

**PAGE MISY SARY**

## **CHAPITRE 2. : ATMOSPHERE, AIR ET CHANGEMENT CLIMATIQUE**

### **2.1. ATMOSPHERE ET AIR**

#### **2.1.1. INTRODUCTION**

L'air est un composant vital de l'écosystème. Le changement de la composition de l'atmosphère par l'augmentation des gaz à effet de serre est la principale cause du changement climatique, ce qui engendre également, par de nombreuses interactions biogéochimiques, la dégradation de la qualité de l'air. Depuis une décennie, la qualité de l'air, notamment en milieu urbain, ne cesse de se dégrader à cause d'une démographique galopante, des feux de brousse, de l'augmentation de trafic urbain et du développement industriel. Actuellement, Madagascar considère la lutte contre la pollution environnementale comme un impératif pour arriver au développement durable. Selon les informations du Programme des Nations Unies pour l'Environnement (2006) plus de 2 000 000 de personnes sont mortes prématurées chaque année à cause de la pollution de l'air.

Par ailleurs, environ 15 000 litres d'air passent tous les jours dans chaque poumon humain. Il nous fournit ainsi l'oxygène nécessaire à notre survie, mais véhicule également des gaz et autres particules nuisibles à notre santé. Madagascar ne dispose pas encore de statistiques sur les personnes décédées chaque année à cause de la pollution urbaine ; mais la constatation de la dégradation de la qualité de l'air, particulièrement dans les grandes agglomérations urbaines comme Antananarivo, ne nécessitent ni les techniques les plus performantes, ni de statistiques médico-sociales détaillées. Cependant ce n'est pas une fatalité puisque chacun peut contribuer à préserver et améliorer au quotidien la qualité de l'air que nous respirons.

#### **2.1.2. CONSEQUENCES GENERALES DE LA POLLUTION DE L'AIR**

##### **2.1.2.1. SUR L'ENVIRONNEMENT**

Elles se traduisent surtout par l'effet de serre, les pluies acides et la destruction de la couche d'ozone. Durant les trois décennies précédentes, les organismes de surveillance de la pollution préviennent les décideurs et les industriels surtout vis-à-vis des pluies acides ; mais ces quelques dernières années, l'intensification des phénomènes météorologiques extrêmes, conséquences très certaines de l'augmentation des concentrations des gaz à effets de serre dans l'atmosphère, deviennent les préoccupations majeures. En effet, les cyclones, les inondations, les sécheresses, et les hivers extrêmes présentent de sérieux impacts sur les systèmes naturels et humains.

En outre, la destruction de la couche d'ozone facilite la pénétration des rayons ultraviolets dans l'atmosphère, et provoque également de sérieux dégâts sur les fonctions écologiques terrestres.

### 2.1.2.2. SUR LA SANTE HUMAINE

La pollution de l'air ou pollution atmosphérique peut être la cause des décès précoces. Selon Michael Jerrett, de la Keck School of Medicine de l'Université de Caroline du Sud, les effets chroniques de la pollution sur la santé sont deux à trois fois plus élevés que ceux estimés ; et il n'y a jamais eu autant de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère. Environ 30 000 décès anticipés sont attribués à la pollution atmosphérique ; et 7 à 20% des cancers seraient imputables à des éléments environnementaux dont les produits chimiques.

La dégradation de la couche d'ozone implique une moindre filtration des rayons ultraviolets les plus nocifs et une élévation des risques pour la vie terrestre. Sur la santé humaine, on note surtout les conséquences suivantes :

- brûlures superficielles, conjonctivites, cataractes ;
- augmentation des cancers et vieillissement de la peau ;
- maladies du système immunitaire ;
- réduction de la photosynthèse : diminution des rendements et de la qualité des cultures, disparition du plancton, premier maillon des chaînes alimentaires aquatiques, etc.

De plus, les rayons ultraviolets appelés UV-B accélèrent la génération du smog photochimique, stimulant ainsi la production de l'ozone troposphérique qui est nocif. Elles diminuent, par ailleurs, « la durée de vie » de certains matériaux inorganiques comme les peintures et plastiques.

A Punta Arenas, dans le Sud du Chili, la quantité d'ozone diminue de 30 à 50% durant le printemps Austral, obligeant les habitants à se protéger la peau.

### 2.1.3. MESURE DE LA QUALITE DE L'AIR

La qualité de l'air est caractérisée par plusieurs paramètres dont les matières particulaires en suspension dans l'air, les métaux lourds, les gaz organiques et inorganiques, ainsi que la radioactivité. Elle définit les limites admissibles, afin de minimiser les risques liés à la pollution de l'air.

Les indicateurs de la qualité de l'air sont axés sur les mesures des deux éléments clés du smog : les particules fines (P<sub>2,5</sub>) et l'ozone troposphérique (O<sub>3</sub>). Le smog est un mélange de plusieurs polluants, parmi lesquels les P<sub>2,5</sub> et l'O<sub>3</sub> qui sont les composantes principales et qui donnent souvent une apparence brumeuse à l'air. Le niveau de ces polluants dans l'air (qualité de l'air) a été lié à un certain nombre d'effets nocifs sur la santé et l'environnement.

Les concentrations ambiantes de P<sub>2,5</sub> et O<sub>3</sub> à l'extérieur dépendent de nombreux facteurs, comme les sources d'émissions locales, les conditions météorologiques et le transport de la pollution atmosphérique sur une grande distance. Certains composants de l'atmosphère sont considérés comme des polluants lorsque leur concentration est suffisante pour produire un effet néfaste quantifiable sur les êtres vivants et les matériaux (irritation et

altération des fonctions respiratoires et cardio-vasculaires, irritations à effets cancérigènes, maux de tête et vertiges à haute dose, pollution acide, dégradation des bâtiments).

La pollution de l'air en milieu urbain qui se caractérise par la présence de particules fines (les aérosols, et notamment de carbone) et de smog urbain (y compris l'ozone) bien visible, cause en moyenne chaque année la mort prématurée de 2,3 millions de personnes dans le monde dont 400 000 en Europe, selon l'Organisation Météorologique Mondiale et la Commission Européenne. Les paramètres mesurés sont : HC, CO<sub>2</sub>, CO, O<sub>2</sub> et CO corrélative.

## 2.1.4. POLLUTION DE L'AIR A MADAGASCAR

Les documents de Communications Nationales au titre de la Convention Cadre des Nations Unies sur le Changement Climatique (Ministère de l'Eau, de l'environnement et des Forêts, 2006 ; Ministère de l'environnement et des Forêts 2010) traitent d'estimation des émissions de gaz polluant participant à l'effet de serre à Madagascar.

En reprenant les données de la Deuxième Communication Nationale au titre de la CCNUCC (MEF 2010), les principales sources de gaz à effet de serre à Madagascar se présentent dans le tableau 2.4 :

**Tableau 2.1 :** Estimations (en gigagramme) des émissions de sept types de gaz à effet de serre à Madagascar.

	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO	COVM	SO <sub>2</sub>
Energie	122,7	42,3	0,4	22,1	650,1	88,9	39,76
Procédés industriels	24,7					3,9	0,05
Agriculture		284,1	66,3	2,2	126,8	0	0
Conversion des forêts et des prairies	15 543	13,4	0,1	3,3	116,9		
Emissions de CO <sub>2</sub> par les sols	40 906						
Déchets		3,2					

Source : Ministère de l'Environnement et des Forêts, 2010.

### 2.1.4.1. EVALUATION DE LA QUALITE DE L'AIR

Selon l'Institut National des Sciences et Technologies Nucléaires (INSTN), Madagascar ne dispose pas encore des normes nationales concernant la pollution de l'air dans le milieu ambiant.

L'actualisation des données statistiques sur la qualité de l'air est difficile, faute de moyens financiers. Plusieurs informations permettant de mettre en évidence les relations à effet de cause qualité de l'air/santé humaine sont insuffisantes ou font défaut, parmi lesquelles :

- Les données actualisées sur la qualité de l'air ;
- Les données sur les études épidémiologiques relatives à la qualité de l'air ;
- Les données résultant de l'analyse de l'air contaminé par les gaz toxiques dégagés par les déchets et ordures ménagères.

