du pays. Cet outil permet de modéliser numériquement le climat.

## Résultats des scénarii de changement climatique

### MAGICC

Basée sur l'estimation de MAGICC, en 2020, la concentration du gaz carbonique dans l'atmosphère augmente à plus de 400 parties par million (ppm), et atteindrait les 850 ppm en 2100. La température moyenne globale du globe terrestre augmente. L'augmentation de la température moyenne serait d'environ +4°C. Le niveau moyen de la mer de la surface du globe s'élève de 15 cm en 2050, par rapport au niveau moyen actuel, pour atteindre environ 40 cm en 2100.

### SCENGEN

SCENGEN donne des résultats par point de grille pour les différentes années projetées, en l'occurrence 2025, 2050, 2075 et 2100 ; et ces résultats ont été traduits en données de la localité représentative des cinq zones climatiques de l'île. Une étude séparée des deux paramètres climatiques (pluie et température) a d'abord été faite pour chacun des trois modèles de circulation générale retenus. Les résultats des trois modèles de circulation générale ont été ensuite combinés pour obtenir un résumé (tableau 49).

Les variations des paramètres climatiques (pluie et température) sur l'ensemble du pays pour les différents horizons sont données dans les tableaux suivants :



**Tableau 46 – Modèle de circulation générale HadCM3.**

Horizon	Température annuelle	Pluie annuelle	Pluie saisonnière
2025	Entre 0,5 °C et 0,85 °C	Entre -10,1% et -2,1%	Entre -12% et 8%
2050	Entre 1 °C et 1,8 °C	Entre -23% et -5%	Entre -18% et 12%
2075	Entre 1,5 °C et 2,6 °C	Entre -37% et -7%	Entre -30% et 22%
2100	Entre 2,4 °C et 4,4 °C	Entre -54% et -10%	Entre -45% et 25%

**Tableau 47 – Modèle de circulation générale CSIRO MK.0.**

Horizon	Température annuelle	Pluie annuelle	Pluie saisonnière
2025	Entre 0,68 °C et 0,84 °C	Entre -17% et 0,5%	Entre -22% et 2%
2050	Entre 1,36 °C et 1,85 °C	Entre -38% et 6%	Entre -38% et 10%
2075	Entre 2,5 °C et 2,9 °C	Entre -60% et 10%	Entre -75% et 15%
2100	Entre 2,5 °C et 4,1 °C	Entre -70% et 10%	Entre -90% et 30%

**Tableau 48 – Modèle de circulation générale ECHAM5/MPI-O**

Horizon	Température annuelle	Pluie annuelle	Pluie saisonnière
2025	Entre 0,62 °C et 0,9 °C	Entre -7% et 3%	Entre -10,5% et 0,5%
2050	Entre 1,3 °C et 2,1 °C	Entre -16% et 6%	Entre -23% et -1%
2075	Entre 2 °C et 3,4 °C	Entre -24% et 9%	Entre -36% et -4%
2100	Entre 2,5 °C et 5 °C	Entre -34% et 16%	Entre -44% et -4%

**Tableau 49 – Combinaison des trois modèles de circulation générale.**

Horizon	Pluie saisonnière (DJF)
2025	Entre -10,5% et 3,5%
2050	Entre -23% et 7%
2075	Entre -36% et 12%
2100	Entre -50% et 15%

En résumé, selon le logiciel MAGICC/SCENGEN, la diminution de la pluviométrie est très marquée dans la partie Sud de Madagascar et une partie de la région Est. La partie Nord-ouest de l'île n'est pas trop affectée par cette diminution, et on y assiste parfois des variations minimales.

En général, la température augmente sur l'ensemble du territoire de Madagascar, mais elle croît beaucoup plus sur l'extrême Sud de l'île.

---

## Scénarii socio-économiques

Le scénario socio-économique servant de base à l'établissement de la Troisième Communication Nationale de Madagascar met en exergue deux situations différentes :

- Une situation de référence, c'est à dire une situation projetée dans le temps (2025, 2050, 2075, 2100) en faisant abstraction des impacts du changement climatique ;
- Une situation avec les mêmes hypothèses mais en tenant compte des impacts du changement climatique sur des projections à travers le temps.

Ces deux situations différentes ont été comparées entre elles, afin de mettre en évidence la situation additionnelle générée par les variables climatiques. L'écart va servir comme cadre de référence dans lequel les mesures d'adaptation seront identifiées et choisies. Ainsi, la méthodologie adoptée s'appuie sur la base de données au niveau de l'Institut National des Statistiques (INSTAT) et au niveau des autres secteurs concernés. Elle utilise également, par la suite, des droites de tendances, afin de caractériser l'évolution de chaque scénario avec et sans changement climatique. Cette dernière est justifiée par le coefficient de corrélation définissant la marge d'erreur entre la courbe de tendance et les données existantes. Les données climatiques brutes vont servir à la construction du scénario de projection avec changement climatique, permettant ainsi de déterminer le temps de référence, soit l'année 2000 pour laquelle il a été constaté que le changement climatique est le plus marquant. A la lumière des résultats obtenus, plusieurs secteurs sont considérés vulnérables.

Au premier abord, la comparaison des deux scénarios révèle que la courbe de tendance de l'évolution du nombre de ménages vivant en dessous du seuil de la pauvreté s'accroît plus rapidement sous l'influence du changement climatique. En effet, la projection indique qu'en 2015, 100% de la population de Tuléar deviendrait pauvre et qu'en 2025 une situation similaire se produira à Fianarantsoa.

En matière de santé publique, l'évolution du taux de prévalence du paludisme et des maladies diarrhéiques reste stable, soit respectivement de 4,2% et de 8% grâce aux impacts combinés des programmes et projets de lutte contre ces maladies. Quant aux infections respiratoires aiguës, on constate une évolution croissante du taux de prévalence qui peut atteindre 100% en 2075 sous l'effet du changement climatique.

Sur le plan agricole, une comparaison des deux scénarii révèle une diminution beaucoup plus importante de la productivité, notamment dans la filière riz avec l'effet du phénomène météorologique ; tandis que la superficie agricole augmentera très rapidement.

Dans le secteur élevage, l'effet du changement climatique commencera à se faire sentir seulement entre les années 2050 et 2075 pour les bovins et les ovins qui auront besoin des mesures spécifiques d'adaptation. Le secteur pêche est très vulnérable surtout concernant les crevettes, les crabes, les trépangs, les poissons marins et les poissons d'eau douce.

La régression forestière est très intense sous l'influence du changement climatique. En effet la couverture forestière en 2100 ne serait plus que de 362 254 ha sur les 9 755 434 ha de la superficie de l'année 2000.

Dans le domaine du tourisme, bien que l'arrivée des visiteurs présente une tendance croissante, celle-ci diminuerait de 6,6% par rapport à la situation de référence en 2100.

## 4.2. Impacts du changement climatique et mesures d'adaptation par secteur

### Secteur santé publique

Dans le cadre de cette Troisième Communication nationale, l'étude concernant la santé publique se penchera tout particulièrement sur deux pathologies : le paludisme et les maladies diarrhéiques, dont les prévalences sont intimement liées aux variations des conditions climatiques.

L'étude a été menée au niveau de trois régions bien distinctes, aux caractéristiques complémentaires tant sur le plan géographique que sur le plan socio-économique :

- la Région du Menabe, une agglomération de la côte Ouest de Madagascar située en bordure du Canal de Mozambique ;
- la Région Analamanga, située sur les Hautes Terres Centrales ; et
- la Région Alaotra-Mangoro, située à une altitude intermédiaire, sur le versant Est de l'île, comportant aussi bien des zones de plateaux que des plaines.

Ces Régions sont régulièrement sujettes à d'importants phénomènes environnementaux liés aux cataclysmes naturels tels que les cyclones, les inondations dues aux fortes pluies ou à l'élévation saisonnière du niveau de la mer et les phénomènes d'érosion éolienne et pluviale.

Les pathologies d'origine hydrique et les maladies vectorielles deviennent plus répandues du fait de l'accroissement de la possibilité de survie des vecteurs et des germes dans un environnement où la température serait plus élevée. Le paludisme et les diarrhées sont les preuves flagrantes de ces faits à Madagascar. Ils sont fréquents dans le pays et constituent des défis importants en matière de santé publique. La courbe de prévalence de ces deux pathologies pendant l'année 2005 montre une augmentation du nombre de cas pendant la période chaude et humide, d'octobre à mars.

Figure 21 – Cas du paludisme à Antananarivo (2005)

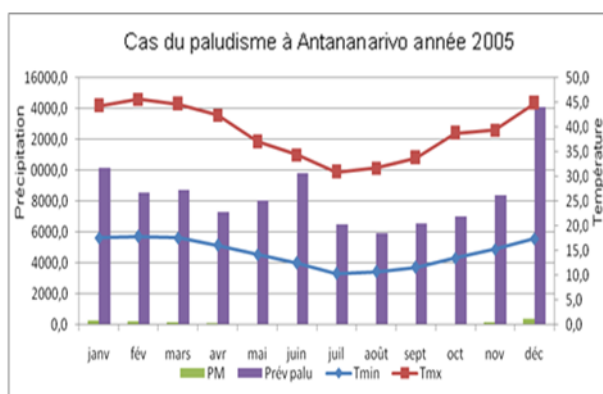
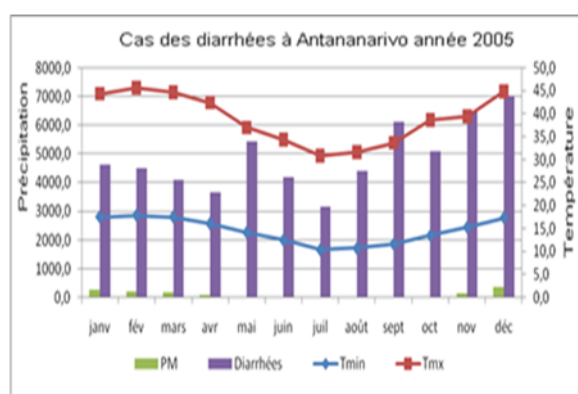


Figure 22 – Cas des diarrhées à Antananarivo (2005)



Bien que la prise en charge de ces maladies à Madagascar suive les normes de l'Organisation Mondiale de la Santé, c'est seulement moins de la moitié des enfants atteints de la diarrhée qui reçoivent des traitements appropriés. D'autre part, il est à noter que le secteur santé est sujet à une insuffisance des ressources humaines tant quantitatives que qualitatives, du fait de la concentration des grands hôpitaux et des personnels qualifiés dans la Capitale.

En outre, la population malagasy est majoritairement pauvre (76,5% en 2010), et est en général dans l'incapacité, tant sur le plan géographique que financier, d'accéder aux soins de santé.

### Les mesures d'adaptation pour le système de santé en général

- L'augmentation de la contribution de l'État dans l'amélioration de la santé de la population par la fourniture d'un service de santé de qualité pour tous ;
- La mise en place d'une infrastructure adéquate ;
- Le financement suffisant, conformément à la déclaration d'Abuja, selon laquelle au moins 15% du budget national devrait être alloué à la santé publique ;
- Le déploiement et redéploiement du personnel médical ;
- Ressources humaines qualifiées et motivées, équitablement réparties dans tout le territoire ; et
- La mise en place de mesures incitatives pour le personnel médical dans les zones enclavées et/ou éloignées notamment en matière de construction de logement avec la fourniture du minimum de mobiliers indispensables.

## Le paludisme

### Impacts directs

Le paludisme, qui touche 90% du pays, est la première cause de mortalité dans les formations sanitaires. Il est endémique dans les zones côtières, à forte transmission notamment dans l'Ouest, et épidémique dans les Hautes Terres Centrales, particulièrement pendant la saison chaude et pluvieuse de novembre en avril.

Les données de 2004 à 2013 indiquent que le paludisme tend à régresser. Cette régression est principalement due aux impacts des programmes et projets de lutte contre ce fléau.

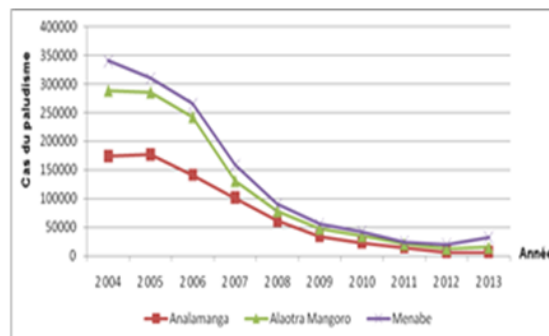
### Impacts indirects

Le paludisme affecte la santé et la richesse des pays et des personnes. En Afrique actuellement, il est admis que c'est une maladie due à la pauvreté. Le paludisme entrave aussi la scolarité des enfants et le développement socio-économique, en raison de l'absentéisme scolaire et professionnel.

### Vulnérabilité liée au paludisme

Le climat joue un rôle très important dans la transmission de cette maladie. Elle est surtout liée à l'augmentation de la température associée à la présence d'eaux stagnantes. Le développement des parasites et des moustiques requiert des conditions climatiques particulières telles qu'une humidité supérieure à 60%, une précipitation atteignant 80 mm par mois et une température optimale de 18 à 32 °C. C'est pour ces raisons qu'à Madagascar, la vulnérabilité aux maladies vectorielles est particulièrement élevée. Les zones côtières présentent un caractère endémique, les Hautes Terres, jusqu'alors relativement épargnées, seront de plus en plus vulnérables en raison du changement climatique, principalement lié à l'augmentation de la température.

Figure 23 – Prévalence du paludisme dans les 3 régions (2004 à 2013)



## Mesures d'adaptation au paludisme

Les mesures d'adaptation préconisées sont définies ci-après :

- Renforcement de l'unité de veille sanitaire par la création de sites sentinelles pour une meilleure organisation de la surveillance épidémiologique ; et
- Renforcement du système de santé, afin de réduire l'incidence du paludisme par l'application des mesures continues adaptées, afin de prévenir la réapparition de la transmission.

Il s'agit de :

- Mener des recherches actives des cas et les classer (autochtones, importés, etc.) ;
- Réaliser des détections, classifications, « *mapping* » et notifications des foyers de transmission ;
- Promouvoir : l'information, l'éducation et la communication pour le changement de comportement, les campagnes d'aspersion intra-domiciliaires d'insecticides (CAID), la distribution de moustiquaires imprégnées à efficacité durable (MID), le dépistage de masse et le traitement des cas positifs dans les foyers de transmission encore actifs, et les réflexions sur la prévention de la réintroduction de cas importés ;
- Former une masse critique de personnels recyclés pour la lutte contre le paludisme et l'entretien régulier des échanges de compétences entre les divers acteurs de lutte et les autres partenaires;
- Augmenter le budget alloué aux activités sur le terrain (CAID, MID) et aux recherches opérationnelles (sensibilité vecteurs, efficacité du traitement) ; et
- Assurer une meilleure coordination des activités au niveau des sites d'action et des circuits d'information.

## Les diarrhées

### Impacts directs

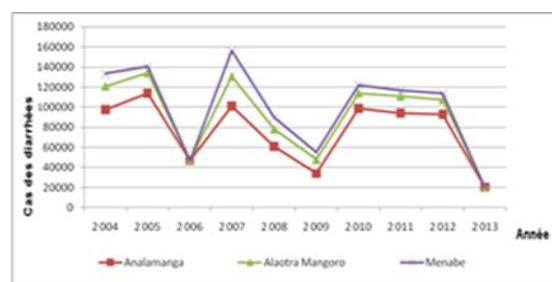
Quant aux diarrhées, elles sont à l'origine d'environ 10% de décès chez les enfants de moins de cinq ans et sont principalement dues à la consommation d'eau puisée peu sûre et non bouillie.

Les maladies diarrhéiques présentent une courbe en dents de scie de moyenne constante avoisinant 100 000 cas par an. Cette situation pourrait être expliquée par la non-interruption des aides financières des partenaires pour les secteurs sociaux de base durant la crise politique de 2009-2014 et d'autre part, de la méconnaissance ou l'absence des moyens d'adaptation.

### Impacts indirects

Le paludisme est une cause fréquente de diarrhée modérée qui, chez l'enfant non immunisé, annonce parfois une forme grave. Les maladies diarrhéiques présentent un coût important à la fois direct et

Figure 24 – Prévalence de la diarrhée dans les 3 régions (2004 à 2013)



---

indirect. Elles engendrent une perte de 3,5 millions de journées d'écoles par an et de 5 millions de journées de travail par an.

### **Vulnérabilité aux diarrhées**

Les maladies liées à l'eau ont tendance à s'accroître, plus particulièrement au niveau des régions de faible capacité d'intervention et manquant d'outils de prévention pour faire face aux phénomènes naturels, type inondations et cyclones. Le faible niveau d'hygiène et le non accès à l'eau potable entraînent des infections diarrhéiques, cause principale de morbidité et de mortalité chez les nourrissons et les enfants, ce qui retarde systématiquement la croissance (EPM 2010).

Dans les Pays en Développement, le cercle vicieux de la pauvreté, l'insécurité alimentaire, la malnutrition et les maladies infectieuses aggravent le fléau. De plus, le climat et les conditions socio-économiques favorisent le développement des diarrhées, plus particulièrement chez les personnes vulnérables, notamment les enfants de moins de cinq ans, les femmes enceintes et les personnes âgées.

### **Mesures d'adaptation au changement climatique face aux diarrhées**

Les mesures d'adaptation au changement climatique face aux diarrhées sont les suivantes :

- Mise en place de nouvelles sources améliorées d'eau potable en nombre suffisant ;
- Mise en place des programmes Eau-Assainissement-Sanitation-Hygiène (WASH) dans les régions à forte mortalité infantile ;
- Renforcement des services « eau et assainissement » afin d'assurer un plus grand choix et une utilisation accrue d'approvisionnement sûr et fiable en eau ;
- Assurance et qualité de l'eau à domicile ; et
- Promotion des installations sanitaires propres et respectant l'intimité dans les foyers, les communautés et les écoles.

## **Secteur Agriculture**

### **Vulnérabilité du secteur Agriculture en général**

D'une manière générale, l'analyse de la sensibilité du sous-secteur production végétale révèle que la sécheresse, le déficit hydrique sévère et les inondations et autres excès d'eau dans le sol, associés à la variabilité des précipitations et l'irrégularité des saisons pluvieuses perturbant le calendrier agricole, sont les risques climatiques ayant le plus grand impact sur les modes d'existence du secteur Agriculture. Les plus exposés sont les exploitants agricoles, les éleveurs et les pêcheurs. Les pressions anthropiques, la mauvaise gestion des ressources en eau et la forte érosion des versants accentuent davantage les phénomènes.

### **Mesures d'adaptation dans le secteur de l'Agriculture**

L'objectif des producteurs est de déterminer quelles options sont à même d'adapter les systèmes culturaux, et plus particulièrement les systèmes d'irrigation, aux nouvelles conditions climatiques. Au niveau du secteur Agriculture, l'analyse de la vulnérabilité des divers sous-secteurs face au changement climatique permet d'identifier les options d'adaptation suivantes :

- Gestion des sols et développement de systèmes de production adaptés au CC ;

- 
- Gestion optimale et économie des ressources en eau, maîtrise de l'eau dans les systèmes agricoles ; et
  - Mise en place d'un système d'alerte précoce et de gestion des catastrophes.

### **Filière riz**

D'une manière générale, le secteur Agriculture, particulièrement la riziculture, subit depuis au moins 10 ans les conséquences du déséquilibre climatique, menaçant gravement l'environnement, la sécurité alimentaire et l'économie de la Région d'Alaoatra, qui est le premier grenier à riz de Madagascar. En effet, le calendrier agricole est très sensible aux facteurs climatiques. Les effets du changement climatique se ressentent sur la productivité agricole et conséquemment sur la sécurité alimentaire et les prix des denrées alimentaires, de telle manière que l'agriculture devient de plus en plus une problématique au quotidien. En général, les impacts observés se traduisent par :

- Une pluviométrie très variable ;
- La tendance à l'augmentation de la température générant la prolifération des mauvaises herbes ;
- La dégradation des terres, se traduisant particulièrement par des érosions des ravins au niveau des bassins versants ; et
- Le bouleversement des activités socio-économiques, sous forme de perturbation des calendriers agricoles en raison du démarrage de plus en plus tardif des saisons pluvieuses.

### **Filière canne à sucre**

#### **Vulnérabilité de la filière canne à sucre**

Les impacts potentiels dus au changement climatique ont été estimés à l'aide du modèle CROPWAT (FAO, 1998), un modèle développé par la Food and Agriculture Organisation (FAO) utilisé pour le calcul des besoins en eau et la gestion de l'irrigation ainsi que l'estimation des rendements des cultures.

Les résultats ont montré des baisses significatives du rendement si les besoins supplémentaires en eau dus au changement climatique ne seraient pas comblés. Par rapport à la situation actuelle, à Morondava, les besoins en eau accuseraient un déficit de 14 à 38 mm à l'horizon 2025 et de 130 à 206 mm à l'horizon 2100, ce qui entraîneraient respectivement une chute de rendement de l'ordre de 1%, soit 800 kg à 1 tonne de canne par hectare en 2025 et atteindrait 8 à 10 tonnes de canne en 2100. A Brickaville, ce déficit se situerait entre 8 à 30 mm à l'horizon 2025 et de 40 mm à plus de 100 mm en 2100, ce qui induirait une chute du rendement de 0,2 à 2,3% en 2025 et de 2,8 à 8% en 2100, par rapport au rendement maximal. A Ambilobe, ce déficit en eau serait de 3 à 14 mm en 2025 et de 57 à 81 mm en 2100 soit une chute du rendement de l'ordre de 0,1 à 0,4% en 2025 et de 1,1 à 2,3% en 2100. Parmi les trois zones d'étude, Morondava serait la plus vulnérable car déjà actuellement, les ressources en eau disponible arrivent à peine à satisfaire les besoins d'irrigation de la canne à sucre.

#### **Mesures d'adaptation pour la filière canne à sucre**

Les mesures d'adaptation face au changement climatique pour la filière canne à sucre sont :

- Renforcement de la durabilité de la gestion des ressources en eau : amélioration du système d'irrigation, mise en place d'infrastructures de rétention d'eau, minimisation des pertes en eau

---

au niveau des infrastructures d'irrigation, prospection d'autres sources d'approvisionnement en eau (eaux souterraines) ;

- Renforcement des recherches de variétés adaptées aux conditions climatiques futures ; et
- Valorisation des sous-produits pour améliorer la rentabilité des exploitations.

## **Filière Vanille**

### **Impact potentiels**

Il est déjà confirmé que la vanilliculture est très sensible aux effets mécaniques néfastes du passage des cyclones, notamment les rafales des vents et l'intensité de la pluviométrie qui les accompagnent. D'autres paramètres climatiques comme la température, l'humidité relative et la durée d'ensoleillement ont aussi certainement des effets néfastes sur la phénologie des vanilliers.

### **Impacts socioéconomiques**

Les rafales des vents cycloniques peuvent conduire à la verse des plants, ceux qui ont des impacts répercutant sur les récoltes. De par leur intensité, les pluies torrentielles peuvent entraîner une érosion intense des sols aux niveaux et aux environs des parcelles de culture. De nombreux planteurs se trouvent, par la suite, en situation de crise économique : destruction des champs de vanilliers et d'infrastructures d'habitation, perte de travail et baisse des revenus, changement d'activité, pauvreté, voire perte de vie humaine. La destruction des champs de vanilliers entraînera une diminution de la superficie cultivée ; et par conséquent, la baisse de la quantité des vanilles vertes produites et des vanilles préparées et finalement les exportations. Lorsque la quantité de vanilles préparées diminue, le cours mondial monte suivant la loi de l'offre et de la demande.

### **Impacts écologiques**

Le passage des cyclones qui devient de plus en plus fréquent et de plus en plus intense a des impacts sur la diversité en entraînant la disparition de certaines variétés de vanilles de qualité ; variétés qui ont fait la réputation du pays et le déplacement des zones de vanilliculture vers des régions en altitudes beaucoup plus élevées que celles qui existent actuellement.