Toutefois à Madagascar, l'étude de la pollution de l'air a commencé en 1996 sous l'initiative de l'Institut National des Sciences et Techniques Nucléaires. Cette étude a été effectuée sur quelques sites à haut trafic automobile de la ville d'Antananarivo. Les résultats obtenus ont montré que la concentration du plomb et des matières particulaires de dimension inférieure à 10 µm dans l'air dépassent respectivement les valeurs recommandées par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) 0,50 µg/m<sup>3</sup> et 0,07 mg/m<sup>3</sup> dans quelques sites étudiés.

**Tableau 2.2 :** Distribution des masses de PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>2,5-10</sub> et PM<sub>10</sub> a Andravoahangy, exprimée en µg.m<sup>-3</sup>.

Jour	Concentration			Valeur guide de l'OMS en PM <sub>10</sub>
	PM <sub>2,5</sub>	PM <sub>2,5-10</sub>	PM <sub>10</sub>	
Lundi	28,8	43,1	71,9	50
Mardi	23,7	42,4	66,0	
Mercredi	52,8	81,6	134,4	
Jeudi	44,5	59,1	103,6	
vendredi	52,0	78,5	130,5	
samedi	24,7	42,3	67,0	
Dimanche	16,4	28,4	44,7	

Source : INSTN, 2008.

**Tableau 2.3 :** Taux de plomb réparti dans les différents types de particules, exprimé en µg/m<sup>3</sup> dans quelques quartiers de la capitale.

Lieu	Concentration			Valeur guide de l'OMS
	PM <sub>2,5</sub>	PM <sub>2,5-10</sub>	PM <sub>10</sub>	
Ambohidahy	537	10	547	500
Ampasamadinika	1035	38	1073	
Avaradoha	350	15	365	
Route Digue	142	10	152	
Soarano	1268	523	1791	

Source : INSTN, 2003.



**Tableau 2.4 : Distribution des masses (en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) de  $\text{PM}_{2,5}$ ,  $\text{PM}_{2,5-10}$  et  $\text{PM}_{10}$  à Ambodinisotry.**

Jour	Concentration			Valeur guide de l'OMS en $\text{PM}_{10}$
	$\text{PM}_{2,5}$	$\text{PM}_{2,5-10}$	$\text{PM}_{10}$	
Lundi	25,4	40,6	65,9	50
Mardi	21,5	47,6	69,1	
Mercredi	23,2	65,6	88,8	
Jeudi	30,9	62,0	92,9	
vendredi	41,3	60,0	101,3	
samedi	55,5	109,2	164,7	
Dimanche	24,2	44,6	68,9	

Source : INSTN, 2008

#### 2.1.4.2. QUELQUES CONSEQUENCES DE LA POLLUTION DE L'AIR A MADAGASCAR

Dans le cas de Madagascar, seule la ville d'Antananarivo a des problèmes aigus causés par l'accroissement de la pollution dû aux gaz d'échappement des moteurs diesel / DGSR.

##### Sur l'économie

La pollution de l'air non maîtrisée au niveau des villes urbaines et à la non application des mesures prises dans les Plans d'Urbanisme Directeurs contribuent surtout aux effets suivants :

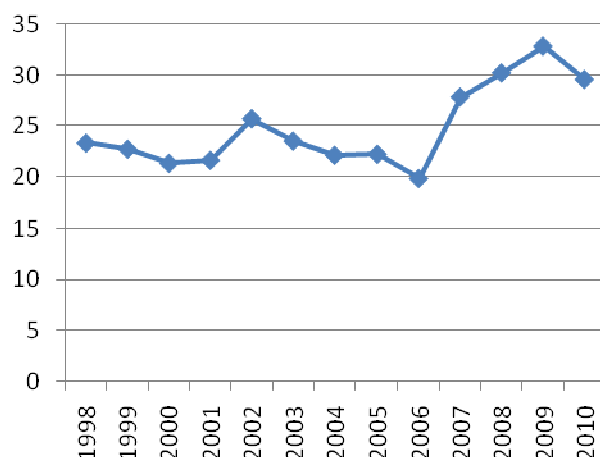
- Augmentation des dépenses sur la sécurité sociale ;
- Augmentation des frais d'hospitalisation sur les traitements des maladies comme le cancer, tuberculose, maladies respiratoires, asthme, etc. ;
- Augmentation de l'effectif de la population passive et inactive pour cause de maladie ;
- Multiplication des démunies dans des constructions illicites au bord des marais salubres.

##### Sur la santé humaine

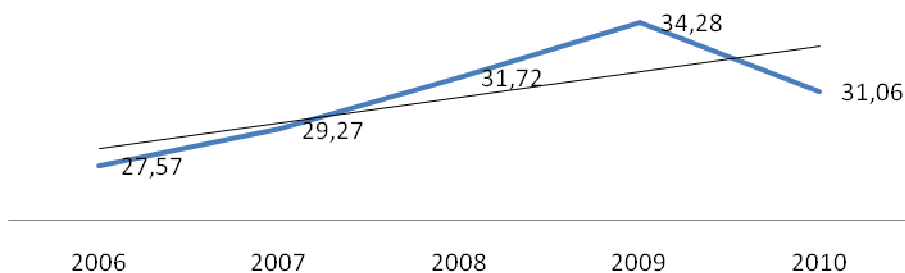
La pollution affecte l'air ambiant à l'extérieur et à l'intérieur de l'habitation, constituant ainsi des facteurs de survenue des affections respiratoires enregistrées dans les Centres de Santé de Base qui sont les toux, les rhumes, pneumonie, toux suspecte de tuberculose et l'asthme. Le taux de prévalence (figure 2.3) et de morbidité hospitalière (figure 2.4) de ces affections présente une certaine tendance à augmenter de 2006 à 2010. Selon le Ministère de la Santé Publique (2010), le nombre total annuel des cas atteint en moyenne 2 134 317 individus par an.

Environ 12% des Malgaches ont des problèmes d'allergie. L'allergie respiratoire est devenue un problème de santé publique à Madagascar ; la rhinite allergique et l'asthme étant les formes les plus fréquentes. On a constaté en ces derniers temps :

- L'augmentation des maladies liées à la mauvaise qualité et la pollution de l'air ;
- L'augmentation des maladies liées à l'amincissement de la couche d'ozone ;
- Les conditions de vie plus difficiles que mauvaises ;
- Les diarrhées fréquentes dues à la mauvaise qualité d'eau potable ;
- Le brûlage des ordures ménagères qui nuit l'environnement et la santé ;
- L'augmentation du degré de pollution de l'air à l'intérieur (« *indoor pollution* ») causée par le système de chauffage au bois et l'utilisation des charbons de bois.



**Figure 2.1 :** Evolution du taux de prévalence sur les Infections Respiratoires Aiguës à Madagascar de 1998 à 2010. *Source : Ministère de la Santé Publique, 2010.*



**Figure 2.2 :** Taux de morbidité hospitalière des affections respiratoire. *Source : Annuaire des statistiques sanitaires 2006 à 2010, Ministère de la Santé Publique, 2010.*





## **2.1.5. MESURES PRISES POUR LUTTER CONTRE LA POLLUTION DE L'AIR**

### **2.1.5.1. AMELIORATION DE LA QUALITE DE L'AIR**

A la lueur de la pollution de l'air, le Ministère chargé de l'Environnement avec la Commune Urbaine d'Antananarivo ont élaboré une stratégie visant à améliorer la qualité de l'air. Ces stratégies aident à éliminer la pollution, à réduire les émissions à long terme de polluants provenant des émissions de carbone et à maximiser les bienfaits fournis par les arbres, contribuant à perfection de la qualité de l'air.

Les espaces verts et les ceintures vertes jouent un rôle intégral dans l'amélioration de la qualité de l'air environnant. Les arbres réduisent les températures et l'effet d'îlot thermique par l'évapotranspiration; ils séquestrent les émissions de gaz à effet de serre en enlevant le CO<sub>2</sub> de l'atmosphère : ils enlèvent les polluants de l'air en captant les particules dans les feuilles, les aiguilles et l'écorce.