Par ailleurs, les effets du passage des cyclones engendrent des inondations, pendant de longue période des zones de basses altitudes et des plaines alluviales dans lesquelles la plantation de vanille est plus propice.

### **Vulnérabilité de la filière vanille**

En ce qui concerne la filière vanille, compte tenu des effets néfastes des changements climatiques qui mettent cette filière en situation de vulnérabilité, les impacts les plus importants se manifestent par :

- Une diminution de la production due au passage fréquent des cyclones ;
- Une dégradation des champs de vanille en d'autres champs de culture ;
- La dégradation de la qualité de la vanille ; et
- L'augmentation de la vulnérabilité des communautés des planteurs due à la présence de vanille synthétique sur le marché mondial.



---

### **Mesures d'adaptation au changement climatique pour la filière vanille**

Une proposition de mesures d'adaptation les plus probantes pour cette filière devrait contenir les priorités suivantes :

- Poursuivre la recherche de variétés de vanille adaptée aux conditions climatiques futures ;
- Améliorer le système de préparation et de conditionnement de la vanille ;
- Mener des campagnes de promotion au niveau internationale sur la qualité de la vanille Malagasy ;
- Augmenter l'offre et améliorer la qualité du produit exporté ;
- Restructurer et réorganiser la filière ; et
- Concevoir les textes réglementaires permettant de se mettre au niveau de la concurrence mondiale.

### **Secteur Ressources en Eau**

Dans le cadre de l'élaboration de cette Troisième Communication Nationale, quatre zones climatiques ont été choisies pour l'étude de vulnérabilité et d'adaptation :

- Le versant Nord-ouest avec le bassin versant de Betsiboka (48 785 km<sup>2</sup>) englobant la plaine de Marovoay, le plus grand grenier de Madagascar ;
- Les Hautes Terres de la région orientale avec le bassin versant lacustre d'Alaotra (7225 km<sup>2</sup>) ;
- La zone Nord-est avec le bassin versant de la Lokoho (2025 km<sup>2</sup>) ; et
- Le versant oriental avec le bassin versant de la Rianila (6000 km<sup>2</sup>).

### **Les impacts potentiels sur les milieux biophysiques et le développement socio-économique dans les bassins versants**

Ces impacts peuvent être synthétisés par les faits suivants : tarissement des cours d'eau, augmentation de la salinité par évaporation, diminution des marais rizicultivables, incendies accidentelles causées par la sécheresse, risques d'inondation et de destruction des infrastructures hydrauliques.

### **Les impacts sur les ressources en eau**

- Augmentation de la variabilité et de l'irrégularité des pluies et de l'écoulement dans les différents bassins versants ;
- Intensification des phénomènes extrêmes tels que les inondations et les sécheresses ; et
- Augmentation des sédiments dans les cours d'eau et leurs pollutions physiques, chimiques et organiques ou microbiologiques.

### **Les impacts sur les infrastructures hydrauliques**

- Intensification et répétition ou retour des crues et des inondations provoquant la dégradation des infrastructures hydrauliques dont les barrages et les systèmes d'adduction d'eau potable, agricole ou pastorale.

### **Les impacts sur la production et le commerce sur l'eau et assainissement**

- A cause des frais de protection et de traitement nécessaires pour la rendre utilisable par les différents utilisateurs, l'eau coûterait plus cher. Les frais d'installation et de maintien des

infrastructures augmenteraient et risqueraient d'être hors de portée des usagers à revenu très limité ;

- Par la minéralisation des eaux associée à l'érosion, la qualité physico-chimique se détériorerait.

### ***Vulnérabilité du secteur Ressources en Eau***

Dans le cadre de cette Troisième Communication Nationale, l'analyse se limite à la vulnérabilité au changement climatique des trois composantes des ressources en eau : Eau de précipitation, eau de surface et eau souterraine.

### ***Analyse de la vulnérabilité des précipitations***

#### **Sur le plan quantitatif**

Les répartitions temporelles et spatiales des précipitations sont liées à la situation climatique régionale et locale. En saison pluvieuse, les intensités de pluie peuvent être fortes, surtout en présence des perturbations tropicales et cycloniques. Elles s'accompagnent des cas d'inondations importantes et des crues des cours d'eau. Le pourcentage du changement des précipitations par rapport à la normale (1961-1990) (Rabefitia, 2007) de décembre à février (DJF), mois les plus pluvieux, et de juin en août (JJA), mois les plus secs, est représenté par le tableau 50.

**Tableau 50 – Répartition des pluies des différentes zones climatiques.**

Période	Normale et pourcentage de changement de la normale			
	Est hauts reliefs	Hautes Terres	Nord-ouest	Sud
Normale (L/m <sup>2</sup> )	1831 à 3262	1143 à 1615	1217 à 1946	476 à 1054
% changement période sèche	108 à 478	112 à 351	39 à 456	10 à 281
% changement période sèche	66 à 318	06 à 72	02 à 72	02 à 34

#### **Sur le plan qualitatif**

Les facteurs climatiques, les caractéristiques de l'atmosphère et des nuages influent sur la qualité des eaux de pluie en déterminant leur composition physico-chimique. Les grêles sont fréquentes en saison pluvieuse et quasi inexistantes en saison sèche. Leur température varie aussi avec les saisons.

### ***Analyse de la vulnérabilité des eaux de surface***

Les eaux de surface évoluent de la même manière que les précipitations. Toutes les caractéristiques de celles-ci sont présentes dans les eaux superficielles, aussi bien sur le plan quantitatif que qualitatif.

## Sur le plan quantitatif

**Tableau 51 – Variation des débits moyens mensuels et annuels de chaque zone climatique.**

Zone	Mois	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	Année
Nord	Débit (m <sup>3</sup> /s)	32,3	60,8	129	120	85,6	51,1	36,1	28	29,1	35,1	24,8	22,3	54,2
Hautes Terres	Débit (m <sup>3</sup> /s)	13,6	25,2	68,2	131	164	140	104	71,2	50,2	36,1	25,4	15,8	76,7
Est	Débit (m <sup>3</sup> /s)	222	299	465	508	720	382	291	284	294	279	221	179	345
Ouest nord-ouest	Débit Ikopa-Bevomanga	44,2	108	152	153	156	101	52,3	40,9	37,5	32,8	26,6	24,5	484
	Débit Betsiboka Ambodiroka	159	414	625	737	695	295	167	136	112	95,5	94,5	70,4	

La disponibilité en eau de surface dépend des précipitations régionales et locales. En saison pluvieuse, les débits des cours d'eau peuvent être très élevés, notamment en période cyclonique et occasionnent d'importantes crues dévastatrices et des cas d'inondations. Par contre, en saison sèche, on assiste à leur diminution.

Les hauteurs d'eau dans les dépressions fermées (lacs et marais) varient également avec le climat. La superficie et le volume sont maximaux en période de crue et minimaux en période d'étiage. La comparaison des situations aux horizons 2025 et 2050 avec la situation actuelle (tableau 52) permet d'avancer que le débit de crue baissera beaucoup plus que le débit d'étiage en 2100.

**Tableau 52 – Évolution des débits d'écoulement des réseaux hydrographiques de chaque zone climatique étudiée.**

<b>Zone climatique</b>	<b>Période</b>	<b>Actuel</b>	<b>2025</b>	<b>2050</b>	<b>2100</b>
Nord : BV de la Lokoho	Crue m <sup>3</sup> /s	5008	3898 à 2025	3686 à 3477	2629 à 3120
	Etiage m <sup>3</sup> /s	74,2	54,5 à 48,7	45,0 à 45,7	74,0 à 54,6
Hautes Terres : BV de l'Alaoatra	Crue m <sup>3</sup> /s	3029	2661 à 2883	2229 à 2866	1590 à 3953
	Etiage m <sup>3</sup> /s	79,2	69,6 à 75,4	58,3 à 74,9	41,6 à 103,4
Est : BV de la Rianila	Crue m <sup>3</sup> /s	60 201	4824 à 5933	4561 à 5529	3254 à 4961
	Etiage m <sup>3</sup> /s	1401	1063,4 à 1307,8	1005,5 à 1218,7	717,3 à 1093,6
Ouest : BV de la Betsiboka	Crue m <sup>3</sup> /s	25 688	25 261 à 26 118	24 729 à 26 658	23 886 à 27 491
	Etiage m <sup>3</sup> /s	514,1	448,5 à 552,1	472,4 à 326,4	514,1 à 458,5

BV = Bassin versant.

#### **Sur le plan qualitatif**

Les facteurs climatiques (vent, radiation solaire, température, etc.), les agents d'érosion-transport (eau, vent) conditionnent la qualité des eaux superficielles en modifiant leurs caractéristiques physico-chimiques et biologiques. La turbidité et la pollution des eaux de surface augmentent en période de crue et diminuent fortement en saison sèche.

#### **Analyse de la vulnérabilité des eaux souterraines**

Les eaux souterraines dépendent du climat de la même manière que les précipitations et les eaux superficielles. Les caractéristiques mécaniques et physico-chimiques ainsi que biologiques varient selon les roches traversées et ou encaissantes. Comme les autres ressources en eau, elles sont vulnérables sur le plan quantitatif que qualitatif face changement climatique.

#### **Sur le plan quantitatif**

La recharge des nappes aquifères est favorisée en saison pluvieuse par des précipitations efficaces ou effectives. Contrairement, en saison sèche, la réalimentation des nappes souterraines ne se fait qu'avec leur intercommunication. La disponibilité en eaux souterraines dépend donc de l'impluvium local et ou régional. En saison sèche, on assiste à sa diminution. Ainsi, les eaux de sources sont abondantes en saison pluvieuse et sont tariées en saison sèche.

#### **Sur le plan qualitatif**

La qualité des eaux souterraines est liée au climat. L'abondance d'eau en période pluvieuse provoque l'altération des roches encaissantes et ou traversées, faisant modifier les caractéristiques physico-chimiques des eaux souterraines. La teneur en éléments chimiques, la conductivité électrique et la salinité diminuent en fin de période de pluie et augmentent progressivement à l'étiage.

---

### Mesures d'adaptation face au changement climatique pour le secteur Ressources en Eau

Des infrastructures ont été installées et entretenues pour s'adapter aux divers enjeux et risques liés à l'eau. On peut citer la mise en place des :

- Digues de protection pour protéger la perturbation des ressources contre les inondations ;
- Lacs et marais artificiels pour la régulation des débits de l'écoulement superficiel et pour servir d'épuration des eaux usées et des décharges ;
- Réseaux des canaux de drainage des eaux usées et des eaux de crues surtout en saison de pluie et d'irrigation en saison sèche ;
- Stations de pompage pour évacuer l'eau des crues en cas d'inondation ; et
- Stations d'observation pour le contrôle et le suivi de l'évolution des hauteurs des niveaux des cours d'eau.

Ces différentes infrastructures installées ne permettront pas de faire face à la vulnérabilité des ressources en eau en absence de réglementations et de stratégies opérationnelles.

Pour assurer l'adaptation du secteur Eau face au changement climatique, il faudra :

- Appliquer les textes législatifs et réglementaires concernant l'eau (Code de l'eau, Code de la santé publique, Charte de l'Environnement, etc.), tout cela dans le but d'assurer la gestion intégrée des ressources en eau et le développement rationnel du secteur Ressources en eau et de l'assainissement sous la gestion de l'Autorité Nationale De l'Eau et de l'Assainissement de Madagascar (ANDEA) ;
- Intégrer les mesures d'adaptation dans les politiques, stratégies et plans nationaux : politique sectorielle de l'eau et de l'assainissement, le Programme National d'Accès à l'Eau Potable et à l'Assainissement (PNAEPA), la Politique et Stratégie Nationale de l'Assainissement (PSNA), le Programme d'Action National d'Adaptation au changement climatique (PANA) ; et
- Renforcer la capacité des acteurs dans les secteurs liés aux ressources en eau.

### **Zones côtières**

#### Impacts observés

Les impacts observés sur les zones côtières de Madagascar sont de plus en plus marqués, et ce sont surtout les érosions marines et les dégradations du littoral qui sont les phénomènes les plus courants.

Pour le cas de la Région Atsinanana (Est), à Toamasina, l'érosion du littoral n'a cessé de s'accroître depuis 1974, entraînant l'ensablement progressif de la rade et du port. Les résultats des études hydrodynamiques ont montré que les causes de l'érosion côtière et de la sédimentation de la rade sont la fermeture de la Passe Sud et l'intensification des cyclones.

Outre le phénomène d'érosion littorale, ces phénomènes climatiques causent aussi la dégradation du sol dans les limites de la ville. L'écoulement des eaux du Canal des Pangalanes est en partie bloqué par les plantes aquatiques, même s'il a pu absorber les eaux stagnantes des quartiers environnants (Tanamakoa, d'Ankirihiy Est, Analankininina, Hôpital Be). Pour le cas du littoral de Mahanoro, la forêt littorale qui protégeait la côte et la ville de Mahanoro a disparu à cause de la (bois de chauffe, agriculture). Des érosions du littoral sont observées dans le District de Marolambo, Nosy Varika,

---

Mananjary, et dans quelques *fokontany* (Ambalamangahazo au sud-ouest de la ville et Salehy au sud de Mahanoro).

Quant au littoral dans la Région de Boeny, le passage de violents cyclones est la principale cause de dégâts, à l'instar du cas d'inondation de 1984 et la destruction des ouvrages de protection du littoral du Boulevard Poincaré sur un linéaire de 1,7 km en 2004. De plus, l'installation, en 1994, d'une exploitation aquacole en bordure de la rivière d'Antsahanibingo a entraîné une érosion du littoral habitée.

### Vulnérabilité de la zone côtière

La vulnérabilité signifie dans quelle mesure la zone côtière est susceptible de subir des perturbations d'ordre physique telles que l'inondation, l'érosion, la migration des plages et la déstabilisation des dunes littorales, suite à une élévation du niveau de la mer.

L'indice côtier de vulnérabilité physique et l'indice côtier de la vulnérabilité socio-économique ont été l'objet de méthode d'analyse de vulnérabilité.

#### **(a). La Région Atsinanana**

Dans la Région Atsinanana, les résultats obtenus de la valeur de l'indice de vulnérabilité physique par zone de côte entre Masomeloka au sud et Mahavelona au nord, montrent que le site de la ville de Toamasina présente l'indice la plus élevée donc le plus haut risque. Vient ensuite la ville de Mahanoro avec 31,6 et 14,1. Par ailleurs, selon le Plan de Contingence nationale 2011-2012 établi par le Bureau National de Gestion des Risques et Catastrophes (BNGRC), les zones à risque par rapport aux cyclones et aux inondations de la région Atsinanana sont les sites urbains de Toamasina, de Vatomaniry et de Mahanoro. Le reste du littoral, en milieu rural, et les sites faiblement urbanisés de Toamasina II, Antanambao, Vatomaniry, Brickaville et Mahanoro, sont des zones à risque cyclonique uniquement.

Quant à la vulnérabilité socio-économique, en dehors du fait que le canal représente un véritable poumon pour la Région, la zone du Canal des Pangalanes entre Toamasina et Andevoranto possède un potentiel écotouristique très important. Plusieurs professions dépendent de la valeur écotouristique des Pangalanes : loueurs de bateau, taxis brousses, hôteliers et aubergistes, plagistes, etc. Tout ceci procure à l'ensemble du littoral de la Région Atsinanana une vulnérabilité élevée vis-à-vis des phénomènes météorologiques extrêmes associés au changement climatique. L'analyse de l'indice de vulnérabilité socio-économique par zone de côte montre que ce sont les zones Vatomaniry-Andevoranto-Manambolo et la ville de Toamasina qui ont les risques les plus élevés, avec respectivement 36,5, 40,8 et 25,8. Ces infrastructures et les activités économiques y afférentes sont très vulnérables aux aléas climatiques et aux phénomènes météorologiques extrêmes.

Ceci est d'autant plus important que la pauvreté (surtout en milieu rural) est très prononcée, montrant un taux de sévérité élevé par rapport à l'ensemble du pays. Le taux de pauvreté dans ces régions avoisine les 80% et l'intensité est de 26,8%. Ce taux représente l'écart moyen des consommations des pauvres par rapport au seuil de pauvreté. Il s'avère ainsi que malgré les potentiels écotouristiques, les populations du littoral Atsinanana sont très vulnérables.

#### **(b). La Région Boeny**

Pour la Région Boeny, concernant la vulnérabilité physique, selon le Plan de Contingence Nationale 2011-2012, les zones à risque « cyclones et inondations » sont les sites urbains de Mahajanga I et le littoral de Marovoay et de Mitsinjo. Le littoral de Mahajanga II est une zone à risque cyclonique uniquement.

---

En termes de superficie, les mangroves sont importantes sur le littoral de la Région Boeny : 18 000 ha dans le District de Mitsinjo, 6700 ha dans celui de Soalala, 41 000 ha dans Mahajanga II et enfin 1440 ha dans Mahajanga I. Elles subissent de fortes pressions associées aux activités anthropiques qui deviennent parfois des menaces quant à leur existence : coupes abusives et illicites des palétuviers ; sédimentation ; perte de biodiversité ; transformation en marais salants ou en rizières.

Concernant sa vulnérabilité socio-économique, en 2005, l'incidence de la pauvreté à Madagascar se situait à 68,7%. Les incidences du phénomène de la pauvreté sont plus marquées en milieu rural qu'en milieu urbain. Cette situation est également observée pour la Région Boeny, même si les taux sont moins élevés (48,8%) par rapport à l'ensemble du pays. On peut aussi noter que l'intensité et la sévérité de la pauvreté sont bien moindres. Le fait important est sans doute que la pauvreté paraît bien plus marquée dans la ville de Mahajanga par rapport au reste de la Région, notamment dans les zones rurales.

La pêche traditionnelle est une activité très importante pour le littoral de la Région Boeny. Cette activité cible en premier les ressources liées aux récifs coralliens et aux prairies de phanérogames marines. Ainsi, la dégradation de ces milieux par les effets néfastes du changement climatique (réchauffement des eaux et blanchissement des coraux, destruction des mangroves) affectera inéluctablement la population littorale. Les mesures d'aménagement de ce sous-secteur de la pêche ont réparties l'ensemble du littoral en secteurs de gestion.

La vulnérabilité signifie dans quelle mesure la zone côtière est susceptible de subir des perturbations d'ordre physique telles que les inondations, les érosions, la migration des plages et la déstabilisation des dunes littorales engendrée par l'élévation du niveau de la mer.

L'indice côtier de la vulnérabilité physique et l'indice côtier de la vulnérabilité socio-économique ont été l'objet de méthode d'analyse de vulnérabilité.

### **Les stratégies et mesures d'adaptation**

#### ***Stratégies d'adaptation existantes au niveau local, régional et national***

A Madagascar, au niveau local, il existe des cadres institutionnels favorables à l'adaptation au changement climatique à tous les niveaux qui ne cessent pas de s'améliorer. Toutefois, ces cadres, notamment pour le cas du Bureau National de Gestion des Risques et des Catastrophes entre 2005 et 2010, prévoient surtout des interventions post-catastrophes ou tout au plus leur prévision, avec un accent particulier sur les cyclones et les inondations. Par contre, il est certain que les données empiriques de terrain, aux échelles de la Région, des communes ou des villages, restent insuffisantes.

Le potentiel d'adaptation des individus, qui paraît le plus important en l'état actuel des choses, est analysé, afin d'identifier éventuellement un cadre d'intervention de l'aide internationale :

- L'épargne et l'utilisation des matériaux locaux face aux chocs climatiques ; et
- La diversification des activités des agriculteurs, par exemple en promouvant l'aquaculture.

Aux niveaux national et régional, un Programme d'Action National d'Adaptation au changement climatique a été développé (PANA, 2006), suivant cinq principales orientations, tenant compte de la situation socioéconomique :

- Donner à la population Malagasy la possibilité de se développer et de s'épanouir grâce à des activités économiques profitables, soucieuses de l'environnement, mais favorisant la séquestration de carbone ou l'atténuation de l'émission des GES ;
- Assurer une meilleure cohérence des actions (synergie) par la coordination des actions des différentes parties prenantes aux émissions de GES ;
- Inverser les tendances de la dégradation des conditions de vie due aux changements climatiques ;
- Prévenir les risques environnementaux dus aux changements climatiques ; et
- Renforcer les outils juridiques, de communication et d'éducation normative, relative à la régulation des émissions de GES et à la réduction de la vulnérabilité.

Dans le cadre du PANA de Madagascar, un certain nombre de mesures ont été aussi prévues pour les zones côtières :

- Adoption de la lutte antiérosive par les techniques de défense et de restauration du sol (conservation des sols) et la stabilisation des dunes ;
- Mise en place des infrastructures telles que les digues et les épis, au fur et à mesure que le niveau de la mer s'élève ;
- Remise en état des secteurs dégradés par la déflation au reprofilage du bourrelet littoral, mise en place de brises-vents par des reboisements de *filao* (Casuarinacées : *Casuarina equisetifolia*), des plantations de mangroves, enrochement des bords de la mer / façade de la côte et installation de brises vagues ;
- Reboisement des zones rurales disposant de plan de reforestation avec des espèces adaptées / appropriées ;
- Renforcement, consolidation de la capacité des services de santé de base par la décentralisation du personnel, le renforcement des équipements, des médicaments pharmaceutiques communautaires appropriés, par la valorisation des communautés sanitaires (COSAN), par les mesures préventives de constitution de stocks, intensification de la surveillance épidémiologique ; et
- Élaboration, communication et application des normes en matière de conception et de construction para-climatiques des infrastructures résistantes aux aléas climatiques.

### **Stratégies et mesures nouvelles**

Quelques études ont été réalisées récemment au niveau de la commune urbaine de Toamasina et de quelques agglomérations (Vatomandry, Mahanoro) de la côte Est vis-à-vis, des problèmes d'assainissement et de gestion de l'urbanisme. Bien que, n'étant pas orientées spécifiquement sur les problèmes liés au CC, les stratégies et les mesures proposées dans ces études pourraient s'aligner avec l'adaptation et la prévention des risques climatiques en zone côtière, notamment à :

- Favoriser le reboisement en espèces ligneuses et plantes ornementale de la ligne des côtes et revoir l'alignement du Canal des Pangalanes ;
- Réserver des servitudes de passages sur le rivage de la mer et du Canal des Pangalanes ; et
- Prévoir, selon les secteurs, des coefficients d'imperméabilisation des parcelles, afin de gérer les infiltrations.



---

## Secteur Pêche

Pour le secteur Pêche, trois filières ont fait l'objet d'études, à savoir :

- La pêche crevettière qui s'étale de l'Ouest au Nord-ouest de Madagascar ;
- La pêche continentale dont la zone d'étude choisie est le Lac Alaotra ; et
- La pêche traditionnelle maritime qui s'étale sur la région orientale de Madagascar.

### Impacts sur la pêche crevettière

#### *Impacts sur l'espèce et la productivité*

A cause de la perturbation de l'écosystème, la production de la pêche crevettière ne cesse de diminuer d'année en année. A cela s'ajoute la maladie virale « *white spot* », dont le premier cas a été détecté dans un ferme à Menabe en 2012 mais qui s'est répandue dans les fermes aquacoles, et qui nécessite le vide sanitaire pour traiter les bassins d'élevage.

#### *Impacts économiques*

La baisse de la productivité en pêche crevettière a une conséquence grave sur l'économie malagasy, car la crevette est le plus important pourvoyeur de devises de Madagascar (50 millions USD en 2010, Instat).