Dans les pays développés, il existe actuellement autant d'indices de qualité de l'air que de villes, chacune ayant développée sa propre échelle et sa propre représentation, contrairement à la plupart des pays pauvres comme Madagascar qui ne disposent pas de moyens techniques et financiers pour entreprendre

### **2.1.5.2. ELIMINATION COMPLETE DES SUBSTANCES APPAUVRISANT LES COUCHES D'OZONE (SAO)**

Madagascar, membre du Protocole de Montréal relatif aux SAO et de la Convention de Vienne sur la protection de la couche d'ozone, s'est engagé vis-à-vis de la communauté internationale, de réduire progressivement sa consommation en SAO avant l'élimination totale de consommation en chlorofluorocarbures (CFCs) en 2010, conformément audit Protocole de Montréal.

Pour atteindre les objectifs de ces deux traités sur la protection de la couche d'ozone, le Gouvernement Malagasy a adopté, le 04 Mars 2003, le décret No. 2003/170 qui réglemente l'importation et l'utilisation des SAO dont les CFCs. Actuellement, la tendance pour les pays de l'article 5 du Protocole de Montréal (ou les pays en développement) dont Madagascar, c'est d'éliminer complètement les CFCs avant le premier Janvier 2010. Les CFCs, dont la production est déjà interdite dans les pays développés depuis quelques années, sont des gaz qui font fonctionner certains appareils frigorifiques ménagers.

### **2.1.6. OPTION A DEVELOPPER : LES FORETS URBAINES**

Les forêts urbaines jouent un rôle intégral dans l'amélioration de la qualité de l'air. Les arbres réduisent les températures et l'effet d'îlot thermique par l'évapotranspiration ; séquestrent les émissions de gaz à effet de serre en enlevant le CO<sub>2</sub> de l'atmosphère ; enlèvent les polluants de l'air en captant les particules dans les feuilles, les aiguilles et l'écorce. Par conséquent, les stratégies visant à améliorer la qualité de l'air devraient : (i) assurer la durabilité de grands arbres sains ; (ii) planter des arbres dans des zones très



polluées ou habitées ; et (iii) songer à planter des arbres qui vivent longtemps et nécessitent peu d'entretien. Ces stratégies aident à éliminer la pollution, à réduire les émissions à long terme de polluants provenant de centrales électriques et à maximiser les bienfaits fournis par les arbres concernant la qualité de l'air.

## **2.2. CLIMAT ET CHANGEMENT CLIMATIQUE**

### **2.5.1. CLIMAT DE MADAGASCAR**

Dans l'ensemble, le climat de Madagascar est de type tropical, avec des variations régionales. On distingue sur l'île deux saisons distinctes : la saison sèche qui est de mai à octobre, et la saison pluvieuse de novembre à avril. Deux courtes intersaisons d'une durée chacune environ un mois séparent ces deux saisons.

De Mai à Octobre, le principal centre d'action climatique est constitué par la ceinture anticyclonique tropicale qui dirige sur Madagascar un régime d'alizé de direction sud-est–nord-ouest. Au cours de cette saison, la partie Est de l'île jouit d'un climat humide « au vent », tandis que la partie Ouest subit la sécheresse d'un climat « sous le vent ». Le climat des Hautes Terres est tempéré par l'altitude.

Pendant la saison chaude (novembre-avril), l'anticyclone océanique du Sud-est de l'Océan Indien s'affaiblit, et la Zone de Convergence Intertropicale (ZCIT) étend son influence sur Madagascar. Le régime d'alizé devient moins régulier et une instabilité orageuse se développe presque quotidiennement dans toute la partie de l'île. C'est au cours de cette saison que les dépressions et les cyclones tropicaux peuvent se produire dans le Sud-ouest de l'Océan Indien ; et pendant laquelle trois à quatre perturbations tropicales annuelles peuvent concerner Madagascar.

La température moyenne annuelle varie entre 23°C et 27°C avec une amplitude thermique moyenne annuelle passant d'environ 3°C dans la partie Nord, à 7,5°C dans les régions sèches du Sud-ouest. Sur les Hautes Terres Centrales, la moyenne annuelle des températures se situe entre 16°C et 19°C.

### **2.5.2. VARIABILITE DU CLIMAT**

Le climat de Madagascar est très varié. En effet, on passe d'une région très pluvieuse (l'Est avec 2500 à 3000 mm de précipitation annuelle) et chaude (température moyenne annuelle allant de 22 à 24°C), constamment sous l'influence de l'alizé et presque sans saison sèche, à une saison aride (le Sud avec 350 mm de précipitation moyenne annuelle) et chaude (température moyenne annuelle de l'ordre de 24°C). Les Hautes Terres Centrales ont un climat subhumide et moyennement chaud (pluie moyenne annuelle allant de 1000 à 1500 mm, température moyenne annuelle de l'ordre de 18 à 22°C). Les zones montagneuses ont un climat relativement frais par rapport aux zones basses. Le régime climatique est très irrégulier et les paramètres climatiques varient d'une année à l'autre.

### 2.5.3. PROJECTION CLIMATIQUE

Dans le cadre de la Deuxième Communication Nationale de Madagascar au titre de la CCNUCC (Ministère de l'Environnement et des Forêts, 2010), une projection climatique a été réalisée et est le résultat de l'utilisation du scénario d'émissions de gaz à effet de serre (GES) A2 du Groupe Intergouvernemental d'Experts sur l'évolution du Climat (GIEC) pour les températures et les pluies.

#### 2.5.3.1. TEMPERATURE

Pour les températures moyennes, pendant les mois de décembre, janvier et février de l'année 2025, les parties Nord et Nord-ouest du pays enregistreraient une hausse de 0,8 à 1°C ; le Sud et l'extrême Sud une hausse inférieure ou égale à 0,2°C . En l'an 2050, les hausses de la température varieraient de 0,2°C dans l'Ouest du pays jusqu'à 2°C dans le Sud-ouest et Sud. En 2100, la hausse de la température serait de 3°C dans la majeure partie de Madagascar.

Les moyennes de mois de juin, juillet et août enregistreraient en 2025 des hausses de température de 0,1°C à 0,8°C dans tout le pays sauf dans les régions Sud-est et extrême Sud (hausse entre 0,8 et 1°C). En 2050, les hausses de températures seraient inférieures à 1,5°C dans le Nord, Nord-est et Nord-ouest. Sur le reste du pays, les hausses de températures seraient comprises entre 1,5 et 2,5°C. En 2100, elles seraient de 4 à 5°C dans le Centre Sud et le Sud- ouest.

#### 2.5.3.2. PRECIPITATIONS

Les changements futurs des précipitations (voir aussi Chapitre 3 : Eau) sont plus difficiles à modéliser à cause de leur très grande variabilité dans le temps et dans l'espace. On peut cependant avancer que vers le milieu de ce 21<sup>ème</sup> siècle, les précipitations augmenteraient (jusqu'à plus de 10%) sur une grande partie de Madagascar durant la saison pluvieuse. Dans les régions où il pleut toute l'année (partie Est de Madagascar), des diminutions (jusqu'à 20%) des précipitations de juillet à septembre sont retenues par une majorité de modèles climatiques. Les analyses des résultats sur les changements de précipitations suggéreraient que l'augmentation des précipitations est à attribuer aux fortes précipitations durant la saison pluvieuse pouvant engendrer des inondations. Des épisodes secs pourraient cependant se manifester durant cette saison.

Les résultats des projections entreprises dans le cadre de la Deuxième Communication Nationale au titre de la CCNUCC montre que :

- Pour les précipitations des mois de décembre-janvier-février, les situations sont estimées qu'en 2025, la côte Est, le Nord et une partie des régions Nord-ouest et Centre Ouest connaîtraient des baisses de précipitations entre -5% et -30% par rapport à la période de référence 1961-1990. Le reste du pays verrait des hausses pouvant atteindre 20%. L'intensité moyenne de pluie diminuerait dans le Sud-ouest, le Sud, le Nord et le Nord-ouest.
- Pour les mois de juin-juillet-août en 2025, les précipitations diminueraient de -1 à -25% sur l'ensemble du pays. Plus loin en 2050, une partie du Nord-ouest du pays aurait une

hausse allant jusqu'à 20% ; tandis que le reste du pays connaîtrait des baisses de -10% à -60%.

- De 2025 à 2050, l'humidité relative augmentera de 2 à 6% sur la partie Ouest et Sud-ouest du pays au cours des mois de décembre-janvier-février.