### *Les facteurs limitant la croissance des crevettes*

Plusieurs facteurs peuvent limiter la croissance des crevettes, que cela soit d'origine climatique ou anthropique :

- La destruction des habitats par la déforestation des mangroves associée au prélèvement des palétuviers pour les bois de construction et d'énergie, constitue une menace importante pour la pêche crevettière ;
- La crevette bénéficiant d'une large valence écologique, l'augmentation de la température de la mer engendrée par le réchauffement planétaire devrait être bénéfique à la filière par l'allongement de la période de ponte. Toutefois ce bénéfice pourrait être anéanti par la réduction de la pluviométrie, la disparition des mangroves et la réduction de la disponibilité en oxygène du milieu ;
- La dynamique des populations crevettières dépend surtout de la variation de la température et de la salinité de l'eau. Une dessalure brusque provoquée par une inondation, ainsi qu'une saturation en matières en suspension pourrait être à l'origine de cette fatalité ;
- La pratique de la pêche trop et l'utilisation des filets à maille trop petite têt entravent aussi la croissance de l'espèce. En effet les pêcheurs traditionnels agissent au niveau des estuaires en employant des engins peu sélectifs, capturant tous les juvéniles et limitant ainsi le stock d'adultes sensées migrer vers le large pour assurer le renouvellement de la population ; et
- Le rejet de substances toxiques comme l'ammoniaque et les métaux lourds provoque la maladie des crevettes.

## Évaluation de la vulnérabilité future avec changement climatique aux horizons 2025, 2050 et 2075

### **Cas de la production de crevette de la côte Ouest et Nord-ouest**

Pour la filière crevettière, la zone de la côte ouest a été choisie, car 95% de la production crevettière malagasy proviennent de cette zone.

Conformément aux dispositions du Décret 2007-957 du 31 octobre 2007, portant définitions des conditions d'exercice de la pêche des crevettes côtières, dans son Annexe I, la pêcherie crevettière côtière malagasy est subdivisée en quatre zones :

- Zone A: zone comprise entre le cap d'Ambre au nord et le point d'Angadoka au sud ;
- Zone B : zone comprise entre la pointe d'Angadoka au nord et le phare de Katsepy au sud ;
- Zone C: zone comprise entre le phare de Katsepy au nord et Morombe au sud ; et
- Zone D : Zone de la côte est.

Puisque pour la filière crevette, la zone d'étude choisie est la côte ouest, les zones de pêche concernées sont alors les zones A, B et C

#### **(a). Cas de la zone de pêche crevettière A**

En analysant ces tendances, on remarque que la pêche crevettière dans la zone A va disparaître définitivement à partir de l'années 2050.

Quant aux paramètres climatiques, la montée de la température est assez modérée.

**Tableau 53–Tendance des températures de la mer et de la production de la zone A par rapport aux horizons d'étude, avec changement climatique**

Paramètres	2025	2050	2075
Production de la zone A (tonnes)	1108,38	0	0
Température moyenne de la mer (°C)	26,85	27,18	27,50

#### **(b). Cas de la zone de pêche crevettière B**

Comme dans le cas de la zone A, la production connaît une situation alarmante dans l'avenir. Les activités de pêche crevettière vont disparaître aussi. Mais en regardant les paramètres climatiques, il se pourrait que cette situation future de la production ne soit qu'un calcul arithmétique du fait que les paramètres ne sont pas très loin des situations normales.

Pour les paramètres climatiques, la température connaît une augmentation plus prononcée par rapport à celle de la zone A.

**Tableau 54 – Tendances des températures de la mer et de la production de la zone B par rapport aux horizons d'étude, avec changement climatique.**

Paramètres	2025	2050	2075
Production de la zone B (tonnes)	925,64	0	0
Température moyenne de la mer (°C)	29,62	30,77	31,92

**(c). Cas de la zone de pêche crevette C (La côte Ouest et Nord-ouest)**

Dans cette zone, la production de crevette continue d'exister car il n'y aura pas d'effondrement de la pêcherie. Néanmoins, cette production diminue continuellement et après cinquante années d'activité de pêche (2025 à 2075), celle-ci sera réduite d'un tiers.

**Tableau 55 – Tendances des paramètres climatiques et de la production de la zone C par rapport aux horizons d'étude, avec changement climatique**

Paramètres	2025	2050	2075
Production de la zone C (tonnes)	4322,12	2874,12	1426,12
Température moyenne de la mer (°C)	28,37	29,62	30,87

Considérant les impacts négatifs du CC et les vulnérabilités de chaque filière étudiée, les mesures d'adaptation suivantes sont préconisées pour maintenir la stabilité de ces exploitations.

**Adaptation : Cas de la filière crevette de la côte Ouest et Nord-ouest**

Les mesures d'adaptation suivantes seront préconisées pour maintenir la stabilité des exploitations :

- Protéger les zones sensibles indispensables au développement biologique des crevettes (les mangroves et les zones en amont des zones d'exploitation) ;
- Établir un plan de leur protection et de leur aménagement pour éviter, par récurrence, la destruction progressive du stock crevettier ;
- Établir un plan de cogestion durable de la filière en intégrant les différents acteurs directs ou indirects du secteur ;
- Renforcer les capacités de ces différents acteurs en matière de gestion durable de la filière (différents segments d'exploitants, administrateurs, collectivités décentralisées, etc.) ;
- Développer une activité alternative pour la production de crevettes, en occurrence l'aquaculture ; et
- Orienter les pêcheurs (surtout les pêcheurs traditionnels) à pratiquer d'autres activités plus lucratives pour diminuer la pression sur le stock crevettier et pour le préserver.

**Impacts sur la pêche en eau douce**

**Impacts sur l'espèce et la productivité**

La baisse de production et la survie de l'espèce en pêche en eau douce du Lac Alaotra est tributaire du régime hydrique du lac qui dépend de la pluviométrie de la zone. L'étude menée par Moreau en 1979 définit le lac Alaotra étant comme un lac de très faible profondeur, caractérisé par d'importantes

---

variations cycliques annuelles de surface. Lors de la saison de pluie (décembre à janvier), il y a une montée du niveau d'eaux du lac qui dure environ 14 semaines. A partir du mois d'avril les eaux commencent à baisser et atteignent leur niveau le plus bas vers le mois d'octobre. En période de crue, la profondeur moyenne du lac est de 2,5m, tandis qu'en période d'étiage, ce niveau est de 1m. Le lac a une profondeur maximale de 4m.

Par les apports terrigènes issus des érosions des collines avoisinantes et charriés par les trois principales rivières (Anony au nord-ouest, Sahamaloto au centre-ouest et Shabe au sud) affluentes du lac, les eaux sont très troubles (Moreau, 1979) et cause de la sédimentation. D'après les cartes produites dans le cadre de l'étude de « Vulnérabilité et Adaptation », la superficie du lac Alaotra a régressé de 2220 ha en 30 ans. En 1970, sa superficie était de 24 020 ha tandis qu'en 2000, cette superficie n'est plus que de 21 800 ha.

### **Impacts économiques**

La baisse de productivité de la pêche en eau douce a pour conséquence la réduction d'apport en poissons sur les marchés nationaux, ce qui entrave l'objectif du Gouvernement sur l'amélioration de l'alimentation et de la nutrition de la population.

### **Différents problèmes rencontrés sur l'exploitation du Lac Alaotra**

La plus grande menace pour le Lac Alaotra en matière des impacts du CC est la diminution ou la disparition même de l'apport en eaux par ses affluents entraînant son tarissement progressif. En plus l'élévation de la température entrainera une augmentation de l'évaporation de l'eau du lac.

Le phénomène de lavakisation des bassins versants autour du Lac a pour conséquence un ensablement accéléré de la cuvette, ainsi qu'un envasement rapide du Lac en modifiant son état hydrologique et réduisant la surface disponible pour les poissons.

L'augmentation du nombre de pêcheurs sur le Lac provoque également une pression accrue sur les ressources car les rizières commencent à manquer d'eau. Certains riziculteurs se sont donc transformés en pêcheurs occasionnels. Cela entraînera une augmentation certaine des pressions sur les stocks de poissons du Lac, d'où une vraie menace pour les personnes qui ne vivent que de la pêche et des stocks de poissons qui vont être surexploités.

L'utilisation des engins de pêche destructifs et non sélectifs par les pêcheurs.

La pratique du « *doro zetra* » (brûlis du papyrus) favorise la formation des marées noirâtres lors de la première pluie. Ces marées sont toxiques pour les faunes aquatiques. En outre, cette pratique entrave la reproduction de certaines espèces piscicoles du Lac comme les carpes qui pondent leurs œufs au niveau de ces plantes aquatiques.

La zone du Lac Alaotra est un grand périmètre rizicole et constitue le premier grenier à riz de Madagascar. Les eaux issues des rizières riveraines se déversent directement dans le Lac. Les résidus d'engrais chimiques utilisés par les riziculteurs, les pesticides, ainsi que d'autres produits de traitement des cultures se déversent dans le Lac, et ont des impacts néfastes aux faunes ichtyologiques du lac.

## **Evaluation de la vulnérabilité future avec changement climatique aux horizons 2025, 2050 et 2075 : Cas de la production de poissons d'eau douce du lac Alaotra**

La production de poissons du Lac Alaotra pourrait s'arrêter définitivement entre les années 2025 et 2050.

La pluviométrie va progressivement connaître une diminution. En 50 ans, (2075), il n'y aura plus que 1/10 de précipitation, par rapport à celle de 2025 qui va arroser la région d'Alaotra.

D'une manière assez paradoxale, cette région a une tendance à se rafraîchir car sa température diminue, contrairement à celles des autres zones étudiées.

**Tableau 56 – Tendances des paramètres climatiques et de la production du lac Alaotra par rapport aux horizons d'étude, avec changement climatique**

Paramètres	2025	2050	2075
Production du Lac Alaotra (tonnes)	979	0	0
Pluviométrie (mm)	854,1	470,35	86,6
Température moyenne (°C)	21,056	20,781	20,506

### **Adaptation : Cas de la filière poissons d'eau douce du Lac Alaotra**

Les mesures d'adaptation suivantes seront préconisées pour maintenir la stabilité des exploitations :

- Déployer des mesures de réduction de formation des lavaka afin de réduire l'envasement et la dégradation du milieu lacustre. Pour les crevasses déjà formées, des mesures de stabilisation mécaniques doivent être rapidement mises en œuvre ;
- Responsabiliser les pêcheurs en les intégrant dans une plateforme de concertation pour l'identification d'un système de gestion durable de l'exploitation du Lac (plateforme composée par les services techniques déconcentrés et les collectivités territoriales décentralisées, les pêcheurs, les collecteurs, les associations et les organisations non-gouvernementales travaillant dans le secteur) ; et
- Diminuer les pressions en diversifiant les activités de production agricole. Une de ces activités étant le développement de la pisciculture en cage et la rizipisciculture.

### **Impacts sur la pêche traditionnelle maritime**

#### **Impacts sur l'espèce et la productivité**

L'évaluation de la variation de comportement des filières selon l'évolution des données climatiques a permis de détecter les sensibilités des filières par rapport à un paramètre climatique donné.

#### **Impacts économiques**

La baisse des activités des pêcheurs causée par les aléas climatiques a une conséquence directe sur l'économie.

### ***Les différentes contraintes de la pêche traditionnelle maritime de la Région Atsinanana.***

Dans leurs activités, les pêcheurs traditionnels maritimes de la Région Atsinanana rencontrent plusieurs problèmes. L'Alizé provenant du Sud-est et soufflant pendant toute l'année sur les côtes de la Région, rend la mer houleuse, voire très houleuse la plupart du temps. Ce phénomène limite le nombre de jours de sorties mensuelles en mer des pêcheurs. D'un autre côté, les embarcations utilisées par les pêcheurs sont très rudimentaires, les empêchant d'aller plus loin qu'aux alentours de leurs villages. Par conséquent, les zones de pêche se trouvant à proximité des villages sont surexploitées ou sont soumises à de fortes pressions d'exploitation. L'utilisation des engins non sélectifs et destructifs (p. ex. les filets de senne de plage, les filets en toile moustiquaire), par certains pêcheurs, entraîne aussi la diminution de stock de poissons, réduisant ainsi la productivité de l'activité.

Vue sa situation géographique, cette Région est frappée, presque chaque année par des cyclones formés dans l'Océan Indien. La plupart du temps, les cyclones sont très dévastateurs et peuvent détruire d'un seul coup un village tout entier. Les cyclones les plus redoutables sont ceux qui passent du mois de janvier au mois de mars, c'est-à-dire, dans les derniers mois de la période cyclonique.

Les entretiens avec les pêcheurs de la région ont permis d'apprendre qu'un phénomène inhabituel se passe depuis quelques années. En effet, les pêcheurs (surtout les pêcheurs industriels et artisanaux qui ont des moyens pour vérifier le phénomène) ont remarqué que même en saison sensée être chaude (au mois de novembre), la mer reste toujours froide, rendant leurs productivités très basses par rapport au niveau des 1990.

Un autre problème sérieux que rencontrent les pêcheurs actuellement est l'existence d'une grande société d'extraction de nickel et cobalt dans la ville de Toamasina. Cette société rejette les eaux usées de traitement de ses produits dans la mer. Apparemment, ces rejets sont toxiques et vont détruire les habitats des ressources halieutiques aux alentours de la ville.

**Tableau 57 – Tendances des températures et de la production de poissons marins de la Région Atsinanana par rapport aux horizons d'étude, avec changement climatique.**

Paramètres	2025	2050	2075
Production Antsinanana (tonnes)	999,12	2082,37	3165,62
Température moyenne de la mer (°C)	26,48	27,60	28,73

Comme dans le cas d'étude sans changement climatique, la production augmente. Toutefois, son augmentation n'est pas très prononcée par rapport au premier scénario. Il a été constaté que l'augmentation de la température serait modérée.

### **Adaptation : Cas de la filière poissons marins de la pêche traditionnelle de la Région Atsinanana**

Les mesures d'adaptation suivantes sont préconisées pour maintenir la stabilité des exploitations :

- Développer un programme d'appui aux pêcheurs afin qu'ils puissent élargir leurs périmètres d'activité ;

- 
- Développer et vulgariser de nouvelles techniques de pêche. Une de ces nouvelles techniques étant l'installation des Dispositifs de Concentration de Poissons (DCP) afin que les pêcheurs puissent augmenter leur production et organiser leurs activités ;
  - Formaliser les métiers des pêcheurs et renforcer leur capacité managériale ; et
  - Intégrer les pêcheurs dans une plateforme de concertation (voir paragraphe 4.2.5.5), afin qu'ils puissent s'approprier du développement durable par rapport à leurs activités.

## **Forêt-biodiversité**

Les impacts du changement climatique sur le secteur pourraient se manifester à deux niveaux :

### **Au niveau de l'habitat forestier**

Les structures et la physionomie de l'habitat pourraient être modifiées. Son intégrité pourrait être perturbée (dégradation, fragmentation, disparition) par les principaux faits suivants : accentuation de la sensibilité aux catastrophes naturelles (cyclones, événements climatiques extrêmes, prolifération d'espèces nuisibles ou d'autres maladies, espèces envahissantes, feux de forêts), diminution de la richesse spécifique et de la biomasse, et la dégradation des fonctions et services écologiques des écosystèmes forestiers.

### **Au niveau des taxa**

Les principales manifestations du changement climatique au niveau des taxa pourraient comprendre le changement de l'aire de répartition des espèces, la perturbation de leur mode de vie (comportement, phénologie, tempérament, fertilité). A terme, ces perturbations pourraient conduire à l'extinction de certains groupes ou par contre favoriser d'autres espèces qui peuvent connaître une expansion de leur habitat, voire devenir envahissantes.

### **Vulnérabilité du secteur Forêt-biodiversité**

Ce secteur est très vulnérable de nature, compte tenue de la sensibilité élevée des habitats et des espèces insulaires aux perturbations naturelles. Cette susceptibilité est exacerbée par les pressions d'origine anthropiques. En effet, plus de 80% de la population malagasy vivent aux dépens des ressources naturelles (terrains pour la culture, bois de construction, bois d'œuvre, plantes médicinales, chasse, commerce d'espèces animales, etc.) et, en général, aucun plan de gestion durable des ressources n'existe.

En particulier, les écosystèmes forestiers de l'Ouest sont très inflammables. Tous ces aléas ont contribué à la dégradation et à la fragmentation des écosystèmes, et à réduire leur capacité à contenir le changement climatique.

### **Adaptation du secteur Forêt-biodiversité**

La stratégie d'adaptation du secteur forêt/biodiversité peut se résumer aux actions suivantes :

- Maintenir la couverture forestière ;
- Rétablir la connectivité des blocs forestiers restants ;
- Restaurer les écosystèmes forestiers dégradés (les écosystèmes de mangroves méritent une attention particulière du fait de leur résilience qui en feraient une ressource future) ;

- 
- Établir des plans de gestion des ressources naturelles (délimiter les zones de conservation de la biodiversité, affecter les zones forestières d'une dégradation avancée à des actions d'enrichissement par des espèces autochtones de haute valeur économique – espèces endémiques, espèces à produits non ligneux comme les huiles essentiels, les plantes médicinales, les plantes à fibre, etc.) ;
  - Encourager l'utilisation d'autres sources d'énergie que le bois ;
  - Créer des occupations moins dépendantes des ressources naturelles ;
  - Améliorer les conditions de vie de la population forestière ;
  - Renforcer l'application des textes législatifs sur la conservation de la biodiversité ;
  - Renforcer la surveillance et la protection des forêts et de leur biodiversité ;
  - Renforcer la surveillance et la protection des forêts et de la biodiversité et responsabiliser les populations riveraines ; et
  - Mener des campagnes d'éducation et de sensibilisation sur les changements climatiques et les législations sur la forêt et les ressources naturelles.

## Secteur Elevage

### Impact direct

- Réduction et dégradation des pâturages qui constituent la base de l'alimentation du cheptel ;
- Perte de productivité (stress physiologique) due à la hausse de la température ;
- Insuffisance de la quantité et la mauvaise qualité de l'eau ;
- Épidémies et maladies du bétail (tuberculose, les parasitoses internes, charbon bactérien sont fréquents) ;
- Mauvaise qualité et quantité des pâturages ; et
- Malaises sur la reproduction animale.

### Impact indirect

- Baisse des revenus des éleveurs ;
- Évolution agro-écologique et transformation des écosystèmes entraînant une alternation de la qualité et de quantité des fourrages ;
- Changement au niveau des interactions hôte-pathogène entraînant une incidence accrue des maladies naissantes ;
- Augmentation des prix de ressources, par exemple eau, aliments ; et
- Flambée des prix du bétail et de la viande liée à la chute de l'offre due aux mortalités occasionnées par les sécheresses.

### Vulnérabilité du secteur Elevage

#### **En rapport direct au changement climatique : d'ordre technique**

La pauvreté extrême associée à la méconnaissance des éleveurs, à leurs convictions, la pratique du feu est la seule règle d'amélioration des fourrages. Par ailleurs, l'insécurité associée au vol de zébu et autres cheptels empêche les éleveurs de déplacer leur troupeau, de transhumer loin des villages. Cette situation explique le niveau très faible de l'exploitation des vastes pâturages. La même insécurité ne



---

permet pas non plus aux techniciens vétérinaires de se déplacer librement en brousse pour contrôler les bétails ainsi que de suivre la santé animale ; et l'inexistence de transhumance qui entraîne le surpâturage, est un impact négatif lié à la gestion des sols.

En outre, le désengagement brusque de l'État, aggravé par la médiocrité des moyens mis à la disposition des agents d'encadrement, réduit la couverture sanitaire et la vulgarisation des techniques améliorées d'élevage. L'inexistence de base de données fiable en la matière, permettant d'étudier la filière et d'orienter le projet de développement, constitue également de barrières dans le cadre de développement du secteur. Les causes de la vulnérabilité liée indirectement au changement climatique, d'ordre technique et infrastructurel sont principalement les suivantes :

- Insuffisance des moyens financiers et techniques permettant l'amélioration des pâturages ;
- Absence d'infrastructures destinées à l'amélioration du système d'élevage qui ont un coût élevé ;
- Absence de centre de recherche pour l'amélioration de la race ;
- Insuffisance de graine de fourrages ;
- Insuffisance de capacité technique pour la plantation de fourrage et pour la pratique de l'ensilage ;
- Coûts élevés des différents intrants : engrais, vaccins et vermifuges ;
- Incapacité des éleveurs et absence d'éleveurs professionnels capables de gérer en même temps l'élevage et l'environnement ; et
- Inexistence de projets de développement et d'investissements dans la filière bovins.

La vulnérabilité d'ordre naturel et par l'enclavement est due au tarissement de la majorité des rivières et des ruisseaux, une conséquence de la dégradation de l'environnement associée à l'érosion accélérée et la déforestation. Cette situation entraîne la perturbation du cycle de l'eau et l'enclavement géographique et l'isolement total de nombreux districts.

### **Les mesures d'adaptation en matière d'élevage**

Les activités suivantes sont celles recommandées à titre de mesures d'adaptation en matière d'élevage :

- Préservation du capital sol, eau et biodiversité en orientant les actions sur la réduction du taux des tarissements des eaux ;
- Amélioration et l'augmentation des superficies des terrains de pâturages ;
- Diversification des plantes fourragères ;
- Divulgence et l'augmentation du nombre d'animaux performants adaptés au stress climatiques et résistants aux maladies ;
- Amélioration des productivités du secteur élevage à tous niveaux ;
- Mise en place d'une stratégie d'élevage sur la priorisation et le sauvetage de la race locale endémique ;
- Introduction de dispositifs d'alerte rapide pour le bétail, ainsi que d'autres systèmes de prévision et de préparation aux situations de crise ;
- Promotion de la recherche scientifique et technologique pour mieux comprendre les causes du changement climatique et son incidence sur l'élevage afin de faciliter le développement de

---

nouvelles races et espèces génétiques et pour l'amélioration de la santé animale ainsi que la gestion de l'eau et des sols ;

- Amélioration du système de gestion de l'élevage (fournir ombre et eau pour réduire le stress thermique dû à l'augmentation de la température, réduire la charge animale, en faisant appel aux animaux plus productifs) ;
- Renforcement de la sécurité sanitaire du bétail, en instaurant les différents services de proximité sur l'élevage et en réduisant les coûts des intrants vétérinaires ;
- Sensibilisation sur le comportement des éleveurs face à l'effet de l'augmentation de la température ; et
- Amélioration des conditions économiques des ménages ruraux.

## 5. AUTRES INFORMATIONS

---

### 5.1. Intégration du changement climatique dans les plans et politiques sectorielles

#### Mesures institutionnelles

Le cadre institutionnel de l'étude tient compte des mesures internationales, en l'occurrence la Convention Cadre des Nations Unies sur le Changement Climatique (CCNUCC), son Protocole de Kyoto, et l'Accord de Paris, ainsi que des dispositions de la Décision 17/CP.8 de New Dehli amendée en 2007, quant à la mise en œuvre de l'Article 6 de ladite Convention.

Au niveau du pays, sont également observées les différentes mesures prises tant à l'intérieur qu'à l'extérieur du Ministère de l'environnement, de l'écologie et des forêts, et dont les principales mesures sont :

- L'établissement de la Politique Nationale de Lutte contre le Changement Climatique (PNLCC) en 2010, du Plan National d'Adaptation (en cours), du Programme d'Action National d'Adaptation au changement climatique (PANA) et de la Contribution Nationale Déterminée au titre de la CCNUCC ;
- La relance de la Stratégie Nationale de mise en œuvre du Mécanisme de Développement Propre (MDP) dont les procédures d'approbation et les redevances des projets carbonés à Madagascar, viennent d'être entérinées par un décret gouvernemental, en vue de compléter les instruments techniques et institutionnels y afférents, face aux investisseurs étrangers manifestant leurs intérêts à développer des projets carbonés dans le pays ;
- L'élaboration et la vulgarisation du « Guide Vert » en complément des guides des maires déjà existant ;
- L'inclusion de modules Environnementaux dans les cursus de formation universitaires ; et
- le lancement du reboisement à grande échelle et mécanisé.

Mais en plus de ces principales mesures, la mise œuvre de l'Article 6 de la CCNUCC tient également compte des dispositions des autres politiques susceptibles de favoriser la prise de conscience du public sur les effets néfastes du changement climatique par le biais de l'éducation, la sensibilisation et la formation, à savoir :

- la Politique de développement durable des zones côtières et marines (décret no. 2010-137 du 23 mars 2010) ;
- la Politique Foncière ;
- la Politique Forestière Malagasy en 1997 ;
- la Politique Nationale de l'Aménagement du Territoire (PNAT) en 2006 ;
- la Politique Nationale de l'Energie en 2009 ;
- la Politique Nationale de l'Environnement en 2010 ;
- la Politique Nationale de la Santé ;
- la Stratégie Nationale de Reboisement en 2004 ;
- la Stratégie Nationale pour la mise en œuvre du Mécanisme de Développement Propre (MDP) en 2010.
- le Code de l'Eau ;

- 
- le Code des Aires protégées (COAP) ;
  - le Plan d'Action pour le Développement Rural (PADR) ;
  - le Programme d'Action National d'Adaptation au Changement Climatique en 2006 ; et

A l'heure actuelle, le code de l'environnement est en cours de finalisation.