## 2.5.4. INVENTAIRE NATIONAL DES GAZ A EFFET DE SERRE

Deux inventaires nationaux de GES ont été déjà réalisés par Madagascar respectivement au titre de la Première et Deuxième Communication Nationale au titre de la CCNUCC. Le premier inventaire a été publié en 2003 tandis que la seconde soumise au Secrétariat de la CCNUCC en 2010.

Lors du deuxième inventaire, l'année de référence est l'année 2000, conformément au paragraphe 7 de l'annexe à la décision 17/CP.8 prise lors de la huitième Conférence des Parties à la CCNUCC.

La méthodologie préconisée par le GIEC et qui figure dans les manuels afférents à l'inventaire (voir GIEC 1996, GIEC 2001, GIEC 2007) a été adoptée dans le cadre des travaux d'inventaire pour les cinq principaux secteurs susceptibles d'être sources d'émissions et d'absorptions.

### 2.5.4.1. ESTIMATION DES EMISSIONS PAR TYPE DE GAZ

L'inventaire concerne les émissions et absorptions de GES non réglementés par le Protocole de Montréal. Les émissions et absorptions de GES dues aux activités humaines sont prises en compte conformément aux recommandations de la Conférence des Parties à la CCNUCC.

**Tableau 2.5 :** Estimation des émissions de GES directs (en Gg équivalent CO<sub>2</sub>) à Madagascar, année de référence : 2000.

GES	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	TOTAL
Emissions	1 747,4	7 203,5	20 687,9	29 638,8

Source : Ministère de l'Environnement et des Forêts 2010.

**Tableau 2.6 :** Estimation des émissions de GES directs et indirects (en Gg équivalent CO<sub>2</sub>) à Madagascar, année de référence : 2000.

GES	Emission CO <sub>2</sub>	Absorption CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO	COVNM	SO <sub>2</sub>
TOTAL émissions/absorptions NATIONAL	1 747,4	-233 568,4	343,0	66,7	27,6	893,7	92,9	39,8

Source : Ministère de l'Environnement et des Forêts 2010.

1Gg = 1 000 tonnes ; CO<sub>2</sub> = dioxyde de carbone ; CH<sub>4</sub> = méthane ; N<sub>2</sub>O = hémioxyde d'azote ; NO<sub>x</sub> = oxydes d'azote ; CO = monoxyde de carbone ; COVNM = Composés Organiques Volatiles Non Méthaniques ; SO<sub>2</sub> = dioxyde de soufre.

## 2.5.4.2. ESTIMATION DES EMISSIONS PAR SECTEUR

Cinq secteurs ont fait l'objet d'inventaire : (1) Energie ; (2) Procédés industriels ; (3) Agriculture ; (4) Utilisation des Terres, Changement d'Affectation des Terres et Foresterie (UTCATF) ; et (5) Déchets.

**Tableau 2.7 : Résumé des totales des estimations des émissions et/ou absorptions de GES (en Gg équivalent CO<sub>2</sub>) directs et indirects par secteurs d'activités à Madagascar, année de référence : 2000.**

Secteurs	GES directs				GES indirects			
	Emission CO <sub>2</sub>	Absorption CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO	COVNM	SO <sub>2</sub>
Energie	1 722,7	0,0	42,3	0,4	22,1	650,1	88,9	39,7
Procédés industriels	24,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,9	0,05
Agriculture	0,0	0,0	284,1	66,3	2,2	126,8	0,0	0,0
UTCATF	0,0	-233 568,4	13,4	0,1	3,3	116,9	0,0	0,0
Déchets	0,0	0,0	3,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Source : Ministère de l'Environnement et des Forêts 2010.

Les sources et détails des estimations d'émissions ou d'absorptions par type de secteurs sont fournis dans la Deuxième Communication Nationale au titre de la CCNUCC (Ministère de l'Environnement et des Forêts 2010).

## 2.5.5. VULNERABILITES

Madagascar est parmi les pays les plus vulnérables aux effets néfastes du changement climatique. Cette vulnérabilité concerne particulièrement le secteur agricole, santé publique, ressources en eau, foresterie, pêche et ressources halieutiques, et protection des zones côtières (Ministère de l'Environnement 2003 ; 2006 ; 2010).

La vulnérabilité du pays est due à la faiblesse de ses moyens financiers, techniques, infrastructurels et sociales. A cet effet, elle se traduit généralement par l'insuffisance des moyens et des possibilités à se redresser à la suite de chocs tels la sécheresse, l'inondation, les cataclysmes naturels, etc.

La vulnérabilité du pays est d'autant plus grande que les secteurs clés du développement socio-économiques sont eux-mêmes dépendant des facteurs climatiques et/ou des ressources sensibles à la variabilité du climat et au changement climatique.

## 2.5.6. LES GRANDS CHANGEMENTS CLIMATIQUES MARQUANTS OU CONSTATES DEPUIS 2007

### 2.5.6.1. TENDANCES GLOBALES ET REGIONALES DU CLIMAT

Le réchauffement global de la Terre est sans équivoque. Il y a eu une élévation discernable de la température moyenne pendant les 40 dernières années et cette élévation ne peut pas être expliquée si l'on ne tient pas compte des effets des activités humaines. Cependant, la répartition régionale des augmentations de la température n'est pas uniforme

car certaines régions ont éprouvé un plus grand réchauffement que d'autres, particulièrement l'intérieur des régions continentales telles que l'Afrique australe.

De plus, ces variations de la température moyenne sont associées aux diminutions des situations extrêmes froides accompagnées par des augmentations des situations extrêmes chaudes. En outre, la température moyenne globale présente un taux de changement croissant. L'élévation de la température a été la plus importante durant la dernière moitié du 20<sup>ème</sup> siècle (figure 2.3). On s'attend à ce que cette augmentation du taux d'élévation de la température globale continue en engendrant des changements plus rapides du climat à l'avenir.

## 2.5.6.2. TENDANCES DU CLIMAT A MADAGASCAR

### a. Augmentation de la température

Concernant le climat futur, toutes les projections de températures (sous différents scénarios) indiquent la poursuite de l'augmentation des températures moyennes à Madagascar, mais ces augmentations de la température moyenne ne sont pas uniformes pour toutes les régions de Madagascar (plus importante dans la partie Sud de Madagascar). Le réchauffement climatique à Madagascar se manifeste surtout par l'augmentation des températures extrêmes minimales.

La tendance climatique suivante est observée depuis une trentaine d'année : (i) la moitié Sud de Madagascar (43-51° longitude Est et 27-20° latitude Sud) a connu une hausse de température de l'air en surface allant de 21,5°C à 22,4°C ; (ii) la moitié Nord (41-53° E et 20-11° S) subit une baisse allant de 23,3°C à 23,5°C (Direction Générale de la Météorologie, 2008). Ainsi, l'augmentation de la température n'est pas uniformément répartie et certaines régions ont senti une plus grande élévation que d'autres.

**Tableau 2.8 : Tendances (°C/an) des températures maximales et minimales journalières pour 21 stations entre 1961-2005. Les tendances sont présentées par trimestre. Les tendances significatives à 95% sont en *soulignés et italiques* et celles à 99% en **gras**. La localisation des stations est donnée dans la carte 2.1.**

STATIONS	Température maximale journalière					Température minimale journalière				
	DJF	MAM	JJA	SON	AN	DJF	MAM	JJA	SON	AN
Ambohitsilaozana	0,017	<b>0,017</b>	0,01	0,014	<i>0,013</i>	<b>0,019</b>	<b>0,022</b>	<b>0,018</b>	<b>0,019</b>	<b>0,02</b>
Analava	<b>0,031</b>	<b>0,037</b>	<i>0,026</i>	0,014	<b>0,025</b>	0,009	0,008	0,007	0,01	0,005
Antananarivo	<b>0,034</b>	<b>0,034</b>	<b>0,03</b>	<b>0,038</b>	<b>0,032</b>	<b>0,028</b>	<b>0,032</b>	<b>0,027</b>	<b>0,035</b>	<b>0,029</b>
Antsirabe	<b>0,025</b>	<b>0,04</b>	<b>0,056</b>	<b>0,051</b>	<b>0,043</b>	<b>0,028</b>	<b>0,035</b>	0,026	<b>0,032</b>	<b>0,031</b>
Antsiranana	<b>0,034</b>	<b>0,027</b>	<b>0,019</b>	<b>0,021</b>	<b>0,024</b>	<b>0,012</b>	0,005	0,001	0,001	0,004
Besalampy	0,006	0,006	-0,002	0,001	0,003	0,015	<b>0,026</b>	<b>0,022</b>	<b>0,031</b>	<b>0,026</b>
Farafangana	0,004	-0,001	0,003	0,002	0,001	<b>0,023</b>	<b>0,037</b>	<b>0,035</b>	<b>0,034</b>	<b>0,037</b>
Fianarantsoa	<b>0,031</b>	<i>0,023</i>	<b>0,029</b>	<b>0,032</b>	<b>0,027</b>	<b>0,034</b>	<b>0,035</b>	<b>0,027</b>	<b>0,038</b>	<b>0,033</b>
Maevatanana	-0,04	<b>-0,057</b>	<b>-0,084</b>	<b>-0,099</b>	<b>-0,069</b>	0,03	<i>0,02</i>	-0,024	-0,02	0,006
Mahajanga	<b>0,037</b>	<b>0,037</b>	<b>0,028</b>	<b>0,035</b>	<b>0,033</b>	0,008	0,008	0,004	<i>0,011</i>	<i>0,001</i>

STATIONS (suite)	Température maximale journalière					Température minimale journalière				
	DJF	MAM	JJA	SON	AN	DJF	MAM	JJA	SON	AN
Mahanoro	<u>0,016</u>	<u>0,012</u>	<u>0,011</u>	<b>0,017</b>	<b>0,013</b>	<b>0,027</b>	<u>0,028</u>	0,017	<b>0,023</b>	<b>0,022</b>
Mananjary	0,005	<u>0,014</u>	0,013	0,015	0,008	<b>0,029</b>	<b>0,03</b>	<b>0,032</b>	<b>0,033</b>	<b>0,031</b>
Morombe	0,013	0,023	0,001	0,001	0,01	0,017	<b>0,05</b>	0,019	<u>0,034</u>	<b>0,04</b>
Morondava	0,008	<b>0,024</b>	<u>0,024</u>	<u>0,016</u>	<b>0,019</b>	<b>0,025</b>	<b>0,037</b>	<b>0,04</b>	<b>0,036</b>	<b>0,035</b>
Ranohira	-0,002	-0,003	-0,003	0,014	0,002	<b>0,03</b>	<b>0,038</b>	<b>0,026</b>	<b>0,047</b>	<b>0,033</b>
Sainte-Marie	0,009	<u>0,008</u>	-0,003	0,005	0,004	<b>0,03</b>	<b>0,036</b>	<b>0,027</b>	<b>0,026</b>	<b>0,03</b>
Sambava	-0,003	-0,003	-0,003	-0,009	-0,006	<b>0,042</b>	<b>0,039</b>	<b>0,03</b>	<b>0,034</b>	<b>0,037</b>
Tolagnaro	<b>0,031</b>	<b>0,039</b>	<b>0,034</b>	<b>0,037</b>	<b>0,033</b>	<b>0,021</b>	<b>0,033</b>	<b>0,027</b>	<b>0,032</b>	<b>0,026</b>
Toamasina	<b>0,024</b>	<b>0,029</b>	<b>0,022</b>	<b>0,015</b>	<b>0,021</b>	0,007	<u>0,01</u>	0,001	0,003	0,005
Toliary	<b>0,039</b>	<b>0,044</b>	<b>0,038</b>	<b>0,038</b>	<b>0,04</b>	<b>0,023</b>	<b>0,03</b>	<b>0,02</b>	<b>0,033</b>	<b>0,027</b>
Vohémar	<b>0,031</b>	<b>0,021</b>	<b>0,015</b>	<b>0,011</b>	<b>0,016</b>	<b>0,029</b>	<b>0,024</b>	<b>0,018</b>	<u>0,014</u>	<b>0,021</b>

DJF = Décembre-Janvier-Février ; MAM = Mars-Avril-Mai ; JJA = Juin-Juillet-Août ; SON = Septembre-October-Novembre ; AN = tendance annuelle.

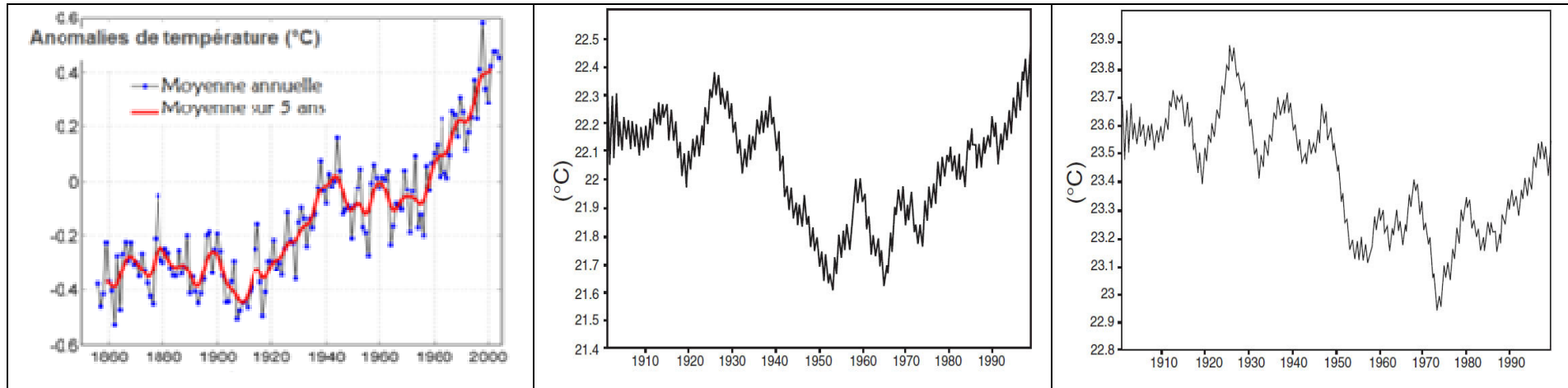
## b. Précipitations

En termes de précipitation, les périodes sèches ont tendances à s'allonger sur les Hautes Terres Centrales et la côte Est, et les pluies se sont devenues plus intenses sur la région occidentale. Depuis les années 1980, les pluies annuelles ont tendance à augmenter dans la moitié Sud, alors qu'elles ont tendances à diminuer dans la moitié Nord du pays. Les totaux pluviométriques annuels sont sensiblement les mêmes, les pluies saisonnières se compensent (Ministère de l'Environnement et des Forêts 2010) : la diminution d'une saison est compensée par l'augmentation de l'autre saison.

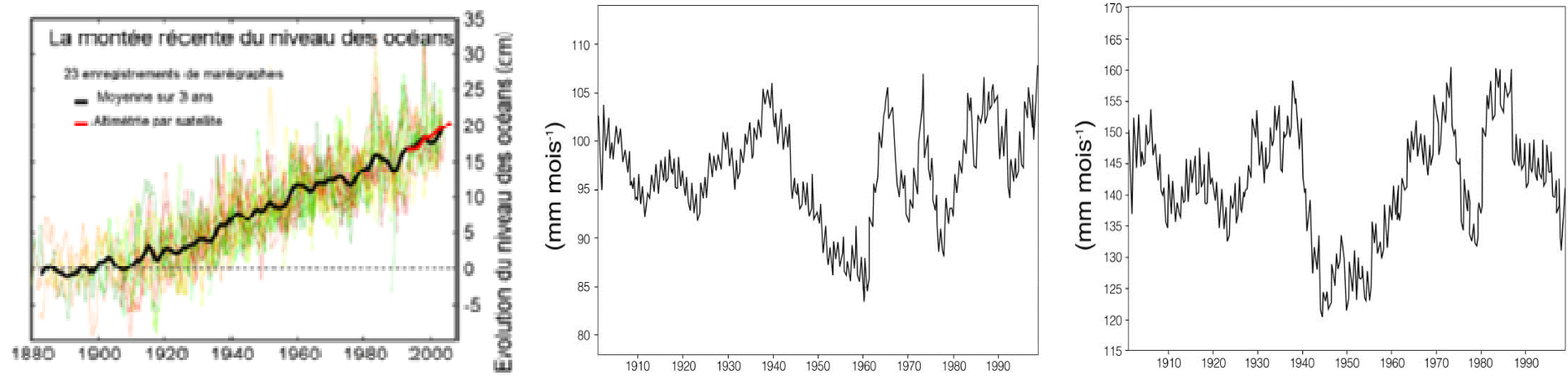
Les précipitations trimestrielles Juin-Juillet-Août et Septembre-October-Novembre ont tendance à diminuer sur les Hautes Terres Centrales et sur la Côte Est durant la période 1961- 2005 ; Les diminutions de la quantité de pluies dans ces régions s'accompagnent d'une tendance à l'allongement des séquences des périodes sèches.