### **Protocoles d'Accords**

Certaines mesures prises ont abouti à l'établissement de quelques protocoles d'accords qui résultent également des efforts continus déployés par le Ministère en charge de l'Environnement et des Forêts pour le développement avec différents départements sectoriels :

- Le Protocole d'accord pour l'insertion de modules environnementaux dans le cursus de formation à l'École Nationale des Administrateurs de Madagascar (ENAM). Depuis 2011, l'insertion de ces modules est de rigueur dans les autres grandes Écoles telles que l'École Nationale de la Magistrature et des Greffiers, les Écoles Nationales de la Police, de la Gendarmerie, l'École des Douanes, l'Institut Malagasy de Technique de Planification (IMATEP) et, l'École Normale Supérieure (ENS).
- Le Protocole d'accord pour la vulgarisation du « Guide Vert » est également signé en partenariat avec le Ministère de l'Intérieur et le Ministère chargé de l'Aménagement du Territoire et du Développement et du Ministère chargé de la Décentralisation. Ce Guide Vert est particulièrement conçu en complément des guides des Maires déjà existants. Il relate les rôles et pouvoirs des autorités locales en matière d'environnement. Et en plus d'être un outil pratique à consulter, il constitue également un document informatif et éducatif en matière d'environnement.

### **Restructurations**

La réelle volonté politique du Gouvernement d'engager le pays dans la lutte contre le changement climatique consiste essentiellement à la mise en place du Bureau Nationale de Coordination des Changements Climatiques au sein du Ministère en charge de l'Environnement et des Forêts. Un point focal a été désigné mis en place au sein de bureau, afin de mettre en œuvre, de façon efficace, l'Article 6 de la CCNUCC.

Une réforme est également opérée au niveau du Ministère de l'Éducation Nationale (MEN) : Deux anciennes Directions, nommément la Direction de l'Éducation de Masse et du Civisme et le Bureau Programme d'Éducation Environnementale (BPEE), ont été fusionnées pour constituer l'actuel Office de l'Éducation de Masse, du Civisme et de l'Environnement (OEMC). Par cette nouvelle structure, le Ministère de l'Éducation Nationale cherche à développer chez la population scolaire le réflexe de l'écocitoyenneté, pour la simple raison que ce dernier et le réflexe environnemental devraient aller de pair et indissociable.

## **5.2. Éducation, formation et sensibilisation du public**

### **Sensibilisation sur le changement climatique**

Malgré plusieurs années d'impasses politiques traversées par le pays, les résultats des campagnes de sensibilisation sur la lutte contre le changement climatique ont affiché des améliorations vers d'autres nouvelles formes de sensibilisation beaucoup plus intenses et significatives, passant par les départements sectoriels de développement jusqu'aux sociétés de base. De tels efforts sont largement appuyés par la mise en place de la Direction du Changement Climatique et plus tard le Bureau National

---

de Coordination des Changements Climatiques, et du point focal chargé de la mise en œuvre de l'Article 6 de la CCNUCC.

En marge des cadres habituels de la célébration des Journées mondiales de l'environnement, des activités de sensibilisation sur le changement climatique se réalisent sous différentes formes : Communications gouvernementales, portes ouvertes dans les Régions, accompagnées d'expositions et de conférences débats.

### **Communications gouvernementales**

Face aux enjeux environnementaux qui ne cessent d'évoluer dans le temps et dans l'espace, des communications sont effectuées par le Ministre chargé de l'environnement durant les conseils du gouvernement afin d'informer les décideurs des autres départements sectoriels sur les activités entrepris à Madagascar.

### **Conférences débats universitaires**

Par le biais de la Direction de l'Intégration de la Dimension Environnementale, le Ministère de en charge l'Environnement organise des conférences-débats périodiquement programmé au niveau de l'Université d'Antananarivo. Le changement climatique, notamment le Mécanisme de Développement Propre avec toutes ses retombées, constitue l'un des principaux centres d'intérêt des discussions engagées.

### **Conférences débats régionaux et des niveaux des compréhensions du changement climatique**

En marge de la célébration de la journée mondiale de l'environnement, des portes ouvertes organisées lors des campagnes menées dans les chefs-lieux des Régions ont permis d'évaluer le niveau de compréhension de la problématique du changement climatique par le public en général. Globalement, les différentes manières de découper les mêmes réalités relevant du changement climatique, ne provoquent que des diverses significations ou compréhensions des effets de ce fléau par la suite. On remarque également quelques initiatives ou mesures prises par certains dirigeants politiques régionaux, tout en impliquant le public concernant divers aspects de mise en œuvre de la CCNUCC ; mais la plupart de ces mesures sont prises dans le but de lutter contre la pauvreté, non-pas particulièrement adressées à la lutte contre le changement climatique proprement dit.

La prise de conscience des techniciens sur les effets du changement climatique se limite souvent à la conception technique des mesures prises ou à entreprendre vis-à-vis de leur responsabilité respective, sans être bien compris par la majorité paysanne de la population cible. Dans d'autres horizons, la plupart des organisations non-gouvernementales ou associations œuvrant dans la protection de l'Environnement adoptent les principes de la lutte contre le changement climatique, mais elles s'y hasardent sans perdre de vue les recommandations de leurs bailleurs de fonds respectifs dans leurs activités de développement intégré.

Les effets du changement climatique sont souvent assimilés au bouleversement associé aux variabilités climatiques habituelles auxquelles la majorité paysanne de la population s'adapte aveuglement, et même les urbains s'adaptent vaguement aux effets de ce fléau tout simplement au vu des bulletins édictés par le service météorologique.

De ces faits, toujours est-il que, la mise en œuvre de la Politique Nationale de Lutte contre le Changement Climatique (PNLCC) tant à l'intérieur qu'à l'extérieur du Ministère chargé de l'Environnement et des Forêts, reste encore insuffisante pour nécessiter des appuis techniques,

---

financiers et humains considérables afin de pouvoir mener à bien des systèmes de sensibilisation beaucoup plus efficaces et adaptées aux réalités du pays.

### **Éducation sur le changement climatique**

En éducation environnementale, les dispositions de la Charte de l'Environnement Malagasy, ainsi que celles de la Politique d'Éducation Relative à l'Environnement (PERE), avec leurs principes et orientations, constituent la base de tous les programmes et des plans d'actions nationaux ou régionaux, indépendamment des thèmes qui animent les traités internationaux.

Si auparavant le Ministère chargé de l'Environnement était la seule structure à s'occuper de la question d'éducation sur le changement climatique, à l'heure actuelle cette tâche est progressivement départagée avec d'autres départements, notamment le Ministère chargé de l'Éducation Nationale, et le département universitaire. On note également la contribution des quelques organismes nationaux et internationaux qui interviennent en synergie avec leurs assistances techniques et financières dans bien des cas dans le système d'éducation sur le changement climatique.

### **Tendance actuelle**

Une nouvelle vision ou autre méthodologie initiée par l'Organisation des Nations unies pour l'Éducation, la Science et la Culture (UNESCO) en partenariat avec le Ministère de l'Éducation Nationale, le Ministère en charge de l'Environnement et des Forêts, le Ministère de l'Enseignement Technique et de la Formation Professionnelle, le Ministère de la Communication, a donné naissance à l'Association Nationale pour l'Éducation au Développement Durable (ANEDD) qui collabore actuellement avec le World Wildlife Fund for Nature (WWF) et son équipe de formateurs au niveau du Ministère de l'Éducation Nationale. Ce qui témoigne également l'enrichissement des expertises investies et le développement des capacités qui avaient commencé ses activités d'éducation sur le changement climatique par l'écopédagogie intégrant l'écogestion et le projet d'établissement.

De nouveaux modèles d'éducation ont convaincu les partenaires techniques et financiers, en l'occurrence le « *Connecting Class-room Saturday School* » et « *Jeunes Reporters* » appuyés par le Fonds des Nations unies pour l'enfance (UNICEF), et de l'Éducation au Développement Durable (EDD) initiée par l'UNESCO avec l'appui technique du WWF.

Parallèlement à ces modèles, un système de mise en œuvre d'un programme scolaire pour l'éducation relative à l'environnement et celle relative au changement climatique, est édité par l'OEMCE en collaboration avec les organismes internationaux concernés (UNESCO, UNICEF, WWF, etc.).

Enfin, l'actuelle Politique Nationale d'Éducation Relative à l'Environnement est en cours de rénovation en Politique d'Éducation Relative à l'Environnement pour le Développement Durable ou PErEDD, tenant compte de la politique de l'Éducation pour tous, dont la mise en œuvre est aussi en pleine réajustement au sein du Ministère de l'Éducation Nationale qui depuis peu, vient de prendre en charge l'éducation non formelle, et ce à travers un Plan intérimaire de l'éducation jusqu'à 2015.

### **Formation sur le changement climatique**

La formation constitue la principale mission des institutions supérieures, mais en parlant de changement climatique, cette mission est largement prise en charge par la Direction du Changement Climatique puis le Bureau Nationale de Coordination des Changements Climatiques auprès du Ministère en charge de l'Environnement, au niveau national. Des renforcements des capacités sont généralement dispensés aux membres d'institutions impliquées dans la prise de décision sur le changement climatique, telles que :

- 
- les membres de l’Autorité Nationale Désignée (AND) qui sont formés en vue d’une meilleure assimilation des Notes d’Idées de Projets (« *Project Idea Notes* » ou PIN) et des Documents Descriptifs de Projets (« *Project Design Description* » ou PDD) des différents projets de Mécanisme de Développement Propre ;
  - les membres des cellules Environnementales ;
  - les responsables des organisations non-gouvernementales, des associations, des organisations de la société civile, des financiers, des promoteurs ; et surtout
  - les différents responsables régionaux des collectivités territoriales décentralisés et des services techniques déconcentrés, qui sont formés en vue d’une meilleure orientation dans leurs activités de développement.

Par ailleurs, les experts nationaux sont formés par des experts internationaux lors des préparations à l’élaboration des Communications Nationales. Les capacités de ces experts sont également renforcées, soit par la participation à des réunions internationales organisées au niveau du Groupe Intergouvernementaux d’Experts sur l’Evolution du Climat, soit par des ateliers localement organisés avec l’intervention des experts internationaux.

### **Formation sur le changement climatique et les Centres de Recherches**

La bonne fonctionnalité des centres de recherche contribue directement et indirectement au renforcement des capacités des chercheurs pour l’intérêt des étudiants Malagasy intéressés par la problématique du changement climatique :

- Le Centre de la Valorisation de la Biodiversité (Valbio, Ranomafana-Ifanadiana), face aux aléas climatiques, part des évidences pour constituer la base de ses recherches sur l’évolution des espèces et de leurs habitats ;
- Le Centre National de Recherche Environnementale (CNRE) a adopté la politique de proximité pour chercher à répondre aux besoins de la nation, par la décentralisation du centre dans trois régions de l’axe Sud du pays dans un premier temps (Vakinankaratra, Haute Matsiatra et Atsimo-Andrefana) ; et
- Le Centre de Recherches Universitaires « iRENALA » a pour principal objectif de renforcer les capacités des Enseignants Chercheurs en vue de la mondialisation des données et des informations. Depuis peu, les professeurs d’université des différentes filières autres que ceux de la le Département de la Géographie de la Faculté des Lettres et des Sciences Humaines, de l’Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques, la Faculté des Sciences, ont suivi une formation afin d’avoir une nouvelle vision prenant en compte la dimension environnementale dans leur système d’enseignement.

### **Formation sur le changement climatique et les Grandes Écoles**

Théoriquement, les Grandes Ecoles adoptent les principes de base vis-à-vis des enjeux environnementaux, mais ces principes doivent être accompagnés par d’autres mesures beaucoup plus éducatives pour la formation des responsables et des futurs décideurs. Effectivement, les modules sur le changement climatique devraient être sanctionnés par un système d’évaluation ou de notation comme les autres modules de formation de base adoptés dans chaque école.

### **Formation sur le changement climatique et les Institutions supérieures privées**

En plus des Grandes Écoles, il faut noter la prolifération des Institutions supérieures privées ou confessionnelles, surtout dans les grandes villes de Madagascar. Toutefois, la plupart de ces Institutions

---

ne cherchent qu'à satisfaire ou répondre aux besoins immédiats des étudiants en fonction de la demande sur le marché de travail, pour ainsi considérer les problèmes environnementaux dans le dernier essor, et encore moins le changement climatique faute de spécialiste en la matière.

### **L'Accès du Public aux informations sur le changement climatique**

En marge du cadre habituel des diverses célébrations notamment la journée mondiale de l'Environnement, le Ministère en charge de l'Environnement procède incessamment à la diffusion d'informations à travers des portes ouvertes menées dans les chefs-lieux des Régions, accompagnées des expositions, des conférences débat et des projections de film illustrant le changement climatique.

Au niveau du Ministère de l'Education Nationale, les structures habituelles comme les Centres d'Informations et des Centres Culturels d'Éducation Environnementale (CCEE) restent opérationnelles même si elles s'avèrent très insuffisantes pour continuer de fonctionner avec leurs propres moyens. Ces centres produisent des émissions hebdomadaires à la Radio Nationale Malagasy (RNM), sous l'intitulé de « *Radio Fanabeazana* » ou « Radio Scolaire » où l'animation du programme associe différents thèmes particulièrement organisés par l'Office de l'Éducation de Masse et du Civisme et de l'Environnement (OEMCE). Telle disposition favorise parallèlement l'intégration de la dimension changement climatique et l'accès du public en général aux informations y afférentes.

A l'heure actuelle, l'amélioration des conditions d'accès du public aux informations est largement favorisée par le développement accru de la nouvelle technologie de l'information et de la communication jusqu'aux zones reculées où l'électrification rurale est assez développée, parallèlement aux infrastructures des réseaux téléphoniques mobiles. En outre, certains établissements scolaires disposent de parc informatique où l'internet est mis à disposition de façon plus ou moins illimitée pour permettre aux étudiants de se ressourcer en tant que de besoins durant leurs études.

Le public en général peut bénéficier de leur droit aux informations, grâce à l'appui du Ministère des Postes et Télécommunication (MPT) qui vient de mettre en place un système d'informations par internet à haut débit et nécessairement accessible pour tous. Le partenariat développé par ce Ministère avec les opérateurs mobiles se concrétise également par la contribution de ces opérateurs à la sensibilisation du public pour la vulgarisation des différents thèmes mondiaux de célébration y compris ceux des journées mondiales de l'environnement.

Par le biais du Ministère chargé de la Communication, le pays bénéficie de toutes sortes d'émissions radios et télévisions incluant les privées et confessionnelles. Tout comme la Radio Nationale Malagasy (RNM) et la Télévision Malagasy (TVM) qui ont une couverture nationale et même au-delà vers au-delà des frontières nationales, d'autres chaînes de radios et de télévisions commencent à couvrir progressivement les autres régions. La TVM projette d'exploiter la télévision numérique terrestre (TNT) initié sous l'égide de l'Office Malgache d'Études et de Régulation des Télécommunications (OMERT), sous réserve de la réalisation d'observations sanitaires préconisées par l'Organisation Mondiale de la Santé vis-à-vis de certaines installations défectueuses des antennes pouvant avoir des impacts négatifs sur la santé des riverains.

L'Association des Jeunes Reporters Club (JRC) en provenance des 22 régions, viennent d'être formés sous la tutelle technique du MINCOM, avec l'appui de l'UNICEF, et dont la continuité est assurée par la Direction de la Communication (DCOM). A ce sujet, l'enrichissement des champs d'activités de ces JRC, par la considération de la dimension CC, est envisageable.



---

L'Agence Nationale Taratra (ANTA) vient de revoir le jour avec une nouvelle forme de dynamisme journalistique sous la tutelle du Ministère en charge de la Communication et avec l'appui de l'UNICEF, en vue de satisfaire les lecteurs Malagasy vis-à-vis des nouvelles officielles. Les effets du changement climatique et la lutte contre ce fléau devraient y apparaître de rigueur.

- Nonobstant toutes ces conditions favorisant l'accès du public aux informations liées au changement climatique, le pays a toujours une préoccupation majeure sur la manière dont le grand public puisse accéder de manière effective aux informations sur ce problème environnemental très souciant.
- Autant que faire se peut, ces informations sont interprétées selon différents critères d'évaluation, entre autres, la véracité, la compréhensibilité, les valeurs utilitaires, et surtout leurs impacts sur le comportement des différentes catégories de receveur, ceci en tenant compte des valeurs culturelles propres au pays, ainsi que des ensembles de canaux et genres utilisables.

La plupart de ces canaux et genres de communication sont applicables dans le pays à la lumière des moyens disponibles. Toutefois, encore faut-il noter que disposer de spécialistes dans ces domaines est une chose beaucoup plus facile mais avoir des mêmes spécialistes maîtrisant la problématique du changement climatique en est une autre beaucoup plus difficile puisque la compréhension du changement climatique reste un problème à clarifier, tant au niveau des émetteurs qu'au niveau des récepteurs, pour éviter des dérapages éventuels.

### **5.3. Développement et Transfert de Technologie**

Madagascar, de par le caractère embryonnaire de son industrie, ne participe que dans une mesure insignifiante à la détérioration du climat dans le monde ; mais elle en subit les conséquences au même degré voire pire que tous les autres pays. Elle doit par conséquent y faire face de manière proactive en mettant en place dès maintenant les politiques, stratégies, plans, institutions, mais aussi en mettant en œuvre des actions lui permettant de s'adapter rapidement et d'atténuer les effets néfastes de ce fléau. Dans ce sens, le transfert de technologies mérite une attention particulière par les différents responsables et les autorités du pays. Ces technologies doivent être écologiquement rationnelles (TER) pour assurer l'adaptation et l'atténuation des impacts des changements climatiques.

Le transfert de technologie est un ensemble de processus qui réunit les échanges de savoir-faire, d'expériences et de matériels dans le but d'une atténuation des émissions de gaz à effet de serre et d'une adaptation au changement climatique. Malgré sa lenteur, il a existé à Madagascar depuis des temps immémoriaux et a permis aux artisans d'innover leurs façons de travailler et à la population d'améliorer leur quotidien. Du fait de son insularité, ce transfert ne s'est pas opéré de manière continue et systématique.

Dans le domaine du transfert de technologies, le défi pour Madagascar est de mettre en place et en œuvre tous les dispositifs nécessaires pour des technologies adaptées qui permettent d'une part d'améliorer les conditions de vie de la population malgré les impacts négatifs du changement climatique ; et d'autre part de demeurer économiquement compétitifs tout en restant un pays « non pollueur ». L'étude sur le transfert de technologie a comme objet d'évaluer les technologies écologiquement rationnelles locales, ainsi que la situation du transfert de tel type de technologie au niveau des neuf secteurs suivants : Agriculture et élevage ; Bâtiment ; Énergie ; Foresterie ; Industrie ; Ressources en eau ; Santé publique ; Transport ; et Zones côtières.

---

## Situation actuelle en matière de transfert des technologies, contraintes et propositions de solutions

### Agriculture

Les activités agricoles, dans la majeure partie des cas à Madagascar, sont basées essentiellement sur la plantation de cultures vivrières, plus particulièrement la riziculture. Les autres cultures sont exercées surtout en fonction des vocations agricoles de chaque région et les habitudes laissées par les pratiques coloniales.

Cette riziculture est pratiquée par la majorité des cultivateurs et couvre une partie très importante des superficies cultivées, par le biais techniques traditionnelles. De plus, l'utilisation d'intrants reste très faible, conduisant à des rendements insatisfaisants, en moyenne 2 tonnes par hectare et ne couvrant pas les besoins de la population. Par ailleurs, le problème de la gestion de l'eau persiste dans la filière riziculture.

Le secteur agricole Malagasy utilise déjà des technologies écologiquement rationnelles, et des programmes et stratégies sont déjà déployés pour s'adapter et atténuer les effets des changements climatiques. Il est à mentionner que les agriculteurs Malagasy commencent à comprendre que ces technologies contribuent à l'amélioration des rendements et à la durabilité de l'agriculture, tout en considérant les problèmes environnementaux.

### Élevage

L'élevage du bovin tient une place prépondérante, mais les ovins et les caprins ne sont pas négligeables. Il en est de même de l'élevage des suidés, des lapins et de volailles. Les technologies écologiquement rationnelles sont déjà aussi connues et utilisées dans ce domaine, à savoir :

- La création de nouvelles races : amélioration des races par croisement des espèces ;
- La pratique traditionnelle de l'élevage extensif ;
- L'Utilisation du fumier comme fertilisant ;
- La reconversion du fumier en énergie (biogaz) qui n'est pas connu des éleveurs;
- L'utilisation de provendes artisanales provenant des résidus agricoles ; et
- Le développement de la production de crevette pour la mise en valeur de terrains incultes et des zones enclavées.

### Santé publique

En comparant aux autres secteurs, le secteur Santé publique n'émet pas d'importants polluants qui pourraient contribuer au changement climatique, mais c'est plutôt l'inverse, c'est à dire que c'est les effets néfastes du changement climatique qui vont détériorer la santé de la population. Selon les chiffres de l'OMS, 2,4% de tous les cas de diarrhée dans le monde et 2% des cas de paludisme sont dus aux changements climatiques. La population est vulnérable à cause de l'augmentation de la température, favorables aux vecteurs des maladies, notamment le paludisme, la dengue, la fièvre jaune et certaines encéphalites virales, le chikungunya, la bilharziose, etc. Il existe également une corrélation étroite entre l'environnement, l'assainissement et la santé publique. En effet, l'absence du système d'assainissement adéquat a un impact néfaste sur la santé de la population, tout en dégradant inévitablement le milieu.

---

À cause de la diminution de la couche d’ozone, l’incidence des maladies graves comme le cancer de la peau, le mélanome malin et la cataracte oculaire est en augmentation. Pour se faire soigner, la plupart des paysans Malagasy, de faible pouvoir d’achat, se contentent de la médecine traditionnelle (herboristeries ancestrales). De plus, la médecine traditionnelle pourrait favoriser l’attachement des Malagasy à la nature. Ce fait peut être exploité pour réduire la déforestation et doit être encouragé.

En matière de transfert de technologie, il existe des techniques écologiquement rationnelles 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 systématique des moustiquaires, 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 régulation de température. L’exploitation des médecines traditionnelles (herboristerie ancestrale) fait également partie de ces technologies. Des recherches sont effectuées dans ce sens par des centres de recherche comme l’Institut Malagasy de Recherches Appliquées (IMRA), le Centre National d’Application de Recherche Pharmaceutique (CNARP), la Société Pharmaceutique Homéopathique (HOMEOPHARMA) et le RIRA.

### **Forêt**

La forêt fait partie de la richesse de Madagascar. À part sa fonction de réservoir et de piégeage de carbone, elle abrite des espèces végétales et animales, la plupart du temps, endémiques. La forêt protège aussi le sol contre les érosions, et le secteur Foresterie intéresse de nombreux acteurs tels que les industriels, les agriculteurs et les décideurs politiques, qui ont plutôt des intérêts plus ou moins directs par rapport à l’exploitation forestière.

La déforestation engendre la disparition des écosystèmes naturels et en même temps contribue à l’émission de gaz à effet de serre tel que le monoxyde de carbone par le brûlage. Ce qui contribue au changement climatique. En vue du respect de l’engagement relatif à la Convention sur la Diversité Biologique (CDB) des Nations Unies, Madagascar a adopté des politiques qui visent à réduire la disparition de sa biodiversité et de contribuer à l’atténuation et à l’adaptation aux changements climatiques. La déforestation est inquiétante à Madagascar. Chaque année, 200 000 à 300 000 ha de forêts disparaissent de par les activités humaines : le défrichement, les feux incontrôlés et les feux de brousse, accompagnant souvent la pratique des cultures sur brûlis et l’élevage de zébu, sont parmi les causes principales.

Pour parvenir à l’atténuation des changements climatiques par la réduction des émissions de gaz à effet de serre dans le secteur Foresterie, plusieurs techniques et stratégies sont déjà mises en œuvre :

- Entretien du périmètre forestier ;
- Élargissement de la surface boisée ;
- Gestion durable des forêts et agroforesterie ;
- Projets contre la déforestation (REDD+) ;
- Ecotourisme ;
- Reboisement ; et
- Gestion durable du réseau d’aires protégées.

---

## Ressources en eau

La répartition des ressources en eau dans les différentes régions de Madagascar est très variable à cause des fortes disparités bioclimatiques et topographiques. Néanmoins Madagascar dispose de bonnes ressources en eau du fait de sa situation géographique et ses reliefs, mais aussi de son climat tropical comportant en générale une saison humide et une saison sèche quasiment de même durée ; et ce sont seulement les régions du Sud et de l'Ouest qui présentent des difficultés, en montrant jusqu'à neuf mois de saison sèche.

Des technologies écologiquement rationnelles sont utilisées pour assurer l'Objectif du Millénaire pour le Développement (OMD) concernant l'eau pour tous, pour son exploitation aux diverses fins des besoins humaines. Ces technologies, dans le cadre du programme d'Adduction d'Eau Potable (AEP) sont surtout les suivantes :

- Système de captage d'eau pluviale ;
- Système d'adduction d'eau potable gravitaire (AEPG) ;
- Divers systèmes de pompage d'eau ;
- Système d'irrigations économes en eau ;
- Barrages de retenue (pour les centrales hydroélectriques, les irrigations agricoles : périmètres irrigués) ;
- Traitement des eaux usées (procédés anaérobies mis au point récemment ; méthodes classiques d'épuration des eaux usées en milieu aérobie) ;
- Stations d'épuration des eaux usées domestiques et industrielles ;
- Bassin de décantation destiné aux eaux usées domestiques et industrielles ;
- Dessalement de l'eau de mer et eaux saumâtres ;
- Assainissement et traitement des eaux pluviales et des eaux usées ; et
- Réutilisation des eaux usées traitées pour les usages industriels et agricoles.

Malgré ces différentes techniques, les statistiques montrent que plus de la moitié de la population (soit 11 millions) n'ont pas accès à l'eau potable. C'est pour cette raison que plusieurs programmes d'adduction d'eau sont en cours d'exécution, en partenariat avec des donateurs internationaux. Beaucoup d'organisations non-gouvernementales sont également impliquées dans ce domaine pour la vulgarisation des techniques auprès des villageois.

## Zones côtières

Tout comme les secteurs Ressources en eau et la Santé publique, la Zones côtières est victime des impacts négatifs des changements climatiques à cause de l'élévation du niveau de la mer, des incidences telles que l'érosion côtière et l'intrusion saline. De ce fait, il s'ensuivra des migrations de la population, des inondations, une élévation des nappes phréatiques, une accentuation de l'érosion des sols, une diminution de la protection corallienne, un recul des côtes comme ceux constatés à Morondava et certaines parties du Moyen-Ouest, une baisse des stocks de poissons, et une transformation de la couche végétale protectrice sur les côtes. Il est à noter que 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.

Les technologies suivantes ne contribuent pas aux émissions de gaz à effet de serre et qui sont pratiquées à Madagascar surtout dans la filière pêche :

- La pêche traditionnelle et artisanale : cette technique est pratiquée par toutes les régions côtières de Madagascar utilisant des moyens rudimentaires (pirogues, filets maillants, trappe à poissons, « *valankira* ») ;
- Le séchage solaire naturel pour la 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 pluie, cyclone) ;
- Le conditionnement du poisson braisé et séché : cette technique est très classique et très utilisée dans l'art culinaire de la population côtière. L'objectif de ce conditionnement est de varier l'habitude alimentaire et d'augmenter le revenu des ménages ;
- La fabrication artisanale de sel marin : elle est pratiquée pour la consommation de toute la population de la Grande Ile ;
- La technique de fermentation de la sève de cocotier : la plupart des habitants littoraux, surtout ceux du Nord-ouest du pays fabriquent ce qu'on appelle « *sora* ». Ce produit est obtenu à partir de la sève de cocotier ; et
- La construction des maisons et des bungalows en « *falafa* » (forme typiquement traditionnelle de cases d'habitations fabriquée à partir de feuilles et de troncs de palmiers séchés), que nous avons évoquée dans le secteur bâtiment.

Les programmes et les stratégies suivants sont en cours de mise en place :

- Processus de création d'aires marines protégées ;
- Stratégie et plan d'action pour le développement durable des zones marines et côtières, élaboré par le Comité national GIZC (Gestion Intégrée des Zones Côtières), en 2010 ;
- Projet d'appui aux communautés des pêcheurs (PACP) dans le Sud (Région Atsimo Andrefana entre Soalara (30 km au sud de Toliara) et Morombe (250 km au nord de Toliara). L'une des composantes du projet est l'aménagement et la gestion durable des ressources. Cette composante est liée aux initiatives d'adaptation au changement climatique dans le secteur ; et
- La Mise en place de réserves marines, l'amélioration de l'information sur la pêche traditionnelle, l'exploitation de nouvelles zones de pêche et le développement d'activités d'aquaculture font partie de ces initiatives.

## Énergie

Le secteur Energie reste un secteur conséquent des émissions de gaz à effet de serre mais il est également le secteur qui dispose le plus d'alternatives à travers les énergies renouvelables (éolienne, biomasse, solaires, etc.), avec toutefois des prix d'installation très élevés.

L'utilisation de technologies écologiquement rationnelles dans le secteur Energie n'est pas une nouveauté à Madagascar, étant donné que l'utilisation des énergies renouvelables était déjà adoptée depuis longtemps de manière plus ou moins instinctive. Toutefois, ceci mérite d'être développé davantage. Actuellement, avec la prise de conscience auprès de différents intervenants (administration publique, investisseurs, commerçants, etc.), leur exploitation commence à être privilégiée.

La biomasse, formée surtout par le bois-énergie, constitue la plus importante source d'énergie exploitée à Madagascar. Cette source représente 92% de l'offre d'énergie, car elle est utilisée essentiellement par les ménages pour la cuisson. Différentes techniques de cuisson peuvent être classées comme

---

technologies écologiquement rationnelles, dans la mesure où les paysans effectuent systématiquement le reboisement des eucalyptus. Le bois-énergie est constitué de bois de chauffe (82% des ménages) et de charbon de bois (17% des ménages). Seuls 1% des ménages ont la possibilité d'utiliser l'électricité ou le gaz pour la préparation de leurs nourritures.

Des petites technologies thermiques sont développées par des nationaux : fours de cuisson à biomasse, chaudière pour eau chaude, pyrolyseur et fours et cuiseurs solaires.

## Industrie

Le secteur Industrie est encore moins développé à Madagascar. Il concerne seulement 5,5% de la population active. Pourtant, ce secteur contribue à 41% du produit national brut.

D'autres domaines se sont développés, tel que l'agroalimentaire, la filière textile, la brasserie, les projets industriels de petite et moyenne taille. Même si l'industrialisation Malagasy est encore faible, des impacts environnementaux, négatifs sur l'environnement, et par conséquent sur le changement climatique, sont observés. On retient surtout l'absence du système de traitements des déchets solides et des effluents liquides qui sont pourtant chargés de polluants chimiques qui affectent l'air, le sol, l'eau et la santé humaine. Les pollutions engendrées par les activités industrielles présentent ainsi des impacts négatifs pour l'environnement et pour le climat.

Toutefois, pour le cas des industries pétrolières et minières, des volontés pour réduire leurs déchets et effluents sont déjà perceptibles :

- La relocation des diversités biologiques dans de nouveaux sites ;
- La remise en état des terrains après la fermeture des travaux ;
- L'implantation des « pipelines » pour acheminer les carburants du port vers les silos de stockage ; et
- La visite technique obligatoire et systématique des véhicules citernes transporteur et livreur des carburants.

Pour les autres filières, de nouveaux procédés sont aussi pratiqués :

- L'installation des bassins d'épuration des effluents liquides ;
- L'utilisation des solvants naturels (colle utilisée par la société COTONA) ;
- L'utilisation des sacs étanches pour emballer les produits dégageant des aérosols (ciment, farine, céréales) ; et
- L'étiquetage des produits non dégradables (bouteilles en plastique, emballage des bonbons et biscuits).

En ce qui concerne les procédés semi-industriels et artisanaux, la volonté de protéger l'environnement est visible dans les pratiques suivantes :

- Reconversion des boîtes de conserve en des articles de décoration ;
- Récupération des caoutchoucs pneumatiques pour fabriquer de sandales et de silencieux de voiture et des sandales ;
- Fabrication de « papiers Antemorano » ;
- Tissage de tapis mohair ;
- Séchage solaire des produits alimentaires ;

- 
- Fabrication des fours économiques et solaire ;
  - Fabrication des pâtes de sucre traditionnel « *siramamy gasy* » ;
  - Fabrication de presses à huile manuelles ;
  - Production de foie gras ;
  - Elevage de vers à soie ;
  - Production de sucre et d'alcool ;
  - Production de fibres de sisal ;
  - Production artisanale de briques que nous avons mentionnée plus haut dans le secteur bâtiment ; et
  - Production de produits en plastique (bouteilles, conteneurs, ustensiles de cuisines, tuyauteries, etc.).

### Transport

Basé sur le chapitre Inventaire de gaz à effet de serre (ce volume, chapitre 2), plus de 93% des gaz émis par les transports sont du dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), plus de 4% sont de l'oxyde de carbone (CO). Les autres gaz sont moindres en pourcentage mais non négligeables par l'effet négatif qu'ils engendrent par rapport au changement climatique.

L'utilisation d'énergies fossiles et l'accroissement du nombre de véhicules vétustes mis en circulation, sont responsables de l'émission de ces gaz à effet de serre. Utilisation de véhicules non motorisés (charrettes, pirogue, bicyclette, pousse-pousse, etc.) pourrait-être considérée comme des technologies écologiquement rationnelles qui contribuent à la diminution de la production de ces gaz. Pour les moteurs à essence, on pourrait mentionner la production d'éthanol dont l'utilisation directe fournit un taux de substitution à l'essence qui atteint 85%, sous réserve d'une adaptation des carburateurs et des moteurs.

### Bâtiment

A Madagascar, l'émission de GES dans le secteur Bâtiment n'est pas encore considérable. Toutefois, l'adaptation au changement climatique devrait toujours être considérée. Comme le climat de Madagascar est assez clément, les dépenses d'énergie pour la climatisation des bâtiments restent faibles. Les équipements comme les climatiseurs sont encore dans le domaine du luxe et ne sont utilisés que par un pourcentage qui ne dépasse pas 1% des bâtiments existants.

Le tableau 58 présente les technologies écologiquement rationnelles existantes concernant les bâtiments:

**Tableau 58 – TER appliquées au secteur bâtiment Activités**

Matériels et équipements	Technologies
Plan du bâtiment	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Existence des normes du plan d'urbanisme (présence des canaux d'évacuation, clôtures empêchant la dispersion des aérosols).</li> </ul>
Matériaux de construction	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Matériaux qui suivent les normes internationales ISO (ciments, peintures, etc.) ;</li> <li>• Cuisson de briques en argile utilisant les résidus agricoles (balles de riz), la tourbe et le bois ;</li> <li>• Utilisation des terres compactées pour les maisons traditionnelles (en Malagasy, « <i>rotsopeta</i> ») ; et</li> <li>• Habitat vert traditionnel utilisant des matériaux locaux (« vondro », papyrus, raphia, jonc, palmiers, ravenala, bambou, eucalyptus, etc.).</li> </ul>
Choix des appareils et équipements	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilisation des lampes à basse puissance (lampes économiques, lampes lumitsitsy) ;</li> <li>• Appareils électroménagers modernes :</li> <li>• Système de chauffage économique ;</li> <li>• Utilisation des appareils frigorifiques non contenant du CFC ;</li> <li>• Utilisation de chauffe-eaux solaire ;</li> <li>• Utilisation des panneaux photovoltaïques pour l'électrification individuelle ; et</li> <li>• Utilisation des nouvelles technologies qui permettent de gérer la consommation énergétique.</li> </ul>

### Priorisation des solutions

Le transfert des technologies écologiquement rationnelles est indispensable pour réduire la vulnérabilité aux changements climatiques. Toutefois, des blocages, d'ordre économique, socioculturel et institutionnel, sont aussi observés lors de l'évaluation des barrières entravant le développement du marché local de ces technologies. Pour assurer ainsi le transfert de ces technologies, ces barrières devraient être surmontées. Il est alors indispensable d'entreprendre les activités suivantes :

- Elaborer une planification stratégique (formation des personnels qualifiés, vulgarisation de la technologie, rédaction des rapports) ;
- Evaluer à long terme des activités pour comprendre l'amélioration et le succès du transfert ;
- Renforcement de l'Information-Education-Communication relative à la vulgarisation des technologies ;
- Créer un centre de transfert de technologie international et National;
- Rechercher des partenaires (partenariat financier, économique et technique) ; et
- Etablir un accord de coopération qui servira de cadre au transfert de technologie.

Les pays riches doivent aider les pays pauvres dans le transfert de technologie. La pénurie des 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 gaz à effet de serre. 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 éprouvées et immédiatement disponibles. 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 est réduite 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, en faveur d'un développement durable.

Madagascar doit être doté d'un véritable système et d'un mécanisme de veille lui permettant d'assurer que les technologies utilisées, qu'elles soient endogènes ou transférées, répondent effectivement aux priorités et aux besoins locaux afin d'en garantir le succès. Il doit également veiller à ce qu'un environnement propice approprié existe pour faciliter la promotion des technologies écologiquement rationnelles.

Tout ceci renforce une fois de plus l'urgence de la création d'un Centre national de Transfert de Technologie écologiquement rationnelles comme ce qui a déjà été évoqué dans les précédentes communications nationales. Il sera sous tutelle du Ministère chargé de l'Environnement. Les Organismes rattachés et les partenaires seront, entre autres, le Centre Nationale de Recherches Industrielles et Technologies (CNRIT), le Centre National de Recherche sur l'Environnement (CNRE), l'Institut pour la Maîtrise de l'Energie (IME), le « Foibem-pirenena ho an'ny Fikarohana ampiarina ho Fampandrosoana ny eny Ambanivohitra (FOFIFA), la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ), l'Agence Française pour le Développement (AFD), le Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD), l' Organisation des Nations Unies pour le Développement Industriel (ONUDI), etc. Les actions à mettre en œuvre seront :

- Élaboration des stratégies, programmes, projets et plans d'action entre autre sur le transfert de technologie ;
- Veille technologique ;
- Recherche et développement ;
- Élaboration de la base de données sur les technologies écologiquement rationnelles locales ;
- Amélioration des technologies écologiquement rationnelles locales ;
- Renforcement de la sensibilisation et de la vulgarisation à travers l'Information-Education-Communication ;
- Recueil de toutes les informations et les conseils pour permettre systématiquement l'évaluation de la mise en œuvre des programmes d'investissement visant la modernisation de l'économie d'énergie et de l'augmentation de l'efficacité énergétique dans les secteurs prioritaires de l'économie ;
- Création d'une commission scientifique et technologique pour établir une relation entre les centres de recherche, de manière à former un réseau qui regrouperait ces centres spécialisés ;
- Publication périodique des activités.

## **5.4. Recherche et observation systématique**

### **Recherche relative aux changements climatiques**

Par rapport à son engagement lié à la ratification de la CCNUCC, Madagascar est tenue à communiquer, à la Conférence des Parties à la Convention, des informations sur les travaux de recherche qu'elle a effectués ou qu'elle envisage de prendre dans la mise à jour des programmes nationaux et/ou régionaux. Ces mesures devront comporter celles visant à atténuer les changements climatiques. Le

---

contenu pourrait inclure des informations sur les programmes de recherche spécifiques développés dans les domaines du CC proprement dit, de l'atténuation, de l'adaptation, de l'élaboration de facteurs d'émission et de données d'activité.

### **Recherche sur le changement climatique**

Plusieurs institutions peuvent être impliquées directement ou indirectement dans la recherche sur le changement climatique. Cette recherche est menée principalement par la Direction Générale de la Météorologie (DGM). Elle est axée sur le suivi à court, moyen et long terme du climat du pays et des régions environnantes à partir des éléments du climat recueillis à travers un réseau de stations d'observations synoptiques, climatiques, pour la prévision du temps. La DGM mène également des recherches et des études sur les incidences du changement climatique, en vue de faire le suivi de la variabilité et de l'évolution des phénomènes météorologiques extrêmes contribuant à l'étude de la vulnérabilité et de l'adaptation sur le changement climatique. La DGM tient aussi, entre autres, la responsabilité de gérer des banques de données sur le climat et les ressources en eau, à part les recherches et les études agrométéorologiques pour les besoins spécifiques régionaux en agriculture.

### **Recherche sur la vulnérabilité et l'adaptation**

Les travaux de recherches sur la vulnérabilité et l'adaptation sont axés sur l'incidence du changement climatique sur l'agriculture, la diversité biologique, l'environnement, les ressources en eau, les zones côtières, la santé publique, et la pêche.

#### **Agriculture**

FOFIFA : à travers des recherches actions menées en vue de l'étude de vulnérabilité des systèmes de production de Madagascar, afin d'élaborer l'adaptation et les stratégies développées par les paysans dans la région de Betioky et de Morombe.

Laboratoire des Radio-isotopes : Partie prenante du projet « Adaptation au Changement Climatique en Afrique » pour sa mise en œuvre à Madagascar (ACCA-Madagascar), ce laboratoire œuvre à travers ses chercheurs, à des cours sur les changements climatiques au sein de l'École Supérieure des Sciences Agronomiques de l'Université d'Antananarivo. Il participe également à des recherches-actions menées sur l'agriculture à travers des études de possibilité de séquestration de CO<sub>2</sub> dans le sol, pour réduire l'émission de gaz à effet de serre dans quelques sites tels que Lazaina et Antsirabe. Ce projet ACCA-Madagascar (2007 à 2010) contribuait aussi à l'étude de vulnérabilité des systèmes agraires de Madagascar dans des recherches actions menées dans les Régions Atsimo-Andrefana, Alaotra-Mangoro, Boeny et Analangirofo.

**Tableau 59 – Synthèse sur les travaux de recherches de 2008 à 2011 portant sur l'étude des impacts des changements climatiques sur le secteur agricole ainsi que les stratégies d'adaptation endogènes développées.**

Auteurs	Titre	Variables/méthodologie	Effets néfastes abordés	Régions affectées	Stratégies développées par les populations
RANDRIAMAMO NJY Lantonirina Gilles	L'impact du climat sur la dynamisation des activités paysannes	Variables quantitatives et qualitatives (pluie, température) analyse de la variabilité climatique et étude la dynamique des productions agricoles.	Baisse des rendements agricoles Modification du calendrier agricole	Antananarivo	Utilisation d'intrants agricoles Insertion des cultures améliorées
RATSIMAMANG A Andoniaina	Perturbation climatique et vulnérabilité alimentaire : évaluation et stratégie	Variables quantitatives et qualitatives (pluie, température) Analyse de l'évolution des composantes climatiques Simulations des pluies ; températures et rendements agricoles	Récession pluviométrique Baisse de la production vivrière alimentaire Instabilité du calendrier Risque d'insécurité alimentaire	Ambovombe	Semis échelonnés et répétés Changement des techniques agricoles
JAOVAZAHA Jacques	Impacts de la variabilité climatique sur les ressources en eaux et les activités paysannes	Variables quantitatives et qualitatives (pluies et températures) Analyse de l'évolution des composantes climatiques Simulations des pluies, températures et rendements agricoles	Récession pluviométrique Baisse de la production vivrière alimentaire Instabilité calendrier	Namaky et Antsapano (extrême nord)	Semis échelonnés et répétés changement de techniques
RABENASOLO Julien	Variabilité climatique et adaptation des activités paysannes	Variables quantitatives et qualitatives (pluies, températures) Analyse de l'évolution des composantes climatiques Simulations des pluies, températures et rendements agricoles	Baisse de la production Instabilité du calendrier agricole		Utilisation des intrants agricole insertion des cultures améliorées
SOHARILALA Hantanirina	Incidence du climat sur les Activités paysannes	Variables quantitatives et qualitatives (pluies, températures) Analyse des composantes climatiques Simulations des pluies, températures et rendement agricole.	Récession pluviométrique Baisse de la production vivrière alimentaire Instabilité du calendrier agricole	Fenoarivobe	Semis échelonnés et répétés insertion des cultures améliorées

### **Biodiversité**

La recherche sur la biodiversité se focalise principalement sur l'étude des impacts des changements climatiques sur l'ensemble de la biodiversité Malagasy, en vue d'identifier les mesures adaptations adéquates pour la conservation des habitats et des espèces.

---

## **Santé publique**

Dans le domaine de la Santé publique, la recherche est axée sur l'évaluation de la vulnérabilité et de la capacité d'adaptation de la population face à la prolifération des maladies endémiques et épidémiques (le paludisme, chikungunya, dengue, choléra, diarrhées, bilharziose, maladies respiratoires aiguës, etc.) associées aux changements climatiques.

## **Zones côtières**

L'étude et la recherche sur les Zones côtières se focalisent sur l'évaluation des impacts néfastes des changements climatiques en vue d'identifier les zones vulnérables, les stratégies déjà pratiquées par la population et d'en définir les stratégies d'adaptation adéquates.

## **Recherche technologique et mitigation**

Le Centre Nationale de Recherches Industrielles et Technologies (CNRIT) et l'Institut pour la Maîtrise de l'Énergie (IME) travaillent en étroite collaboration dans la recherche sur l'efficacité énergétique et l'énergie renouvelable par la promotion de nouvelles sources d'énergies et des foyers améliorés, contribuant à la réduction des émissions de gaz à effet de serre. Le CNRIT oriente et encadre également des étudiants dans la préparation de leur mémoire ou thèse sur des recherches visant à réduire les émissions des gaz à effet de serre liés à l'utilisation abusive de la forêt.

## **Contraintes à la recherche**

Le problème se situe à deux niveaux :

Niveau 1 : Au niveau du gouvernement : La recherche ne fait pas partie des priorités si on se réfère au budget alloué à celle-ci.

Niveau 2 : Au niveau des différents services et des organisations : On retient l'insuffisance voire l'absence de la coordination d'une part puisqu'il se trouve qu'un même sujet soit traité à la fois par plusieurs entités. D'autre part, dans la plupart des cas, les résultats des travaux ne sont pas appliqués faute d'une coordination rigoureuse entre les services de recherche et de vulgarisation mais aussi par le manque de moyens.

## **Observation systématique**

Point n'est besoin de rappeler que pour comprendre la variabilité climatique et l'évolution du climat, il faut recueillir des informations sur les trois composantes du système climatique : l'atmosphère, les océans et les terres immergées, d'où la nécessité d'un ensemble complet de système d'observation.

## **L'observation atmosphérique**

Madagascar ne dispose pas de réseau d'observation systématique de la composition de l'atmosphère ; et seul l'Institut Nationale de Techniques et des Sciences Nucléaires (INSTN) effectuent ponctuellement des mesures des compositions de l'air en métaux lourds, en collaboration avec le Ministère de la Santé Publique.

---

## Les réseaux de mesure au sol de la Direction Générale de la Météorologie

Le réseau de stations effectuant les différentes observations se répartissent comme suit :

### **UN RÉSEAU PRINCIPAL**

#### **Le réseau d'observation synoptique de surface**

Ce réseau d'observation est composé de 27 stations réparties sur l'ensemble de l'île. Parmi ces 27 stations dont quatre sont gérées par l'Agence pour la sécurité de la navigation aérienne (ASECNA) : Ambohitsira, Analalava, Andapa, Antalaha, Antananarivo, Antsirabe, Antsiranana, Antsohihy, Besalampy, Farafangana, Fianarantsoa, Ivato, Maevatanana, Mahajanga, Mahanoro, Maintirano, Mananjary, Morombe, Morondava, Nosy-be, Ranohira, Sainte-marie, Sambava, Toamasina, Tolagnaro, Toliary et Vohemar.