La carte 2.3 montre une tendance à la diminution des précipitations journalières moyennes sur une grande partie de Madagascar. Ces diminutions sont statistiquement significatives sur la moitié Sud des Hautes Terres Centrales, le Nord-ouest et la partie sud de la Côte Est. Les tendances à l'augmentation observées sur la partie Ouest de l'île ne sont pas significatives à l'échelle annuelle.

La carte 2.4 montre la distribution spatiale des changements d'intensité des précipitations. La majorité des tendances observées ne sont pas statistiquement significatives. Cependant, on constate une tendance à la diminution de l'intensité des précipitations sur les parties sud de la côte Est, le sud des Hautes Terres et le Nord-ouest. Sur le reste de l'île et principalement sur la côte ouest et le versant occidental, l'intensité des précipitations a tendance à augmenter la tendance à la diminution du nombre de jours à fortes précipitations (10 mm ou plus) et on peut également expliquer la diminution des quantités de précipitations.



**Figure 2.3 :** A gauche : Evolution de la température globale de la terre depuis 1850 (source : GEO 4). Au milieu : Evolution de la température de l'air en surface de 1900 à 2000 dans la moitié Sud et Nord (à droite) de Madagascar (source : Climate Research Unit dans Direction Générale de la Météorologie, 2008).

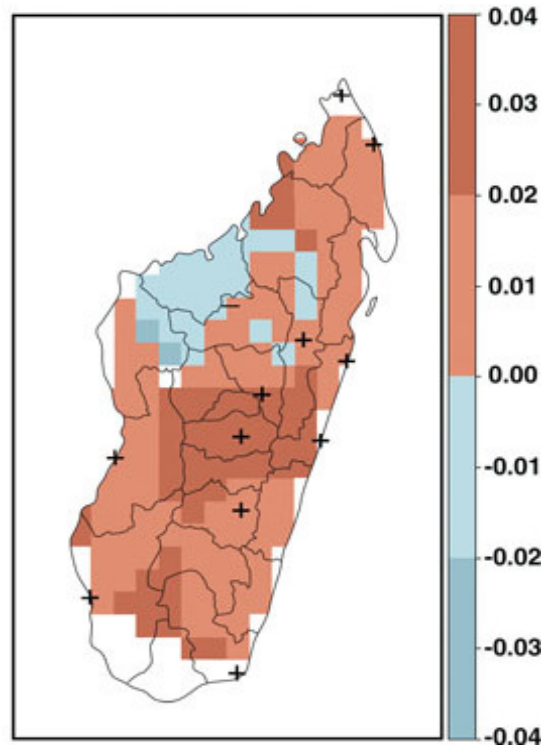


**Figure 2.4 :** A gauche : Evolution de la montée du niveau de la mer depuis 1880 à 2000 (source : GEO 4). Au milieu : Evolution des moyennes de précipitations (mm par mois) de 1901 à 2000 dans la moitié Sud et Nord (à droite) de Madagascar (source : Climate Research Unit dans Direction Générale de la Météorologie, 2008).

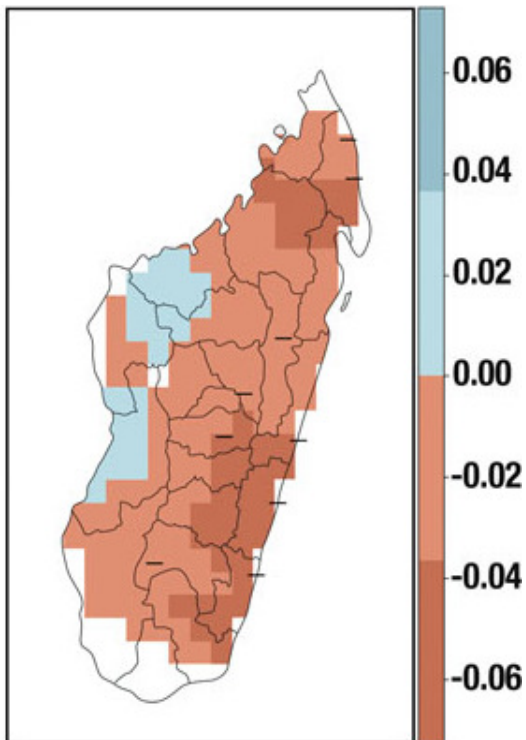




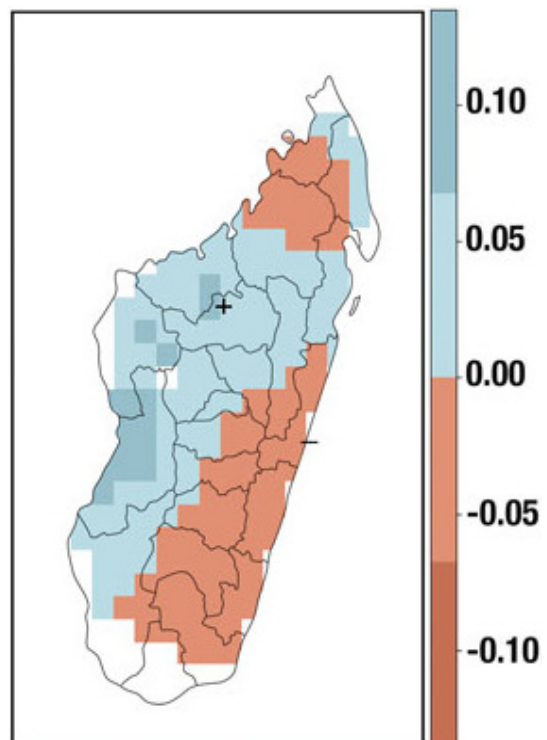
**Carte 2.1** : Localisation des stations météorologiques utilisées pour l'évaluation des tendances du climat. *Source : DGM, 2008.*



**Carte 2.2** : Tendances des températures maximales journalières entre 1961 et 2005. *Source : DGM, 2008.*



**Carte 2.3** : Tendances annuelles des moyennes journalières (en mm) des précipitations. *Source : DGM, 2008.*



**Carte 2.4** : Tendances des intensités journalières moyennes (en mm/jour/an) des précipitations. *Source : DGM, 2008.*

### c. Elévation du niveau de la mer

Selon le quatrième rapport d'évaluation du Groupe Intergouvernemental d'experts sur l'Evolution du Climat (GIEC, 2007), l'augmentation du niveau moyen de la mer projetée pour l'ensemble du globe (figure 2.4) et qui pourrait aussi être observée sur les régions côtière de Madagascar est comprise entre 18 cm et 59 cm vers la fin du 21<sup>ème</sup> siècle (élévation par rapport au niveau moyen calculé sur la période 1980-1999).

### d. Cyclones

Concernant les cyclones tropicaux, les rapports scientifiques (GIEC, 2007) s'accordent sur la possibilité d'intensification de ces météores dans le futur. Les pluies et vents accompagnant les cyclones tropicaux seraient plus importants. Le changement au niveau de la fréquence de cyclones tropicaux ne serait pas significatif mais des zones auparavant faiblement touchées seraient de plus en plus concernées.

A Madagascar, le nombre de cyclones intenses tranchant le pays a augmenté de 1994 à 2005 (tableau 2.5 : Direction Générale de la Météorologie, 2008).

**Tableau 2.9 : Nombres et pourcentage des cyclones tropicaux de catégorie 4-5 dans le bassin du Sud de l'Océan Indien (50-115° long. Est et 5-20° lat. Sud) entre les années 1975 et 2004.**

1975-1989		1990-2004	
Nombre	%nb. total cyclones	Nombre	%nb. total cyclones
23	18	50	34

Source : Direction Générale de la Météorologie, 2008.