Les données de ces stations synoptiques de surface sont recueillies quotidiennement et en temps réel via un réseau de BLU. Ces stations effectuent quotidiennement les mesures de tous les paramètres météorologiques (pressions atmosphériques, Vent, Insolation, température de l'air et dans le sol, précipitation, humidité de l'air et autres phénomènes météorologiques. C'est à partir de ces données relevées que sont effectuées les prévisions météorologiques quotidiennes.

Même les stations réputées ouvertes ne respectent pas toujours les normes de l'Organisation Mondiale de la Météorologie en ce qui concerne la fréquence d'observation et l'étalonnage des instruments. En effet, depuis plus de 15 ans, la plupart des instruments ne font plus l'objet de visite et de contrôle systématiques permettant le remplacement ou l'étalonnage de certains appareils.

En conséquence, seules deux stations à l'heure actuelle (Antsirabe, Antsiranana) effectuent des mesures de vent à 10 mètres. En outre, les stations de Maevatanana, de Mahanoro, d'Analalava et de Besalampy ne sont plus équipées de baromètres. Aussi, pour diverses raisons, toutes les stations de la Direction Générale de la Météorologie n'effectuent plus de mesures d'insolation depuis plus de 10 ans.

#### **Le réseau d'observation synoptique d'altitude**

Le réseau d'observation synoptique d'altitude est quant à lui composé essentiellement de sept stations relevant quotidiennement des informations à l'aide de ballon-sonde et qui permettent d'obtenir des informations météorologiques à différentes altitudes tout au long de son ascension. Ces stations se trouvent à Antananarivo, Ivato, Mahajanga, Taolagnaro, Toamasina, Antsiranana, Toliary et Farafangana. Les trois dernières stations sont toutes sous la responsabilité de la DGM et les quatre premières sont sous la responsabilité de l'ASECNA. A noter que seules les stations gérées par l'ASECNA sont actuellement fonctionnelles et effectuent des relevés et des mesures en altitude.

Ce réseau doit relever les informations météorologiques en altitude suivant les directives préconisées par les procédures et les méthodes d'observations météorologiques internationales et nationales. Il consiste à faire les observations suivantes :

- les observations par ballons-pilotes consistent à envoyer dans l'atmosphère des ballons, en caoutchouc, de différentes couleurs, gonflés d'hélium (ou hydrogène selon le pays) suffisamment pour leur permettre d'avoir une vitesse ascensionnelle de cinq mètre par seconde. Les observations par ballons-pilotes permettent de déterminer la direction et la vitesse des vents en altitude et devraient s'effectuer toutes les six heures (00:00, 06:00 du

---

matin, 12:00 et 06:00 du soir temps universels). Cependant, les programmes d'observation des stations peuvent varier d'un pays à l'autre.

Les mesures opérées seront mises en forme avec le code d'observation adapté mis au point par l'Organisation Mondiale de la Météorologie et les pays membres.

- Les observations par ballon-sondage reviennent à utiliser un ballon en caoutchouc ou néoprène gonflé à l'hélium (ou à l'hydrogène selon le pays), dont le diamètre au sol est d'environ deux mètres. Il est lancé et suivi au théodolite. L'azimut et l'élévation du ballon sont mesurés à intervalles réguliers, généralement toutes les minutes. Il permet d'obtenir des informations météorologiques à différentes altitudes tout au long de son ascension. Cela permet d'obtenir, à la verticale de la station, les profils verticaux de vent, de température, et de l'humidité de l'air.

A noter que seules cinq stations appartenant à l'ASECNA effectuent des mesures en altitudes. Par manque de moyen humain et d'insuffisance de moyen de maintenance des équipements, la station de l'aéroport d'Antsiranana, dans le nord du pays, n'effectue plus de mesure ni par radiosondage ni par ballon-pilote dicté dans le programme de mesure de la Veille Météorologie Mondiale (VMM).

### ***Le réseau d'observation marine, portuaire et des lacs***

Le réseau d'observation marine et portuaire a une importance stratégique, tant dans le cadre de la Veille VMM, que dans celui de la météorologie appliquée dans le domaine des transports. A noter que, concernant Madagascar, l'Organisation Météorologique Mondiale reconnaît quatre stations portuaires fonctionnant 24 heures sur 24. Toutefois, les informations de ces stations ne sont pas disponibles au niveau local.

#### **(a). Observation des marées**

La marégraphie est la mesure de la variation du niveau de la mer en fonction des mouvements astronomiques (la lune et le soleil) en un endroit donné durant une période spécifique. A Madagascar, l'observation des marées a débuté vers 1945. Le paramètre observé est la hauteur de la mer en fonction du temps.

De 1945 jusqu'en 1996, il y a eu des observations systématiques et d'entretien des matériels. Malheureusement, à cause de nombreux problèmes, la fréquence de prélèvement de données est diminuée et ensuite de nos jours, il n'y a plus que des observations ponctuelles.

#### Problèmes du marégraphe à Madagascar

Le problème de budget est toujours une des grandes contraintes dans l'évolution des secteurs publics à Madagascar. A notre époque, il est indispensable d'utiliser des matériels plus avancés. Ce qui est loin d'être le cas des matériels utilisés à Madagascar.

Les côtes, la mer et l'océan entourant Madagascar sont considérés comme zone dangereuse à la navigation. Par conséquent, il est indispensable de disposer d'un maximum d'informations les concernant. Malheureusement dans le temps actuel, ce n'est pas le cas.

#### **(b). Observation des lacs**

Il y avait trois stations d'observations des lacs à Madagascar, mais par manque d'entretien, aucune de ces stations ne fonctionne actuellement. Elles sont localisées à Amboromalandy, Ampijoroaha et au Lac Alaotra. Les matériels utilisés pour l'observation de ces stations sont identiques à ceux employés dans les observations des fleuves et rivières. Les paramètres à observer sont aussi semblables.

---

## **UN RÉSEAU SECONDAIRE**

### ***Le réseau des stations d'observation climatologique de la Direction Générale de la Météorologie***

Les stations climatologiques de la DGM étaient au nombre de 150 postes de mesure au départ. Plus tard, faute de moyens et de ressources, seules neuf stations climatologiques sont opérationnelles au moment de la rédaction de ce document. Ces stations effectuent quotidiennement des mesures de la précipitation et des températures de l'air.

### ***Le réseau des stations d'observation pluviométrique de la Direction Générale de la Météorologie***

Les stations pluviométriques de la DGM étaient au nombre de 500 au départ. Dans le temps actuel, seules 20 stations pluviométriques sont opérationnelles. Comme son nom l'indique, ces stations ne font quotidiennement que des relevés pluviométriques.

### ***Le réseau de base d'observation et de collecte de données hydrométriques***

Le réseau de base d'observation et de collecte de données hydrométriques est essentiellement constitué par des stations limnométriques et limnographiques, en général doublées de stations de jaugeage réparties dans toutes les différentes régions de l'île, en particulier sur les grands fleuves. Ces mesures concernent, au niveau de la station, la hauteur du niveau d'eau et la vitesse des courants à différentes profondeurs.

### ***Le réseau de stations d'observation hydrogéologique à Madagascar***

Le service hydrogéologique a été créé à Madagascar en 1961. A cette époque, il a été fusionné avec le service hydrologique au sein du ministère des travaux publics. Vers 1999, la Direction de l'Eau et de l'Assainissement (DEA) a vu le jour et le service de l'hydrogéologie y a été transféré. Cette direction était sous la surveillance du Ministère des Eaux et Forêts. En 2004, la DEPA s'est changé de nom pour devenir la Direction de l'Exploitation de l'eau Potable et de l'Assainissement (DEPA). Son champ d'activité est différent de la DEA mais le service de l'hydrogéologie y est encore rattaché.

Dans l'année 2006, la DEPA est devenue Direction Générale de l'Eau, et le service de l'hydrogéologie est encore sous sa tutelle. En 2008, le Ministère de l'Eau est créé. Ce ministère a repris toutes les activités de la DGE ; et de ce faite, le service de l'hydrogéologie y est imbriqué. En conséquence, aujourd'hui, le service hydrogéologique est sous la tutelle du Ministère chargé de l'Eau.

Les objectifs du service hydrogéologique sont comme suit :

- Gestion des ressources en eau souterraines ;
- Création des cartes hydrogéologiques ; et
- Adduction d'eau potable.

Les paramètres mesurés du point de vue caractéristique hydrodynamique sont :

- Niveau statique et niveau dynamique de l'eau ;
- Débit ;
- Perméabilité et coefficient de perméabilité ;
- Emmagasinement et coefficient d'emmagasinement ;
- Porosité ;
- Vitesse de filtration ; et

- 
- Transmissivité.

Les paramètres à observer en matière de caractéristiques chimiques de l'eau sont : aspect, turbidité, couleur, odeur, conductivité électrique, pH, composants organiques, dureté totale, les azotes ( $\text{NO}_2^-$ ;  $\text{NO}_3^-$ ;  $\text{NH}_4^+$ ), ainsi que les ions ( $\text{Ca}^+$ ;  $\text{Na}^+$ ;  $\text{Cl}^-$ ;  $\text{SO}_4^{2-}$ ;  $\text{Mg}^{2+}$ ;  $\text{HCO}_3^-$ ;  $\text{Fe}^{2+}$  et  $\text{Fe}^{3+}$ ).

La propriété chimique de l'eau est essentielle quand l'objectif est la recherche d'eau potable. Pour déterminer ces paramètres, le service apporte des échantillons au laboratoire.

### ***Le réseau de stations d'observation hydrogéologique à Madagascar***

Dans les années 60, les stations d'observation hydrogéologique à Madagascar s'élevaient à 124 qui se répartissaient dans tout Madagascar. Les caractéristiques physiques et chimiques de l'eau sont obligatoirement observées au niveau de chaque station.

Vers 1980, il n'y a plus eu de stations d'observation hydrogéologique à cause de nombreux problèmes. Les observations sont devenues ponctuelles, avec néanmoins des observations portant sur tous, les caractéristiques physiques et chimiques de l'eau. Il faudrait noter également que le service a effectué 55 214 descentes d'adduction d'eau potable depuis 1980 jusqu'à aujourd'hui.

### **Lacunes et contraintes de l'observation systématique**

Les lacunes et contraintes de l'observation climatiques sont résumées de la manière ci-après :

- Manque d'effectif : plusieurs stations synoptiques fonctionnent à un seul agent au lieu de trois au minimum. Donc, la fréquence des observations est réduite ;
- Vétusté des équipements : plusieurs appareils en panne, notamment les appareils vent et baromètre ;
- Insuffisance de budget qui ne permet pas le renouvellement des appareils, les travaux de mesure sur terrain, les missions d'entretien et de contrôle des stations d'observations ;
- Non couverture du réseau des stations d'observation du territoire national, aggravée par la fermeture de nombreuses stations d'observation (seulement neuf stations climatologiques, 20 stations pluviométriques, 13 stations hydrologiques, aucune station hydrogéologique, aucune station agro météorologique, aucune station radar) ; et
- En hydrogéologie, en raison du nombre insuffisant des stations d'observations, seules les Régions Menabe et la partie Sud-ouest de Madagascar possèdent des cartes hydrogéologiques précises et actualisées.

### **Mesures proposées**

Compte tenu des lacunes et contraintes énumérées ci-dessus, les mesures proposées sont les suivantes :

- Mise en application de l'arrêté relatif aux redevances météorologiques ;
- Poursuite et développement des travaux de partenariat avec les usagers ;
- Inclusion obligatoire du volet Météorologie dans les projets relatifs à l'exploitation agricole, pastorale, à l'aménagement hydroagricole, à la construction des barrages hydro-électriques, à tous les projets ayant un impact sur l'environnement ;



- Acquisition des moyens de traitement des données destinés à élaborer des scénarii du climat , nécessaires aux études d'impacts et d'adaptation face aux effets néfastes de l'évolution du climat au niveau national ;
- Modernisation des équipements de collecte, de transmission et de stockage des données ;
- Renforcer les recherches sur la météorologie, notamment sur les prévisions et les catastrophes naturelles d'ordre météorologique ainsi que des questions liées aux changements climatiques ;
- Ratification du Code de la Météorologie ;
- Application des nouvelles techniques d'observations (simulation des données d'observations à partir des informations satellitaires calibrées).

## 5.5. Coopérations régionale et internationale

### Participation du public à la lutte contre le changement climatique

En se référant aux directives internationales, en l'occurrence de la Décision 17/CP.8 amendée de New Dehli en 2007, la participation du public dans la lutte contre les effets du changement climatique est généralement perceptible à travers leur intégration dans différentes activités et qui soient implicitement catégorisées dans l'une des deux principales formes de lutte préconisées par la CCNUCC : l'adaptation et l'atténuation.

De façon sporadique, des mesures ou initiatives entreprises par certains dirigeants politiques, organisations non-gouvernementales, associations ou encore des projets éligibles en Mécanisme du Développement Propre du Protocole de Kyoto (MDP), réalisés par des investisseurs nationaux ou étrangers, contiennent divers aspects de lutte contre les effets néfastes du changement climatique. En effet, ces activités commencent à avoir progressivement leurs emprises dans la vie quotidienne de la population, et à titre indicatif, quelques cas de figure peuvent être cités entre autres :

- Les jeunes catholiques du Sud-est du pays, sous l'égide des évêques responsables, ont opté la production de l'éthanol pour des usages aux fins utiles ;
- Certaines communes urbaines se soucient de la gestion des déchets : si la commune urbaine d'Antananarivo (CUA) arrive à fixer un taux d'imposition de 5% à titre de contribution à l'assainissement de la capitale, la commune urbaine de Fianarantsoa, Région Haute-Matsiatra, cherche à maîtriser le compostage des 65 tonnes de déchets par jour au profit des systèmes agraires ;
- D'autres communes rurales cherchent à améliorer les conditions de vie de leur population par l'utilisation du biogaz, comme l'éthanol, en remplacement du pétrole lampant qui nuit à la santé et dont le prix ne cesse d'être révisé à la hausse ;
- L'Association pour le Développement de l'Énergie Solaire (ADES) dans la Région Sud-ouest, ne cesse de produire et de mettre au profit des foyers Malagasy 150 fours solaires par mois déposés dans cinq centres de dépôt régionaux après quatre années d'existence ;
- La Société italienne TOZOO GREEN, dans la Région Ihorombe, implique les riverains au projet de plantation du Jatropha, en vue de la production du biocarburant exportable depuis l'année 2013 ; et
- Le projet PRODAIRE de reboisement dans quelques communes de la Région Alaotra Mangoro, cherche à responsabiliser la population par leur représentation au niveau de toutes les instances de l'organe de gestion depuis la conception, passant par la réalisation jusqu'au système d'évaluation et du suivi des activités du projet.

---

Tout compte fait, ces types de mesures et initiatives ou projets éligibles au MDP incitent la population à participer activement à la lutte contre les effets du changement climatique. Implicitement, le public participe dans l'une ou les deux formes de lutte contre ce fléau mondial, mais cette participation n'est effective sans que le public soit vraiment conscient de l'importance, de la signification et de la valeur réelle de ses actes.

### **Coopération Internationale**

A l'instar des différents pays en développement, Madagascar bénéficie des retombées dévolues des différentes formes de coopération internationale par le biais des diverses agences d'exécution (PNUE, PNUD, UNESCO, BM).

Généralement, cette coopération internationale se réalise soit dans le cadre d'une organisation internationale ou régionale, soit dans le cadre de diverses relations bilatérales entre pays Nord-Sud ou Sud-Sud et ce, à travers des transferts de technologie et/ou des échanges en matière de bonne pratique.

Concernant particulièrement la mise en œuvre de l'Article 6 de la CCNUCC, divers organismes internationaux comme UNICEF, WWF, UNESCO, USAID, témoignent leurs contributions dans le processus de prise de conscience du public sur les effets néfastes du changement climatique. Ils constituent généralement soit des partenaires techniques soit des partenaires financiers ou encore les deux à la fois, le cas échéant.

Apparemment, chaque organisme intervient chacun à leur façon dans des domaines plus ou moins spécifiques comme dans le cadre de l'éducation sur le changement climatique qui a connu l'appui technique et financier de l'UNICEF lors de l'élaboration et le développement du modèle « *Connecting class-room, Saturday School* » à travers les structures déconcentrées de l'Office de l'Education de Masse, du Civisme et de l'Environnement (OEMC).

Mais dans bien des cas, ces organismes interviennent de façon synergique comme dans le cadre de la sensibilisation à la lutte contre le changement climatique laquelle connaît la contribution de Conservation International, World Conservation Society et Programme des Nations Unies pour le Développement en tant que partenaires techniques et financiers du Ministère de l'Environnement et des Forêt, avec ses Organismes rattachés (Office National pour l'Environnement, Madagascar National Parks, Association Nationale pour les Actions Environnementales, l'Organe de Lutte contre les Evènements de Pollution Marine (OLEP)).

Également, le développement du modèle d'éducation au Développement Durable, initié par l'UNESCO, a connu l'assistance financière de la WWF, et techniquement réalisée par les membres de l'Association Nationale de l'Éducation au Développement Durable (ANEDD) incluant le Ministère de l'Education Nationale par le biais de l'OEMC et de la Direction de l'Enseignement Secondaire (DES), le Ministère de l'Enseignement Technique et de la Formation professionnelle (METFP) et, la Direction de la Communication (DCOM) au sein de du Ministère chargé de la Communication.

## 6. CONTRAINTES ET DIFFICULTES RENCONTREES

---

### 6.1. Introduction

La décision 17/CP.8, relative aux directives pour l'établissement des communications des Parties non visées à l'annexe I de la CCNUCC, invite ces pays, selon leurs conditions et leurs priorités de développement, à faire état de toutes les difficultés et lacunes qu'elles ont pu relever dans la mise en œuvre des actions de lutte contre les changements climatiques. Ces difficultés peuvent concerner les ressources financières, les moyens techniques et les capacités, et indiquer les activités qu'ils se proposent d'entreprendre et/ou qu'ils ont entreprises afin de combler les lacunes et de surmonter les difficultés. Ces activités devraient permettre aux Parties non-Annexe I de mettre en œuvre de façon effective et efficiente les mesures et programmes envisagés au titre de la Convention, et assurer la continuité du processus d'établissement et d'amélioration des communications nationales.

Conformément à cette décision 17/CP.8, une étude a été entreprise pour identifier les difficultés et lacunes rencontrées pendant l'élaboration de la Troisième communication nationale au titre CNUCC, pour déterminer les moyens techniques et financiers nécessaires pour y faire face et pour proposer, finalement, des projets d'atténuation des émissions de gaz à effets de serre..

### 6.2. Objectif

L'objectif est d'améliorer progressivement la qualité des Communications Nationales en s'attaquant aux différents obstacles relevés tout au long de la préparation de la présente TCN.

### 6.3. Contraintes, difficultés et lacunes liés à la préparation des Communications Nationales

#### Données et informations

Dans la plupart des secteurs étudiés, les problèmes de données restent un défi majeur pour la réalisation d'une communication nationale de qualité et à temps. Ces problèmes sont l'insuffisance ou le manque de données, la disponibilité des données, et l'accessibilité des données. Au niveau de toutes les composantes de la TCN, qu'il s'agit de l'inventaire national des gaz à effet de serre, des études de vulnérabilité et d'adaptation, de l'analyse des options de mitigation et des études menées pour les autres informations telles que le transfert de technologie, la recherche et l'observation systématique, les données restent jusqu'à présent insuffisantes.

Cette insuffisance de données est due à la discontinuité et à la non-exploitabilité des données recueillies au niveau du centre de documentation de chaque secteur. Par exemple, pour le cas du secteur Déchet où les données recueillies n'existent pas de façon continue à cause du changement fréquent du responsable, la situation engendre une instabilité de la gestion des informations qui ne garantit pas la fiabilité des données car elles diffèrent à chaque changement. Pour les autres secteurs, ils ne disposent même pas de données exploitables.

L'insuffisance des données est également causée par la restructuration du secteur. C'est par exemple le cas du secteur Energie où la collecte des données a été entamée pour effectuer un calcul de niveau 2 des émissions, mais malheureusement le secteur a été en pleine restructuration, et les experts n'ont pas pu arriver à terme leurs collectes. Dans ce cas, les données collectées figurent dans un rapport à part.

Dans certains secteurs, comme celui de l'Utilisation des Terres et Changement d'Affectation des Terres et Foresterie (UTCATF), les principales difficultés rencontrées ont trait essentiellement à l'absence des données sur les activités de mesures des émissions de carbone et à l'utilisation des facteurs d'émission

---

qui ne sont pas propres au pays ou des valeurs par défaut qui ne sont pas représentatifs de la situation du pays.

Dans d'autres secteurs, comme celui du Procédés industriels, les données statistiques nationales ne tiennent pas en compte des différents types de produit donné (par exemple : les huit types de ciment et les trois types de chaux produits au niveau national). Par conséquent, les données disponibles se rapportent souvent à la production annuelle totale d'un produit donné, tous types confondus. Aucune donnée précise n'a pu être trouvée concernant :

- la production de clinker ;
- la teneur en chaux (CaO) du clinker ;
- la quantité de ciment par type ;

Toutefois, la présente étude avait supposé que le ciment produit à Madagascar est principalement de type Portland. Les autres informations telles que la perte en poussière du four à ciment, la teneur en CaO de la chaux, la composition moyenne de chaux, l'accès direct aux informations auprès des industries ont été difficiles à obtenir.

Il arrive que dans certains cas, même si les données sont disponibles, elles ne sont pas accessibles pour des raisons de confidentialité technologique. La dispersion des données constitue également une contrainte majeure rencontrée dans presque tous les secteurs.

### **Méthodes et autres modèles de GIEC**

L'absence de modèle constitue un handicap pour atteindre un résultat fiable. C'est le cas de l'étude de vulnérabilité et d'adaptation dans les secteurs Santé publique, et pêche. Dans d'autres cas les logiciels existent, mais ils ne sont pas fonctionnels, comme le cas du secteur Foresterie-biodiversité, par exemple Forestgap, Holdridge, logiciels fournis par les consultants internationaux qui sont venus au pays pour former les experts nationaux.

Il en est de même de l'analyse des options de mitigation où le modèle n'existe que pour le secteur Energie (logiciel LEAP) et que la formation s'est surtout focalisée sur le même secteur. Il est difficile pour un seul consultant international d'assurer la formation des experts nationaux dans cinq secteurs différents.

Le manque de compétence technique et de matériels informatiques adéquats pour l'utilisation de certains modèles permettant d'évaluer les impacts du changement climatique comme DSSAT et d'élaborer les scénarios climatiques comme PRECIS, sont aussi un problème rencontré par les experts lors de l'élaboration de la TCN.

### **Arrangements institutionnels, information et constitution des réseaux**

Le Ministère chargé de l'Environnement est le ministère qui coordonne les actions de lutte contre le changement climatique à Madagascar. Malgré la mise en place de la Direction du Changement Climatique puis du Bureau National de Coordination des Changements Climatiques au sein du ministère et du Comité (interministériel) National sur le Changement Climatique (CNCC), le problème rencontré se trouve au niveau des ressources humaines qui sont insuffisantes en nombre et en capacités pour procéder à la collecte systématique des données.

Même si on a mis en place le CNCC et également les cellules environnementales au niveau de chaque ministère, et depuis peu les cellules environnementales régionales, on a constaté que les informations

---

sur le changement climatique transmises aux différents niveaux sont insuffisantes. Les questions du changement climatique ne sont pas bien comprises au niveau des Services Techniques Déconcentrés et même au niveau des autres départements ministériels où l'intégration du changement climatique dans leurs activités n'est qu'à tout son début.