## 2.3.4. LES EFFETS DE LA VARIABILITE ET DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

### 2.3.4.1. CONSEQUENCES ECONOMIQUES ET ENVIRONNEMENTALES

Toutes les activités agricoles des Malagasy (surtout dans les milieux ruraux) dépendent du climat. Au fil du temps, des stratégies d'adaptation aux variabilités naturelles du climat ont été adoptées par les paysans. Le calendrier cultural, les variétés de cultures, les types de semences, les pratiques agricoles et même le flux migratoire sont des formes d'adaptation à la variabilité climatique naturelle. Toutefois, ces stratégies d'adaptation s'avèrent déficientes lors des manifestations des phénomènes climatiques extrêmes (cyclones, inondations, sécheresse, grêle, etc.). Ces phénomènes extrêmes font cependant partie de la variabilité naturelle du climat à Madagascar. Selon les statistiques des régions, on peut citer :

- En moyenne 3 à 4 cyclones par an touchant le pays (dégâts matériels et pertes en vies humaines) ;

- Durant chaque saison des pluies, des fortes précipitations liées à la Zone de Convergence Intertropicale (inondation) ;
- Des débuts tardifs de la saison de pluie (mauvais rendements agricoles) ;
- Occurrences d'épisodes sèches durant la saison pluvieuse (diminution de la production agricole) ;
- Manifestation de grande sécheresse (cyclicité : 7 à 10 ans) ;
- Chute importante de grêles causant de sérieux dégâts sur l'agriculture dans certaines régions.

Sans mesures préventives et stratégies d'adaptation, le changement climatique annoncé aura des conséquences plus graves que celles relatives à la variabilité climatique naturelle citée plus haut. Tous les domaines sont concernés par le changement climatique mais l'agriculture, les infrastructures et la santé figurent parmi les secteurs qui seront les plus touchés.

Le tableau 2.10 présente les résultats statistiques des phénomènes météorologiques extrêmes au niveau de trois Services Régionales de la Météorologie de Toamasina, Fianarantsoa, Maevatanana obtenu auprès du Bureau National de Gestion des Risques et des Catastrophes (BNGRC). Plus de détails sur les phénomènes météorologiques causant des catastrophes naturelles sont données dans le Chapitre 10 : Catastrophes Naturelles.



Inondation des rizières dans la plaine d'Antananarivo après le passage d'une tempête tropicale. Photo : MEF.



Ordures ménagères, décharge d'Andralanitra. Les déchets sont parmi les cinq grandes sources de gaz à effet de serre. Photo : MEF.



Zone littorale, NW Madagascar. L'augmentation du niveau de la mer serait entre 18-59 cm vers la fin du 21<sup>ème</sup> siècle.



Parcelles rizicoles, SE Madagascar. La riziculture, source de CH<sub>4</sub>, est un secteur vulnérable au changement climatique.

**Tableau 2.10 : Evolution des phénomènes météorologiques extrêmes. Les informations partielles présentées ici (lieux de passage, nombre de blessés et décédés, et les dommages) sont seulement aux niveaux régionaux (Toamasina, Fianarantsoa et Mahajanga). Davantage d'informations sont données dans le Chapitre 10 : Catastrophes Naturelles.**

Année	Dénomination et type	Lieu de passages régionaux	Durée	Blessés	Décédés	Infrastructures détruites	Autres dommages
2008	Cyclone tropical FAME	Région Betsiboka	2 jours	DND	DND	DND	DND
	Cyclone tropical IVAN	Région Betsiboka	3 jours	DND	DND	DND	DND
	Tempête tropicale modérée JOKWE	Région Betsiboka	3 jours	DND	DND	DND	DND
2009	Tempête tropicale modérée ERIC	Littorale Région Atsinanana	8 heures	DND	DND	DND	DND
	Cyclone tropicale GAËL	Large littorale Région Atsinanana	4 jours	DND	DND	DND	DND
	Forte tempête tropicale JADE	Région Atsinanana ; Ambalavao-Fianarantsoa	5 jours	DND	DND	2 ponts (Ambinanindovoka et Andrainjato)	DND
	Cyclone FANELE	Fianarantsoa I	3 jours	DND		6 bâtiments privés et publics, 1 digue, 3 poteaux de la JIRAMA	80 ha de maïs; et plusieurs ha de rizières ensablées
2010	Zone perturbée HUBERT	Vatovavy Fitovinany, Fianarantsoa I	3 jours	DND	DND	Mur de soutènement de 25 m	DND
	Tornade (Décembre 2010)	Mahaditra (District de Vohibato)	4 heures	DND	DND	2 bâtiments, 1 tribune de stade	DND
				DND	DND	1 habitation ; barrage à Bemakarama (Com. Rur. Mangidy)	Produits rizières et cultures vivrières
2011	Cyclone Tropicale Intense BINGIZA	Maroantsetra et presque toute l'île ; Fianarantsoa I	10 jours	DND	DND	22 familles sinistrées, 45 bâtiments, 3 ponts, 5 routes	20 ha de rizières inondées, 65 % des cultures vivrières
		Ambohimahaso		1 personne noyée	DND	44 bâtiments, 40 barrages, 7 ponts, 1 radier	70 ha des rizières inondées, 70% de cultures vivrières
		Isandra		DND	DND	6 bâtiments, 2 barrages, 1 radier	DND
		Vohibato				80 personnes sinistrées, 214 bâtiments, 4 barrages, 1 pont	50% des cultures vivrières
		Lalangina				une personne noyée, 31 bâtiments, 30% de routes	90% des cultures vivrières
2012	Cyclone tropical GIOVANNA	Région Betsiboka	13 jours	DND	DND	DND	DND

Source : BNGRC, Services Régionaux de la Météorologie de Fianarantsoa, Mahajanga et Toamasina.

DND = données non disponibles.



Parmi les manifestations et les conséquences environnementales et socio-économiques directes ou collatérales du changement climatique, on peut citer :

- La perturbation du régime hydrologique (tarissement, inondation) ;
- La recrudescence des maladies phytosanitaires (chenilles, criquets, champignons,)
- La perturbation du calendrier structural ;
- Le changement des habitudes alimentaires ;
- Le changement de la vocation agricole ;
- La diminution des stations météorologiques fonctionnelles ;
- La connaissance limitée en matière de ressources forestières ;
- Le problème d'appropriation des techniques adoptées.

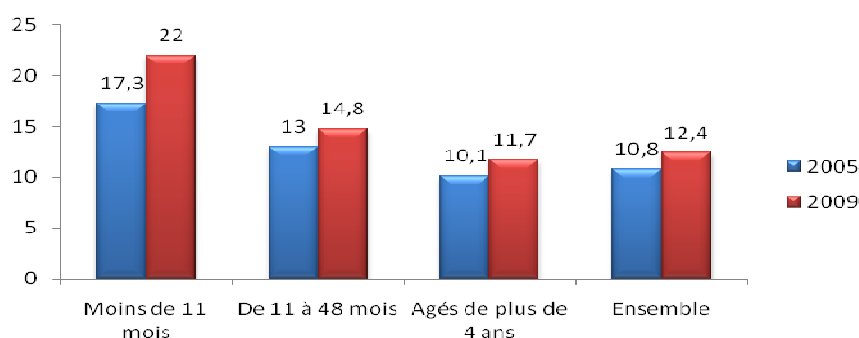
### 2.3.4.2. CONSEQUENCES SUR LA SANTE HUMAINE

Le changement climatique se manifeste par l'intensification des événements météorologiques extrêmes tels les cyclones, la sécheresse, les inondations et les canicules. Ces événements ont pour impacts :

- L'augmentation de la survenue des maladies climato sensibles tels (i) les maladies vectorielles (paludisme, Fièvre de la Vallée du Rift, arbovirose : dengue et chikungunia, peste), les infections respiratoires aiguës (IRA), les maladies diarrhéiques ; et (ii) des maladies / affections inhérentes aux catastrophes naturelles ;
- Des conjonctivites, des maladies de la peau, IST/VIH/SIDA, des maladies diarrhéiques, IRA, des maladies mentales et cardiovasculaires (HTA) lors de l'immigration de la population ;
- Des traumatismes et blessures : aggravation de la malnutrition et destruction des infrastructures sanitaires (centre de santé, points d'eau, incinérateur, latrine, etc.).

#### a. Evolution de l'incidence des maladies

Les enquêtes menées par l'Institut National de la Statistique (INSTAT) montrent une augmentation du nombre des individus, pour tout âge, ayant été malades pour les années 2005 et 2010.



**Figure 2.5 :** Evolution (en %) de l'incidence des maladies. Sources : INSTAT/EPM 2005 et 2010.

## b. LES CONSEQUENCES SANITAIRES DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Elles sont de deux ordres : (i) celles qui se produiront directement sur l'organisme humain ; et celles qui résulteront des bouleversements écologiques et environnementaux consécutifs au réchauffement climatique.

Les modifications environnementales engendrées par des degrés de température supplémentaires étendront les champs d'action de certains parasites et de certaines maladies :

- les moustiques porteurs du paludisme ou de la dengue remonteront vers le Nord, et les pluies plus abondantes favoriseront la reproduction et la multiplication de ces moustiques en zones humides ;
- la multiplication des catastrophes naturelles (tempêtes, sécheresse, ouragans, inondations, etc.) favoriseront les épidémies, dues aux pénuries d'eau potable ;
- une recrudescence des rhinites et crises d'asthme constatées dans les périodes printanières ;
- le « stress thermique » dû à la variation des températures excessives aura des effets sur l'organisme, notamment en termes de maladies cardiovasculaires et d'affections respiratoires.

## c. Evolution des maladies climato sensibles

Les maladies climato sensibles constituent toujours les principales maladies contractées des individus. Les résultats statistiques, émanant des quatre Directions Régionales de la Santé Publique (Amoron'i Mania, Melaky, Betsiboka et DIANA), nous montrent les évolutions de ces principales maladies contractées :

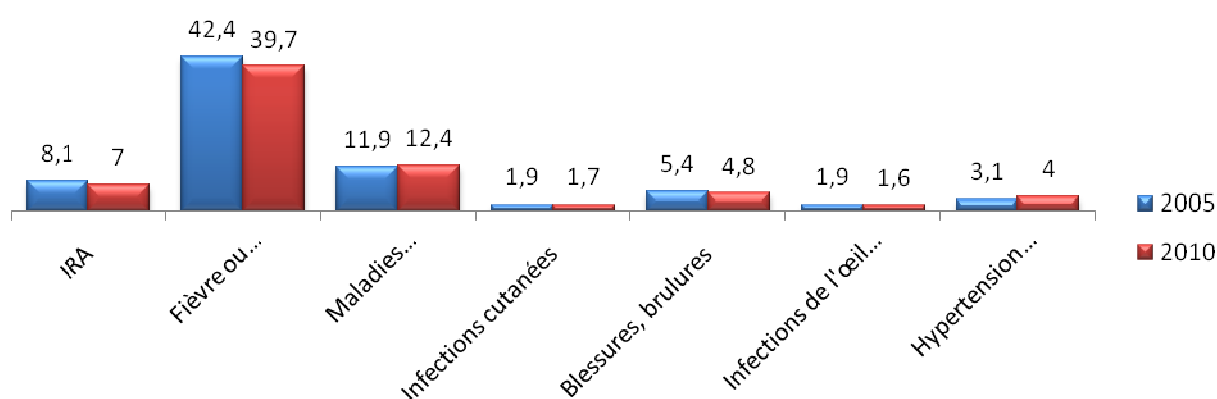
**Tableau 2.11 : Evolution de cas des principales maladies liées au changement climatique.**

Année	Cas de maladie consultée	Nombre des patients	Nombre des patients	Nombre des morts	Nombre des morts
		Enfant	Adulte	Enfant	Adulte
2009	IRA	110 808	120 250	ND	ND
	Infection de l'œil et ses annexes	566	330	ND	ND
	Infections cutanées	0	1	ND	ND
2010	IRA	116634	181903	14	
	IRD	32 697	50198	ND	ND
	Infections de l'œil et ses annexes	330	823	ND	ND
	Infections cutanées	1 572	7 753	ND	ND
2011	IRA	122809	145113	ND	ND
	Infections de l'œil et ses annexes	1818	3006	30	
	Infections cutanées	1721	3352		

Source : Directions Régionales de la Santé Publique DIANA, Betsiboka, Amoron'i Mania, Melaky, Janv. 2012.

ND = non-déterminés.

La figure ci-après représente aussi cette évolution.



**Figure 2.6 :** Evolution du taux (en %) des maladies climato sensibles de 2005 et 2010. Sources : INSTAT/EPM 2005 et 2010.

Le nombre de victimes augmente parallèlement à l'intensité des cyclones et inondation. Le tableau ci-après le montre :

**Tableau 2.12 :** Décès et blessures causées par les cyclones et inondations.

Année	Décès	Blessés ou malades	Affectés directement ou indirectement	Observations
2010-2011	35	112	267 000	Essentiellement causé par le cyclone Bingiza
2009-2010	86	183	195 800	Essentiellement causé par la tempête Hubert
2008-2009	28	43	114 537	
2007-2008	83 et 177 disparus	583	525 000	Les dommages et pertes économiques sont estimés à 333 millions US\$ selon le JDLNA
2006-2007	180		2 000 000	Le Nord, le Nord-ouest et l'ensemble de la côte Est
2004	363	1 000	988 193	360000 sans abris

Source : Plan de contingence national, cyclones et inondation 2011-2012.

## 2.3. BIBLIOGRAPHIE

BNGRC 2012. *Plan de contingence national : cyclones et inondations 2011-2012*. Bureau National de Gestion des Risques et des Catastrophes. Inter Agency Standing Committee. United Nations. Antananarivo.

BNGRC. 2011. *Plan de contingence national : cyclones et inondations 2010-2011*. Bureau National de Gestion des Risques et des Catastrophes. Inter Agency Standing Committee. United Nations. Antananarivo.

Direction Générale de la Météorologie. 2008. Le changement climatique à Madagascar. Météo Malagasy. Ministère des Travaux Publics et de la Météorologie. Climate Change Analysis Group, University of Cape Town. The World Bank. Antananarivo.

INSTAT. 2011. *EPM 2010*. Institut National des Statistiques. Antananarivo.



Ministère de l'Environnement et des Forêts. 2010. *Deuxième communication nationale au titre de la Convention Cadre des Nations Unies sur le Changement Climatique.* Antananarivo.

Ministère de l'Environnement, des Eaux et Forêts. 2003. *Première communication nationale au titre de la Convention Cadre des Nations Unies sur le Changement Climatique.* République de Madagascar. Banque Mondiale. Fonds pour l'Environnement Mondial. Antananarivo.

Ministère de l'Environnement, des Eaux et Forêts. 2006. *Programme d'action national d'adaptation au changement climatique.* République de Madagascar. Banque Mondiale. Fonds pour l'Environnement Mondial. Antananarivo.

Ministère de la Santé Publique. 2010. *Annuaire des statistiques sanitaires 2006 à 2010.* Antananarivo.



Pont coupé à Ranomafana après la saison cyclonique 2007-2008. L'intensification des phénomènes météorologiques extrêmes figurent parmi les manifestations du changement climatique. *Photo : Hery A. Rakotondravony.*



Pêche traditionnelle au large de Toliara, SW Madagascar. Les techniques traditionnelles, les normes non-respectées et le blanchissement des coraux à cause du réchauffement de l'eau de surface induisent la vulnérabilité du secteur pêche malgache, face au changement climatique. *Photo : MEF/SCEC.*



La Rivière Mahajilo, près de Miandrivazo, charriant des terres ferrallitiques rouges érodés à partir des Hautes Terres de Madagascar. Les ruissellements, devenus très importants à cause du changement climatique, causent d'énormes dégâts sur les secteurs de développement économique des pénélaines de l'Ouest de Madagascar.



Case d'habitation quasiment détruite et menacée par l'augmentation du niveau de la mer à Morondava, SW Madagascar. Plusieurs cases d'habitation sont détruites chaque année lors des saisons cycloniques. *Photo : MEF/SCECC.*