### **Relations de travail avec les organismes internationaux d'appui**

Les difficultés de communication avec les organismes internationaux d'appui ont été déjà évoquées parmi les contraintes rencontrées lors de l'élaboration de la Deuxième Communication Nationale, et constaté encore aujourd'hui dans le cadre de l'élaboration de la présente TCN. En effet, certaines requêtes demandaient beaucoup de temps pour avoir de réponse et quelquefois même sans suite. Ce qui a entraîné une perturbation au niveau de la planification et un retard à la réalisation des travaux. Les raisons évoquées au niveau de ces organismes sont souvent d'ordre linguistique.

### **Recherche et observation systématique, Education, Formation et Sensibilisation du public**

#### **Dans les domaines de l'observation systématique**

Parmi les problèmes recensés, il convient de retenir notamment le manque de régularité dans les observations, l'insuffisance de la collecte de données, le caractère archaïque des systèmes de collecte, de traitement et de transfert des observations, les lacunes dans la collecte des données, le manque d'automatisation des stations. Ces remarques concernent tous les types d'observations (météorologique, hydrologique, composition de l'atmosphère, océanographique, etc.).

Deux points méritent d'être mis en exergue :

- La pérennisation des observations : Si le pays voudrait vraiment suivre l'évolution du climat et avoir des projections fiables dans le futur, la continuité des observations est vitale ; et
- La dualité satellite et observation globale, *versus* observation *in situ* : les lacunes en matière d'observations sur le terrain peuvent être comblées par la télédétection. En plus, les résolutions spatiales et temporelles des données satellitaires s'améliorent notamment durant les cinq dernières années.

#### **En matière d'éducation, de formation et de sensibilisation du public**

La compréhension des problèmes fondamentaux liés à l'intégration de la dimension changement climatique dans le système d'éducation national actuel nécessite une analyse beaucoup plus approfondie des réglementations en vigueur, ainsi que de leurs structures de mise en œuvre à tous les niveaux à savoir :

- L'environnement et en particulier le changement climatique ne sont pas encore considérés comme une discipline à part entière dans l'enseignement à Madagascar. Ce qui revient à dire que le processus d'élaboration d'un programme d'éducation sur le changement climatique en tant que matière à enseigner dans les écoles primaires, secondaires et universitaires, prendrait des années et exige des moyens considérables sur le plan technique, matériel, financier et surtout des personnels scientifiques ;
- Aucun programme ni structure, ni personnel compétent, n'est encore en vue pour assurer l'intégration de la dimension changement climatique dans le système d'éducation nationale actuel ; et

- 
- Bien que le Ministère chargé de la Communication dispose de service destiné à traiter les questions environnementales, ses agents rencontrent des problèmes pour plusieurs raisons.

### **Implication insuffisante des professionnels du média public dans le cadre de la communication environnementale**

Les tâches qui incombent aux journalistes publics restent au niveau de la couverture médiatique des faits et des réalisations liées aux activités des agences ou organismes œuvrant dans le domaine de l'environnement. Seulement, ils interviennent de façon quotidienne pour énoncer les conditions météorologiques, ce qui devient de plus en plus intense pendant les périodes cycloniques.

*Insuffisance ou inexistence de renforcement de capacité* : En matière de formation sur l'environnement en général et le changement climatique en particulier, la plupart des organismes privés ou publics travaillant dans le domaine de l'environnement ignorent l'envergure des problèmes posés par le changement climatique dont la compréhension devrait se traduire par le changement de comportement du public cible à travers les activités quotidiennes de chaque individu.

Les différentes chaînes de radios et de télévisions ne disposent pas de spécialistes en environnement et encore moins en changement climatique pour se limiter aux affaires politiques, commerciales et évangéliques à la limite de leur compétence technique souvent acquise de façon empirique. L'école de journalisme récemment instaurée au sein de l'université, ne vise qu'à améliorer la pratique communicative, sans aucune spécialisation sur le changement climatique.

### **Ressources humaines, techniques et financières**

La réalisation de cette TCN est confiée aux experts nationaux en changement climatique. Environ 90% de ces experts nationaux ont déjà été membres de l'équipe d'élaboration de la Deuxième Communication Nationale. Le problème évoqué par la plupart est d'ordre linguistique. Les documents sont tous en anglais et les formateurs qui ont été envoyés au pays sont des anglophones.

## **6.4. Contraintes, difficultés et lacunes liées à la réalisation des activités et programmes destinés à la mise en œuvre de la CCNUCC**

### **Ressources financières et techniques**

Dans la plupart des cas, les problèmes liés à la réalisation des projets et programmes pour la mise en œuvre de la CCNUCC sont d'ordre financier. On pourrait évoquer ici la mise en œuvre du PANA où le financement du projet d'adaptation dans les zones côtières à réaliser sur la côte Est du pays ne dispose pas de suffisamment de ressources financières pour toutes les activités prévues dans les 15 projets prioritaires contenus dans le document initial, mais seulement pour les quelques activités de protection de la zones côtière, de développement agricole et de protection de la forêt littorale. Il en est de même pour les projets qui ont été identifiés dans la Deuxième Communication Nationale auxquels aucun financement n'est prévu pour leur mise en œuvre.

Les problèmes d'ordre technique qui sont constatés au niveau de l'utilisation des modèles et logiciels déjà internationalement approuvés comme le PRECIS, le MAGICC-SCENGEN et le DSSAT ne sont pas parfaitement maîtrisés.

---

## Priorités nationales

La population adhère dans différents projets éligibles en MDP pour lutter contre la pauvreté qui l'emporte sur toute autre forme de lutte. Un autre aspect de ce problème s'est produit pour le groupe « Vulnérabilité et adaptation », où on avait promis aux experts d'avoir à leur disposition des logiciels pour chacun de leur secteur, ont dû attendre plusieurs mois pour avoir un consultant international qui a pu régler et utiliser ces outils avec des données disponibles à Madagascar.

### 6.5. Besoins techniques, financiers et en matière de renforcement de capacités pour faire face à ces contraintes et difficultés

Compte tenu des problèmes, lacunes et contraintes identifiés et décrits ci-dessus et de la situation socio-économique de Madagascar, l'amélioration des communications nationales futures requiert un certain nombre de besoins, entre autres :

- le renforcement des capacités (élaboration facteur d'émission, utilisation des modèles, estimation des incertitudes, etc.) ;
- la dotation des moyens techniques et financiers suffisants (équipement adéquat aux logiciels nécessaires : PRECIS, DSSAT, dotation des logiciels comme FORESTGAP, HOLDRIDGE, logiciels pour les secteurs Santé et Pêche) ;
- la mise en place d'une structure de coordination efficace au niveau national ; et
- une bonne organisation et planification au niveau des organismes internationaux d'appui pour permettre un traitement efficace et à temps des dossiers et des requêtes soumis à leur niveau.

A Madagascar, certains programmes contribuent à ces besoins spécifiques, mais ils sont loin de les satisfaire. Ces programmes sont entre autres : le Programme d'Investissements Publiques (PIP), les aides bilatérales (avec la France, les États-Unis, l'Allemagne, la Suisse et le Japon) et les autres programmes et activités multilatéraux (Banque Mondiale, Banque Africaine pour le Développement, Union Européenne, le Fonds Français pour l'Environnement Mondial, ainsi que le Fonds pour l'Environnement Mondial).

## Contributions du Gouvernement

### Le Programme d'investissements publics (PIP)

Leur contribution dans l'élaboration des communications nationales se fait à travers les Ressources Propres internes (RPI), les Taxes sur les valeurs ajoutés (TVA) et les Droits et taxes à l'importation (DTI), dont les montants pour la Communication Nationale Initiale, la Deuxième Communication Nationale et la Troisième Communication Nationale sont respectivement, en dollars américains, de 10 600, de 21 250 et de 31 900.

### Les moyens matériels et ressources humaines

Dans le cadre de l'élaboration de la TCN, le projet a été doté d'un bureau et d'une voiture. En ce qui concerne les ressources humaines, le projet a été piloté par un Comité National composé de 12 personnes, représentant les Départements Ministériels concernés.

### Fonds pour l'Environnement Mondial

Le Fonds pour l'Environnement Mondial (FEM) contribue dans le financement des différentes activités à Madagascar essentiellement dans la protection de la biodiversité. Dans le cadre de la lutte contre le changement climatique, son intervention s'est focalisée dans les activités habilitantes et l'élaboration du



---

Programme d'Action National d'Adaptation au changement climatique (PANA), ainsi que la mise en œuvre de deux projets d'adaptation dans le secteur riz et dans le secteur zone côtière.

La contribution du FEM dans ces activités s'élève à 770 000 USD pour les activités habilitantes (350 000 USD pour la Communication Nationale Initiale et 420 000 USD pour la Deuxième Communication Nationale) et à 200 000 USD pour l'élaboration du PANA.

## **Programmes bilatéraux ou d'une institution multilatérale**

### **Programmes bilatéraux**

#### ***La Coopération Française***

La France, à travers l'Agence Française pour le Développement, le Fonds Français pour l'Environnement Mondial et d'autres programmes, est le premier grand bailleur de fonds bilatéral de Madagascar. Elle intervient dans quatre secteurs prioritaires de coopération qui ont été identifiés en référence aux Objectifs du Millénaire pour le Développement (OMD) : l'éducation, le développement rural, le développement des infrastructures et la santé. D'autres interventions sont également à noter, en particulier sur les thèmes de la protection de la biodiversité, et du développement du secteur privé, lesquels bénéficient cependant de financements moins élevés que les secteurs retenus comme prioritaires. Au total, l'aide publique bilatérale civile au développement que la France apporte au bénéfice de Madagascar, pour cinq ans (2004-2009), se trouve entre 249 et 278 millions d'euros.

Les interventions sur base annuelle dans le secteur rural/Environnement concernent la mise à disposition d'expertises à travers l'assistance technique, le soutien à des actions de développement, y compris l'aide alimentaire programmée et le renforcement des capacités à travers notamment des bourses de formation. Dans le secteur environnement, une veille institutionnelle est menée avec l'appui du Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD). Une attention particulière sera apportée au suivi du changement climatique, avec notamment une mission d'appui de Météo France à la Direction Générale de la Météorologie. Les crédits d'intervention pour 2007 sont de 28,5 millions d'euros.

#### ***La coopération avec les États Unis***

Le Gouvernement Américain, à travers l'Agence de coopération bilatérale USAID est le deuxième grand bailleur bilatéral de Madagascar. L'USAID a joué un rôle majeur dans la protection de la biodiversité unique de l'île, dans l'amélioration de la santé familiale et communautaire, dans la promotion de la démocratie et dans l'augmentation des opportunités pour la croissance économique du pays.

Dans le cadre de la mise en œuvre du programme de préservation de l'environnement y compris le changement climatique, l'USAID intervient dans trois régions de Madagascar : Itampolo dans le sud-ouest de l'île, Fianarantsoa sur les Hautes terres centrales, et le complexe Masoala-Makira au Nord-est. Madagascar a bénéficié d'un montant de 7,5 millions de dollars US à travers de l'USAID pour le financement du programme de gestion de l'environnement et de renforcement des institutions.

L'USAID intervient également dans le cadre de la gestion des catastrophes naturelles. A titre d'exemple, pour l'année 2008, il a apporté des aides qui ont été évaluées à 18 millions de dollars US. Mais depuis la crise politique qui sévit à Madagascar en 2009, ces aides ont tant diminué et se sont transformées en aides sociales. Elles se sont reprises dès le retour à la normale de la situation.



---

### **La Coopération Allemande**

La coopération allemande au développement est basée sur les objectifs du Madagascar Action Plan (MAP), stratégie pour le développement de Madagascar de 2007 à 2012, afin d'assurer un soutien bien défini et une coopération optimale avec la partie Malagasy. Le thème essentiel de la coopération allemande au développement est « la protection de l'environnement et la gestion durable des ressources naturelles ». Ce thème, qui constitue l'un des huit champs d'action du MAP, occupe une place importante dans la politique de développement de Madagascar.

Dans le cadre des consultations intergouvernementales en avril 2007, les détails relatifs à l'utilisation des moyens financiers furent également convenus. Des 34,5 millions d'euros accordés, 8,2 millions d'euros sont destinés à l'appui macroéconomique de Madagascar, 11,6 millions d'euros aux programmes de protection et de gestion durable des ressources naturelles, et 14,7 millions d'euros pour d'autres domaines de l'aide au développement, en particulier pour la construction d'une centrale hydroélectrique de Lokoho au Nord-est de la Grande Ile.

La banque de développement allemande Kreditanstalt für Wiederaufbau Entwicklungsbank (KfW), , coordonne l'utilisation des fonds d'aide de 27,5 millions d'euros dont 5 millions d'euros à la protection et la gestion durable des ressources naturelles, 500 000 Euro à la Fondation des Aires Protégées et de la Biodiversité et 3 millions d'euros pour le fonds d'investissement pour le réseau des parcs nationaux de Madagascar gérés par Madagascar National Parks. La KfW appuie également la construction de la centrale hydroélectrique de Lokoho pour un montant de 10 millions d'euros.

La coopération technique qui relève de la compétence de la GTZ pour la partie allemande, dispose de moyens financiers s'élevant à 7 millions d'euros pour l'exercice 2007/08, dont 3,1 millions d'euros aux mesures de protection et de gestion durable des ressources naturelles.

### **La Coopération Japonaise**

Les grandes lignes de la Coopération japonaise avec Madagascar sont basées sur les lignes stratégiques définies lors de la Conférence Internationale de Tokyo pour le Développement de l'Afrique (TICAD IV, Yokohama, mai 2008). Découlant de ce sommet, la déclaration de Yokohama a permis de définir des objectifs et un plan d'action quinquennal. Trois axes stratégiques ont été définis : l'accélération de la croissance économique, la réalisation des Objectifs du Millénaire pour le Développement et les actions liées aux problèmes de l'environnement et du changement climatique. Pour Madagascar, toutes ces stratégies sont en cohérence et couvrent les huit engagements du Madagascar Action Plan.

L'aide publique au développement que le Gouvernement Japonais apporte à Madagascar était de 14,40 milliards d'Ariary ou à peu près 9 millions de dollars US pour l'année 2007 (année fiscale Malagasy de Janvier à Décembre, d'après les informations émanant du Ministère des Finances et du Budget). Ceci par le biais de différents projets de coopérations techniques et d'aides financières non remboursable. D'autre part, à travers l'agence de coopération bilatérale japonaise JICA, le Japon appuie aussi le Gouvernement Malagasy par l'envoi d'experts japonais, par l'envoi des homologues Malagasy pour des stages au Japon et par l'envoi des volontaires japonais de différentes spécialités au niveau des communautés locales.

Le changement climatique a fait l'objet d'une attention particulière de la coopération japonaise à Madagascar. Cette coopération s'est focalisée pour le moment dans le cadre du renforcement de capacité et en particulier dans la promotion des projets sur le Mécanisme de Développement Propre du Protocole de Kyoto (MDP). Parallèlement, le Gouvernement japonais a lancé en 2007 un nouveau

---

mécanisme de partenariat financier dénommé « *Cool Earth Partnership* », en vue de donner des appuis aux pays en voie de développement pour lutter contre les changements climatiques. En 2007, les dons hors-projet Madagascar (ou NPMD 2007) ont été conçus dans ce cadre de partenariat.

Les objectifs de ces dons étaient d'abord pour l'allègement des difficultés économiques de Madagascar face aux différentes crises ou chocs internes (catastrophes naturelles) qu'externes (crises alimentaires, crises énergétiques, crises financières), mais aussi et surtout que ce mécanisme a été conçu pour la promotion des efforts que le Gouvernement Malagasy pourrait faire en matière de réduction des émissions de gaz à effet de serre pour la stabilité climatique, plus spécifiquement pour des produits et/ou activités d'adaptation et d'atténuation des changements climatiques, et pour l'amélioration des accès à l'énergie propre. Environ, une somme de 700 millions de yen japonais a été allouée par le Japon comme Don Hors Projet pour l'année 2007 pour Madagascar.

Pour l'année 2008, le Gouvernement Japonais, à travers le Ministère des Affaires Étrangères Japonais et l'Ambassade du Japon à Madagascar, a octroyé un Don Hors projet de 900 millions de yens japonais, soit l'équivalent de 8,5 millions de dollars, dans le cadre d'un programme d'appui au secteur privé Malagasy. Signé au début mars 2008, c'est le 9<sup>e</sup> don depuis 1987. La présentation d'un programme d'activités non nuisibles à la protection de l'environnement constitue l'une des conditions requises aux intéressés. Comme le NPMD 2007, le NPMD 2008 vise à aider le pays face aux difficultés économiques de différentes causes, par l'appui du secteur privé. Les bénéficiaires seront contraints de rembourser le crédit gratuit qui leur a été accordé pendant un délai de un à deux ans, selon l'importance du financement. Les fonds de contre-valeur ainsi récoltés seront versés auprès du Trésor pour servir de financement à des actions sociales surtout environnementales, mais aussi des actions de priorité économique.

Malgré l'évènement de la crise de 2009, ce don a pu se poursuivre avec la mise en œuvre de deux projets de Développement Intégré : le PAPRiz ou Projet d'Amélioration de la Productivité Rizicole sur les Hautes Terres Centrales de Madagascar qui a démarré en janvier 2009 et qui prendra fin en janvier 2014. Il y a également le Projet de Développement de l'Approche Intégrée pour Promouvoir la Restauration Environnementale et le Développement Rural à Morarano Chrome (PRODAIRE) qui a démarré en février 2012 et se terminera en mars 2017. Le financement alloué à la coopération technique avec le Ministère de l'Agriculture et le Ministère de l'Environnement et des Forêts revient à 7 millions de dollars US.

### **La Coopération Suisse**

Le Gouvernement helvétique, à travers l'Association InterCoopération Madagascar et la Délégation InterCoopération, apporte sa collaboration en intervenant dans les quatre projets ci-après :

- l'appui au développement des Régions Menabe et Melaky ;
- la mise en œuvre du projet REDD-FORECA avec le GTZ dans les Régions d'Itasy, Analamanga, Amoron'i Mania, Analanjirofo, Ihorombe, Atsimo Andrefana, DIANA et Boeny ;
- la mise en place de 12 Centres de Services Agricoles (CSA) dans les régions Analamanga, Itasy et Bongolava ; et
- la mise en œuvre du projet FAMAHA pour le renforcement de la sécurisation alimentaire des producteurs à Bekily et Beloha dans la Région Androy.

Le coût de la mise en œuvre de ces projets s'élève à 10 540 115 844 Ar (6,5 millions de dollars US) dont 3 466 800 000 d'Ariary (2,2 millions de dollars US) sont réservés pour appuyer les activités liées à la préservation de l'Environnement. En ce qui concerne, les activités sur le changement climatique, le

---

Gouvernement helvétique, en collaboration avec le GTZ et la Direction du Changement Climatique, intervient dans la mise en place du projet REDD-FORECA (Réduction des Emissions liées à la Déforestation et à la Dégradation des forêts - Forêts engagées comme REservoirs de CARbone à Madagascar) à Manompana, District de Soanierana-Ivongo, Région Analanjirofo.

Ce projet consiste au développement de la méthodologie REDD à Madagascar, à l'appui du développement de politique incluant l'approche de forêts engagées, à la mise en œuvre du concept forêts engagées au niveau local et à la dissémination des résultats au niveau national et international. L'apport financier du Gouvernement helvétique (3 466 800 000 d'Ariary, ou 2,2 millions de dollars US) couvre à peu près 0,7% des besoins du Ministère chargé de l'Environnement pour la réalisation des quatre défis du Madagascar Action Plan (MAP) qui lui est confié, et dont le montant total est de 525 985 600 000 d'Ariary (329 millions de dollars US).

## **Programmes avec les institutions multilatérales**

### ***La Banque mondiale***

La Banque mondiale est le principal bailleur de fonds multilatéral du Programme National d'Action Environnementale à Madagascar. Ce programme vise essentiellement la protection de la biodiversité et la valorisation des ressources naturelles. Cependant, depuis la crise politique de 2009, son intervention a fortement diminué voire annulée.

La troisième et dernière phase du programme phase du Programme National d'Action Environnementale ou PE3 a bénéficié d'un financement de 150 millions de dollars US, dont environ 1,525 millions alloués à la lutte contre le changement climatique, particulièrement pour l'élaboration de la procédure d'approbation de projet dans le cadre du Mécanisme de Développement Propre ou MDP, la mise en place des critères de développement durable et le financement d'un projet MDP de reboisement et de conservation).

En outre, la Banque Mondiale, à travers le projet Track II : « Intégration systématique de la réduction des catastrophes pour la réduction de la pauvreté » financé par le *Global Facility for Disaster Reduction and Recovery* (GFDRR),, intervient également dans le domaine du changement climatique et la réduction des risques et des catastrophes naturelles. Le montant du projet est d'environ 2 millions de dollars US.

### ***La Banque Africaine pour le Développement (BAD)***

Depuis 1977, la Banque Africaine pour le Développement (BAD) intervient à Madagascar dans les domaines suivants : alimentation en eau potable et assainissement en milieu rural aménagement ; appui aux communautés des pêcheurs de Toliara ; appui budgétaire à la réduction de la pauvreté ; réhabilitation des infrastructures routières ; réparation des dégâts cycloniques ; santé publique et lutte contre le VIH/SIDA ; développement agricole et lutte antiacridienne au niveau des régions prioritaires ; ainsi que le renforcement institutionnel de la bonne gouvernance. Cette intervention appuie également les institutions de microfinance afin que celles-ci puissent devenir des outils efficaces pour réduire la pauvreté. Il est à noter que la technologie adoptée pendant la réalisation des infrastructures associées aux interventions de la BAD tient compte déjà du changement climatique et que les normes anti-cloniques y ont été appliquées. Le montant total de cette intervention jusqu' à la fin de l'année 2008 est évalué à 45 millions de dollars US.

Depuis septembre 2013, la BAD a bénéficié d'une partie du Fonds pour l'Environnement Mondial pour mettre en œuvre des projets de réhabilitation des infrastructures hydroagricoles dans la Région Atsimo-

---

Andrefana, sud-ouest de Madagascar pour s'adapter aux effets néfastes du changement climatique. Ils sont localisés au niveau de trois sites :

- Taheza, Commune Rurale (CR) Bezaha, District Betioky, où elle a financé la reconstruction du canal principal de 25 km, l'introduction de nouvelles variétés adaptées au changement climatique en collaboration avec le FOFIFA, et la construction du marché agricole ;
- Manombo-Ranozaza, CR Ankililaoka, District de Toliara II, où il y a la réhabilitation de 22 ouvrages hydroagricoles et de 27 km de canal principal ; et
- Bas-Mangoky, CR Bevoay, District de Morombe, où il y a le dessablement du canal principal et le réaménagement de la digue de protection.

Le montant total de cette intervention évalué à 4 millions de dollars US sur cinq ans (septembre 2013-septembre 2018).

## **6.6. Contribution des institutions environnementales ayant leur siège à Madagascar**

### **Wildlife Conservation Society (WCS)**

WCS met en œuvre trois types d'activités :

- le projet Makira REDD-plus;
- l'évaluation des impacts du changement climatique sur les habitats et les aires protégées terrestres dont le coût est de 58 100 dollars sur deux ans ;
- l'évaluation des impacts du changement climatique sur les habitats et les aires protégées marines, également de deux ans, dont le coût est 41 434 dollars US.

Les deux dernières, financées par la Banque Mondiale, sont des activités d'adaptation au changement climatique, tandis que la première rentre dans la catégorie des activités de réduction des émissions des gaz à effet de serre.

### **Conservation International (CI)**

Le programme NODE constitue l'activité en cours de la CI. Ce programme vise la restauration forestière en assurant la continuité des habitats de la Nouvelle Aire Protégée Corridor Ankeniheny-Zahamena (NAP CAZ) qui présente en plusieurs endroits quelques discontinuités, rendant difficile le déplacement de la faune et la dissémination naturelle de la flore. Ces discontinuités sont principalement dues à la déforestation.

Quelques difficultés ont été rencontrées au niveau de la mesure des efforts en matière de réduction de la déforestation et de la couverture totale de l'ensemble du corridor. Celles-ci sont causées par le manque de ressources financières et l'insuffisance de partenaires techniques. Le programme est financé par trois bailleurs de fonds dont DELL Foundation qui a octroyé 570 000 dollars US entre 2010-2014, *Critical Ecosystem Partnership Fund* (CEPF) qui a donné 327 000 dollars US entre 2009-2012, et Helmsley Charitable Trust (HCT) qui a apporté 400 000 dollars US entre 2012-2014.

Les besoins consistent à donner plus d'information sur la notion de changement climatique aux partenaires, à augmenter les incitations en termes d'amélioration du bien-être des communautés locales et aux appuis à la population riveraine sur l'écoulement de ses produits issus des activités génératrices de revenus. Tous ces besoins contribueraient à la réduction de la vulnérabilité de la population face aux effets néfastes du changement climatique.

---

## Agence Française de Développement (AFD)

L'AFD est une agence d'exécution qui gère la contribution bilatérale de la France dans la mise en œuvre des programmes de développement, notamment en matière de bonne gouvernance, de la conservation de la biodiversité, et de la gestion durable des ressources naturelles.

## La Fondation pour les Aires Protégées et la Biodiversité de Madagascar (FAPBM)

La Fondation pour les Aires Protégées et la Biodiversité de Madagascar existe depuis 2005 et est financée à 45% par la coopération française au montant de 16 millions d'euros. Le capital total s'élève à environ 50 millions de dollars US, dont un revenu annuel d'environ 2 millions de dollars US est utilisé à appuyer dans le temps actuel une trentaine d'aires protégées.

## Le projet COGESFOR

Le projet « Gestion durable des ressources naturelles pour la conservation de trois régions hotspot de la biodiversité à Madagascar » ou COGESFOR est cofinancé par le Fonds Français pour l'Environnement Mondial (FFEM) avec l'AFD, la *Kreditanstalt für Wiederaufbau Entwicklungsbank* (KfW) et le *World Wildlife Fund for Nature* (WWF). D'une durée de quatre ans (2009-2012), il est mis en œuvre par le Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD), WWF et l'ONG L'Homme et l'Environnement.

COGESFOR apporte sa contribution à la conservation de la biodiversité à Madagascar à travers la mise en place de cadres de gestion des ressources naturelles participatifs et durables. Le projet focalise ses actions dans trois zones cibles : la zone de Didy dans la Région Alaotra-Mangoro ; la zone de Vohimana, également dans la Région Alaotra-Mangoro, et la zone de Plateau Mahafaly dans Région Atsimo-Andrefana.

## L'Appui au développement du Mesure-Vérification-Rapportage (MRV)

Le MVR qui est un système qui s'occupe du suivi, du reportage et de la vérification des émissions de gaz à effet de serre dans le mécanisme REDD-plus. Le maître d'œuvre est assuré par le *Helvetas Swiss Intercooperation* et le CIRAD entre 2012-2013. Les autres partenaires sont : Conservation International, Good Planet, l'Institut de Recherche pour le Développement, World Wildlife Fund for Nature, World Conservation Society, et Université d'Antananarivo.

## Programme Holistique de Conservation des Forêts (PHCF)

Le Programme Holistique de Conservation des Forêts est une initiative de lutte contre la déforestation avec une forte composante REDD-plus, ainsi qu'un composant transfert de gestion et pratique agricole alternative durable. Il est opéré par WWF et l'ONG Etc Terra. La Phase II de ce programme est en instruction, et elle a été auparavant entièrement financée par Air France. Les zones d'intervention sont : forêts humides du Corridor Marojejy-Anjanaharibe Sud-Tsaratana (COMATSA) dans le Nord-est ; ainsi que Beampingaratsy dans le Sud-est de Madagascar. La durée de l'intervention est de comprise entre 2014 et 2018.

## World Wildlife Fund (WWF) Madagascar

Cette institution met actuellement en œuvre trois projets d'adaptation au changement climatique dont L'« Adaptation au changement climatique des écosystèmes de mangroves vulnérables de Tsiribihina et Manambolo (Partie Ouest de Madagascar) », l'« Adaptation au changement climatique dans la Région DIANA » et le « Renforcement des capacités d'adaptation au changement climatique au niveau des aires

---

protégées », dans le cadre de la mise en œuvre du Programme « Science de la Conservation et Espèces » du WWF Madagascar. Ces projets sont financés par la Fondation MacArthur.

---

## 7. RÉFÉRENCES

---

- Andriambelo, L.H. 2010.** *Critères de gestion durable des ressources ligneuses du paysage forestier du Menabe Central, Madagascar.* Thèse de doctorat en Sciences Agronomiques. Ecoles Supérieure des Sciences Agronomiques. Université d'Antananarivo, Antananarivo. 149 p.
- Andriamiarinosy, M. 2004.** Contribution à la conservation des espèces les plus vulnérables : *Givotia madagascariensis* Baillon, *Gyrocarpus americanus* Jacquin et *Enterospermum madagascariensis* Hiern dans la Région de Menabe. Mémoire de fin d'études. Ecoles Supérieure des Sciences Agronomiques. Université d'Antananarivo, Antananarivo. 73 p.
- Andrianaivojaona C., Kasprzyk Z., Dasyva G. 1992.** *Pêche et aquaculture à Madagascar : Bilan diagnostic.* Rapport soumis au Ministère de la Pêche et des Ressources Halieutiques/FAO/PNUD. Antananarivo. 154 p.
- Andrianandrasana, T.H. 2010.** *Schéma de gestion des transferts de gestion dans la Nouvelle Aire protégée Menabe Antimena.* Durrell Wildlife Conservation Trust. Antananarivo.
- Aubert, S. 1999.** *Gestion patrimoniale et viabilité des politiques forestières à Madagascar : Vers le droit à l'environnement 1999.* Thèse de doctorat en Droit. Université Panthéon-Sorbonne, Paris. 457 p.
- Bauchot, M.L. & Bianchi, G. 1984.** *Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche : Guide des poissons commerciaux de Madagascar (espèces marines et d'eaux saumâtres).* Project RAF/79/065. Programme des Nations Unies pour le Développement et FAO. Rome. 135 p.
- BCPA. 2006.** *Collecte des données scientifiques et techniques pour l'élaboration d'un plan simplifié d'aménagement et de gestion des mangroves de Menabe Nord.* Rapport final du projet MG0890 soumis au WWF Madagascar, Juin 2006. Antananarivo, 169 p.
- Beuret. E.E.** Madagascar : Vers une gestion locale des ressources naturelles. La médiation au cœur de projets de coopération. Téléchargeable au [http://institutionnel.redev.info/outils/dossiers/fiches\\_mediation/10\\_MGLOGEN.pdf](http://institutionnel.redev.info/outils/dossiers/fiches_mediation/10_MGLOGEN.pdf). Accédé le 23 avril 2016.

- 
- Black, P. & Nunn M. 2009.** Conséquences du changement climatique et des modifications environnementales sur les maladies animales émergentes ou ré-émergentes et sur la production animale. *Conférence de l'OIE:1-13*. Téléchargeable au <http://www.oie.int/doc/ged/D9755.PDF>. Accédé le 23 avril 2016.
- Bosser, J. 1954.** Paturages naturels de Madagascar. Mémoires de l'Institut scientifique de Madagascar, série B, tome V, p. 65.
- Boudet, G. 1975.** Problèmes posés par l'estimation de la capacité de charge d'un pâturage naturel tropical. *Collection de Référence Orstom*, 265:7.
- Büschenschütz M., Oliva Lily R. & Ramiaramanana J. 2004.** Gestion de l'assainissement liquide et des déchets. Pp. 1-154 in *Stratégie de développement de l'agglomération d'Antananarivo*. Rapport final du Projet Cities Alliance. Commune Urbaine d'Antananarivo et Farimbona Iombonan'ny Firaisan'ireo Tanàna Manodidina (FIFTAMA). Antananarivo, 156 p.
- Centre d'Activités Régionales pour le Programme d'Actions Prioritaires, 2005.** - PNUE - PAM « Gestion des zones côtières en Tunisie ».
- Chaperon, P., Danloux J. et Ferry L. 1993.** Fleuves et rivières de Madagascar. DMH, CNRE, ORSTOM. Paris.
- Chaperon, P., Danloux J. et Ferry L. 2005.** « Fleuves et rivières de Madagascar », Institut de Recherche pour le Développement, Ministère des Transports et de la Météorologie - Direction de la Météorologie et de l'hydrologie, Ministère de la Recherche Scientifique, Centre National de Recherche pour l'Environnement.
- Clausen A. et al. 2010.** Les Mangroves de l'Ouest de Madagascar: Analyse de la vulnérabilité au changement climatique. WWF. 26 p.
- **Comptabilité Nationale, Institut National de la Statistique** - Direction des Synthèses Economiques.
- Darroussi, M. 2011.** Étude de vulnérabilité et d'adaptation des ressources en eau face aux changements climatiques. Modélisation par WEAP 21 : cas du bassin versant de l'Alaotra (Hautes Terres Orientales de Madagascar). Mémoire de DEA. Département Mines, Option Génie Minéral, ESPA, Univ. d'Antananarivo.
- Direction Générale des Eaux et Forêts, 2002.** Premier rapport technique sur le zonage forestier (et terres domaniales), Ministère des Eaux et Forêts, Antananarivo, pp. 67 pages + annexes.
- FAO 1994.** Mangrove forest management guidelines. FAO Forestry Paper No. 117. Rome. 345p.
- Favre, J.C. 1990.** Fiches et listes des essences faisant l'objet d'une collection par la population du village de Marofandilia dans la région de Morondava/ Madagascar, In *Arbeitsberichte - Internationale Reihe 90/5*, Vol. 90/5 ETH Zürich, Professur Forstpolitik und Forstökonomie, Zürich, pp. 92 + annexes.



- 
- Forest Management and Climate Change**: stakeholder perceptions (2012). . In 'Forests and Climate Change Working Paper 11'. Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome, 2012.
- Gachet, C. (1959)**. Les palétuviers de Madagascar. Bulletin de Madagascar.
- Gough, C. (2011)**: The coral reefs of Kirindy Mite ; Annual reef survey report 2010-2011.
- Hannah, L. et al (2008)**. Climate change adaptation for conservation in Madagascar. *Biology Letters*, 4(5):590-594.
- Hoerner, J.M. (1982)**. Les vols de boeufs dans le sud Malagasy. Madagascar Revue de Géographie 41 : 85-105.
- <http://www.discovermada-madagascar.com/index.htm>, Octobre 2013.
- <http://www.fao.org/forestry/20071/fr/mdg/>.
- Institut national de statistique**, recensement Général de la Population et de l'Habitat 1975.
- Institut national de statistique**, enquêtes périodiques des ménages 1997, 1999, 2002, 2004, 2005, 2009. Directions Statistiques des Ménages.
- Institut national de statistique**, enquêtes périodiques de la population. Direction de la Démographie et des Statistiques Sociales.
- Kiener, A 1963**. Poissons, Pêche et Pisciculture à Madagascar. Publication du Centre Technique Forestier Tropical, 24, 244p.
- Kiener, A. 1972**. Écologie, Biologie et possibilités de mise en valeur des mangroves [Malagasy](#). Bull. Madag.
- Landais, E. 1987**. Projet de Gestion Pastorale à Madagascar.
- Lebigre, J.M. 1990**. Les marais maritimes du Gabon et de Madagascar : Contribution géographique à l'étude d'un milieu naturel tropical. Institut de Géographie, Université Bordeaux III.
- Lindsey, R 2012**. State of the Climate: Global Sea Level. <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/2012-state-clim>
- Lindsey, R 2013**. State of the Climate: Global Sea Level. <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/2012-state-clim>
- Maharavo J. 2008**, État des récifs coralliens de Madagascar. White Paper. Atelier d'évaluation de la vulnérabilité de la biodiversité et des moyens de subsistance de Madagascar. 20p.
- Ministère de l'Agriculture, de l'élevage et de la Pêche, 2007**. Recensement de l'Agriculture 2004-2005. - Direction des Marketing et des Études - Economiques - Service des Statistiques Agricoles.
- Ministère de l'Agriculture, de l'élevage et de la Pêche, 2003**. Monographie de la Région Alaotra

---

Mangoro.

- Ministère de l'Agriculture, de l'élevage et de la Pêche, 2003.** Monographie de la Région Analamanga.
- Ministère de l'Agriculture, de l'élevage et de la Pêche 2003.** Monographie de la Région Betsiboka/Boeny
- Ministère de l'Agriculture, de la Pêche et de l'Élevage, 2003.** Monographie Régionale de Madagascar.
- Ministère de l'Agriculture, de l'Élevage et de la Pêche, 2003.** Monographie de la Région Ambatondrazaka.
- Ministère de l'Agriculture, de l'Élevage et de la Pêche, 2003.** Monographie de la région de Toamasina.
- Ministère de l'Agriculture, de l'Élevage et de la Pêche.** *Annuaire de la Statistique Agricole 1999.* Direction de la Statistique et du Suivi-Evaluation, Antananarivo.
- Ministère de l'Agriculture, de l'Élevage et de la Pêche.** *Annuaire de la Statistique Agricole 2001.* Direction de la Statistique et du Suivi-Evaluation, Antananarivo.
- Ministère de l'Agriculture, de l'Élevage et de la Pêche.** *Annuaire de la Statistique Agricole 2003.* Direction de la Statistique et du Suivi-Evaluation, Antananarivo. <http://instat.mg/essai/wp-content/uploads/2015/10/Annuaire-MINAGRI-2003.pdf>.
- Ministère de l'Agriculture, de l'Élevage et de la Pêche.** *Annuaire de la Statistique Agricole 2005, 2006, 2007 et 2008.* Direction de la Statistique et du Suivi-Evaluation, Antananarivo. Téléchargeable au [http://instat.mg/essai/wp-content/uploads/2015/10/Annuaire\\_MINAGRI-2005-2006-2007-2008.pdf](http://instat.mg/essai/wp-content/uploads/2015/10/Annuaire_MINAGRI-2005-2006-2007-2008.pdf). Accédé le 23 avril 2016.
- Ministère de l'Agriculture, de l'Élevage et de la Pêche, 2012.** *Annuaire de la Statistique Agricole 2009* 2010. Direction de la Statistique et du Suivi-Evaluation, Antananarivo. Téléchargeable au [http://instat.mg/essai/wp-content/uploads/2011/07/Annuaire-MINAGRI-2009\\_2010.pdf](http://instat.mg/essai/wp-content/uploads/2011/07/Annuaire-MINAGRI-2009_2010.pdf). Accédé le 23 avril 2016.
- Ministère de l'Énergie et des mines, 1999.** Code de l'eau (Loi N° 98 - 029).
- Ministère de l'Énergie et des Mines 2003:** Décret portant création des Agences de Bassins et fixant leur organisation, attributions et fonctionnement.
- Ministère de l'Environnement et des Eaux et Forêts 2000,** Convention Cadre des Nations Unies sur le changement climatique. *Communication Nationale Initiale*, 87 p.
- Ministère de l'Environnement et des Eaux et Forêts 2007.** Préparation de la seconde communication nationale. Elaboration des scénarios de changement climatique pour les études de vulnérabilité et d'adaptation, Février 2007. 22 p.
- Ministère de l'Environnement et des Eaux et Forêts 2008.** Convention Cadre des Nations Unies sur le

---

changement climatique. *Deuxième Communication Nationale*, 130 p.

-**Ministère de l'Environnement et des Eaux et Forêts, 2012.** *Circonstance nationale* pour la Troisième Communication Nationale au titre de la CCNUCC, 86 p.

-**Ministère de l'Environnement et des Forêts, 2012.** Rapport sur l'État de l'Environnement Marin. Chapitre 6, Ecosystèmes marins et côtiers. pp.163-215.

-**Ministère de l'Environnement, des Eaux et Forêts, 2006.** Programme d'Action National d'Adaptation au changement climatique- Antananarivo, 63 p.

-**Ministère de l'Environnement, des Forêts et du Tourisme, 2009.** Évolution de la couverture de forêts naturelles à Madagascar 1990 - 2000 - 2005

-**Ministère de la Pêche et des Ressources Halieutiques, 2012** Stratégie nationale de bonne gouvernance des pêches maritimes à Madagascar.

-**Ministère de la Pêche et des Ressources Halieutiques, 2013.** Plan d'aménagement de la pêche aux poissons démersaux à Madagascar.

-**Ministère de la Production Agricole et de la Réforme Agraire,** Recensement National Agricole 1984-1985.

-**Robin, M., et al 2010.** Cartographie de la mangrove de Mahajamba par approche orientée objet (nord-ouest de Madagascar). Université de Nantes, UMR CNRS 6554 LETG - Géolittomer, Université d'Antananarivo, FLSH/département de géographie, publication.

-**Office National pour l'Environnement, 2006.** Profil Environnemental de la Région Atsinanana. Ministère de l'Environnement, des Eaux et des Forêts. 120 p.

-**Office National pour l'Environnement, 2013.** Évolution de la couverture de forêts naturelles à Madagascar 2005 - 2010, 42p.

-**Office National pour l'Environnement, 2002.** *Le Tableau de Bord. Antananarivo- Madagascar.*

-**Optimisation socio-économique et écologique des systèmes d'élevage, 2010.** Article de recherche, (Menabe central, Madagascar), *Sécheresse* 2010 ; 21 n°3 : 211-8.

-**Piso, J.C. et E. Roger 2008.** Ecodynamique et cartographie.

-**Plante-Cuny, M. R. 1978.** Pigments photosynthétiques et production primaire des fonds meubles néritiques d'une région tropicale Nosy-Bé, Madagascar. *Travaux et Documents de l'ORSTOM* 96, 359p.

-**Plan Régionale de développement, 2005.** Région Alaotra-Mangoro.

-**Programme Ilo, 2002.** Insécurité rurale et crise politique. Crisis Policy Brief.

-**Projet Recensement National de l'Agriculture et Système Permanent des Statistiques Agricoles, 1988.**

-**Projet des Grands Ecosystèmes Marins d'Agulhas et de Somalie (ASCLME).** Le système du courant

---

Agulhas. Disponible au <http://www.asclme.org/fr/le-projet-asclme/la-region-asclme/oceanographie-regional.html?start=1>. Accédé le 23 avril 2016.

-**Rabarisoa, R., Rakotonomenjanahary et Ramanampamonjy, J. 2006.** Waterbirds of Baie de Baly, Madagascar. The Stationery Office Limited 71 Lothian Road, Edinburgh EH3 9AZ, UK.

-**Radhika D.2006.** Mangrove Ecosystems of Southwest Madagascar: An Ecological, Human Impact, and Subsistence Value Assessment.

-**Raherilalao, M.J. 2001.** Effets de la fragmentation de la forêt sur les oiseaux autour du Parc National de Ranomafana (Madagascar). *Revue d'Écologie (Terre et Vie)* 56:389-406.

-**Rajagopalan, B, Xiao-Wei Quan, Jih-wang Wang, D.L. Trenary, G. Meehl, J. Fasullo, A. Hu, W. Large et S. 2010.** Sea Levels Rising in Parts of Indian Ocean, According to New Study.

-**Rajeriarison, C. et Faramalala M.H.,1999.** Nomenclature des formations végétales de Madagascar. ANGAP. 42p.

-**Rakotoarimanana V. et M. Grouzis, 2008.** Effet à court terme du feu et du pâturage sur la qualité fourragère d'une savane à *Heteropogon contortus* du Sud-Ouest de Madagascar. *Revue Elev. Med.Vet. Pays trop.* 2008, 61(2). pp. 81-88. Disponible sur : // remvt.cirad.fr/cd/derniers-num/2008/EMUT08-081-088.pdf.

-**Rakotoarimanana, V., Grouzis M. et Le Floc'h, E., 2008.** Influence du feu et du pâturage sur l'évolution de la phytomasse d'une savane à *Heteropogon contortus* de la région de Sakaraha (sud-ouest de Madagascar) *Tropicultura*, 26,1, 56-60.

-**Ralison, A., 1990.** Les petits poissons pélagiques.

-**Ralison E.,** conférence "*Agriculture et Pauvreté*" 20 mars 2003, Antananarivo.

-**Ramanamanjato, J.B., 2007.** Reptile and amphibian communities along the humidity gradient and fragmentation effects in the littoral forests of Southeastern Madagascar. Pp. 167-179 in Ganzhorn, J.U., S. M. Goodman & Vencelette, M. (Eds). *Biodiversity, ecology and conservation of littoral ecosystems in Southeastern Madagascar, Tolagnaro (Fort Dauphin)*. Series editor Alfonso Alonso. SI/MAB Series #11. Smithsonian Institution, Washington DC, USA.

-**Ramanantsialonina, S., 2008.** Étude de la vulnérabilité des zones dans le bassin versant d'Alaotra face aux aléas. Rapport de stage de D.E.A, Option Géophysique Appliquée. Faculté des Sciences. Univ. d'Antananarivo.

-**Ranaivoson R., N. Ranaivoarivelo S. Ramanarivoet G. Serpantié.** Dynamique du système d'élevage bovin dans une zone forestière des Hautes Terres de Madagascar. Chapitre 11.127-138.

-**Randrianarivelo, C S., 2003.** Aménagement de la zone riveraine ouest du patrimoine mondial du Tsingy de Bemaraha.

- 
- Raonimaharivo, R.M. 2011.** Étude hydrogéologique et hydrochimique des eaux souterraines de la Région SAVA ". Mémoire de D.E.A. Option Génie Minéral. ESPA. Univ. d'Antananarivo. 86p.
- Rasambainarivo, J.H. et Ranaivoarivelo, N., 2003.** Le profil fourrager. Document FAO. <http://www.fao.org/ag/agp/agpc/doc/counprof/PDF%20files/Madagascar-French.pdf>.
- Rasatatsihoarana, H.T.F., 2007.** Reconnaissances écologiques des aires forestières dans le Menabe sud en vue d'une délimitation de nouvelles aires protégées.
- Ravaoarinarotsihoarana, L.A., 2011.** Ecological Assessment of the mangrove forests of Kirindy Mite, Menabe: West Madagascar. 26p.
- Ravelomanantsoa, H.L., 1999.** Typologie forestière et essai d'évaluation de l'impact anthropique dans les deux parcs d'Ivontaka Nord et Sud - Mananara Nord.
- Razafindrainibe, H., 2012.** REMM, 29p.
- Razafintsalama, V., 2004.** Impacts du type d'exploitation sur la diversité floristique de la forêt de Kirindy (Morondava), DEA en FDE, Université d'Antananarivo, 80 p.
- Roger, E. et Andrianasolo, M., 2003.** Mangroves and Salt Marshes.Pp. 209-210 in Natural History of Madagascar.Edited by S. Goodman and J. Benstead. Chicago: Chicago University Press.
- Romero, A. et Belemvire, A., 2011.** Changements climatiques et femmes agricultrices du Burkina Faso: Impacts, Politiques et Pratiques d'Adaptation, Intermón Oxfam,, <https://www.oxfam.org/fr/rapports/changements-climatiques-et-femmes-agricultrice>
- Roulot, J. 1988.** Les crevettes en eaux profondes. Le développement de l'élevage dans le sud-ouest de Madagascar .Morondava (Madagascar) : CCNRE ; Orstom. NRE, Orstom, sd.
- Sanders, Bautil, in J Roulot, 1988.** Le développement de la pêche aux crabes des palétuviers et des crustacés d'eau profonde à Madagascar. Document OISO, RAF/87/008. Seychelles. Les langoustes en eaux profondes.
- Taylor, M., Ravilious, C. et Green, E.P., 2003.** Mangrove of East Africa. UNEP World Conservation Monitoring Centre.
- Vieillefon, J. 1977.** Les sols des mangroves et tannes de bas Casamance (Sénégal). Importance du comportement géotechnique du soufre dans leur pédogenèse. ORSTOM, Mémoires, no. 83, 291p.
- Wikipédia** (Article), l'Encyclopédie libre, El Nino (in web).
- WWF 2010.** Les Mangroves de l'Ouest de Madagascar: Analyse de la vulnérabilité au changement climatique. Rapport d'étude. Financé par la Fondation MacArthur. 23 p.