



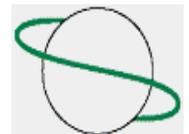
# REPUBLIQUE D'HAÏTI

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT

**PREMIÈRE COMMUNICATION NATIONALE SUR LES  
CHANGEMENTS CLIMATIQUES**



MDE



GEF

Coopération Technique GEF/UNEP No GF/2200-97-16/97-49  
Août 2001

<b><u>AVERTISSEMENT</u></b>	<b>5</b>
<b><u>LISTE DES SIGLES ET SYMBOLES</u></b>	<b>6</b>
<b><u>LISTE DES TABLEAUX, FIGURES ET CARTES</u></b>	<b>8</b>
<b><u>REMERCIEMENTS</u></b>	<b>10</b>
<b>MESSAGE DU PREMIER MINISTRE</b>	<b>11</b>
<b><u>PRÉFACE DU MINISTRE DE L'ENVIRONNEMENT</u></b>	<b>13</b>
<b><u>RÉSUMÉ</u></b>	<b>14</b>
<b><u>INTRODUCTION</u></b>	<b>16</b>
<b><u>CHAPITRE I : CONTEXTE NATIONAL DE LA PREMIÈRE COMMUNICATION NATIONALE SCIENTIFIQUE D'HAÏTI SUR LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES</u></b>	
<b><u>1. BIOGÉOGRAPHIE D'HAÏTI</u></b>	<b>17</b>
<u>1.1 Situation géographique et divisions administratives</u>	17
<u>1.2 Relief</u>	19
<u>1.3 Climat</u>	19
<u>1.4. Végétation</u>	20
<u>1.5 Occupation de l'espace</u>	20
<b><u>2. SOCIO-ÉCONOMIE</u></b>	<b>21</b>
<u>2.1 Démographie</u>	21
<u>2.2 Éducation</u>	21
<u>2.3 Santé</u>	22
<u>2.4. Situation générale de l'économie haïtienne</u>	23
<b><u>3. RESSOURCES NATURELLES</u></b>	<b>25</b>
<u>3.1 Ressources forestières</u>	25
<u>3.2 Ressources en sol</u>	26
<u>3.3 Ressources hydriques</u>	26
<u>3.4 Mines et carrières</u>	27
<b><u>4. ÉNERGIE</u></b>	<b>28</b>
<b><u>5. GESTION DE L'ENVIRONNEMENT</u></b>	<b>31</b>

<u>5.1. État sommaire des lieux</u>	31
<u>5.2. Cadre légal</u>	32
<u>5.3. Cadre institutionnel</u>	33
<u>5.4. Principales activités relatives à la gestion de l'environnement en Haïti</u>	34

## **CHAPITRE II : INVENTAIRE DES GAZ À EFFET DE SERRE EN HAÏTI**

### **1. INTRODUCTION**

### **2. MÉTHODOLOGIE**

### **3. RÉSULTATS DE L'INVENTAIRE**

<u>3.1. Présentation générale des émissions de GES</u>	
<u>3.2. Présentation des émissions des différents gaz à effet de serre étudiés pour l'année 1994</u>	
<u>3.3. Présentation des émissions de gaz à effet de serre relatives à l'énergie pour l'année 1995</u>	

### **4. CONCLUSION**

## **CHAPITRE III: VULNÉRABILITÉ ET OPTIONS D'ADAPTATION D'HAÏTI AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES** 43

### **1. INTRODUCTION** 43

### **2. MÉTHODOLOGIE** 43

<u>2.1 Etude de vulnérabilité</u>	43
<u>2.2. Étude d'adaptation</u>	50

### **3. LIMITATIONS** 50

### **4. RÉSULTATS ET ANALYSE** 51

<u>4.1. Etude de vulnérabilité</u>	51
<u>4.2. Options d'adaptation</u>	58

### **5. CONCLUSION** 59

## **CHAPITRE IV: MESURES POTENTIELLES POUR L'ATTÉNUATION DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES EN HAÏTI** 60

### **1. INTRODUCTION** 60

### **2. MÉTHODOLOGIE** 60

<b><u>3. RÉSULTATS</u></b>	<b>60</b>
<b><u>4. EXEMPLES DE PROJET VISANT A ATTÉNUER LES GAZ A EFFET DE SERRE EN HAITI</u></b>	<b>62</b>
<b><u>5.CONCLUSION</u></b>	<b>73</b>
<b><u>CONCLUSION</u></b>	<b>78</b>
<b><u>BIBLIOGRAPHIE</u></b>	<b>90</b>

## AVERTISSEMENT

Dans le cadre de la réalisation de la Première Communication Nationale d'Haïti suivant les accords avec la Convention Cadre des Nations-Unies sur les Changements Climatiques, le Ministère de l'Environnement a constitué un Bureau chargé de la coordination des différentes activités. Celui-ci était composé d'une équipe technique et d'un personnel administratif :

- Équipe technique
  - Moïse Jean-Pierre , Coordonnateur national
  - Luc D. Bretous, Coordonnateur technique
  - Wilfrid Saint-Jean, Conseiller, Point Focal de la CCNUCC
  
- Personnel administratif
  - Bidner Emile, Administrateur
  - Weslande Louis, Assistante administrative
  - Sheila Rancy, Secrétaire

Pour la réalisation des études qui ont abouti à la parution de ce travail, les institutions suivantes ont été mises à contribution:

- Ministère de l'Agriculture, des Ressources Naturelles et du Développement Rural (MARNDR)
- Faculté d'Agronomie et de Médecine Vétérinaire (FAMV) de l'Université d'Etat d'Haïti
- Université Quisqueya (UniQ)
- Bureau des Mines et de l'Energie (BME)

## LISTE DES SIGLES ET SYMBOLES

### *Sigles*

BDPA: Bureau pour le Développement de la Production Agricole  
BID: Banque Interaméricaine de Développement  
BME: Bureau des Mines et de l'Énergie  
CCNUCC: Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques  
COVNM: Composés Organiques Volatils Non Méthaniques  
DGI: Direction Générale des Impôts  
ED'H: Electricité d'Haïti  
FEM: Fonds pour l'Environnement Mondial  
GES: Gaz à Effet de Serre  
GIEC: Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat  
IDEA: Indice de la disponibilité de l'eau  
IICA: Institut Interaméricain pour la Coopération Agricole  
IHSI: Institut Haïtien de Statistiques et d'Informatique  
IPCC: International Panel on Climate Change  
ISPAN: Institut pour la Sauvegarde du Patrimoine National  
MAGICC: Model for the Assessment of Greenhouse-gas Induced Climate Change  
MARNDR: Ministère de l'Agriculture des Ressources Naturelles et du Développement Rural  
MCG: Modèles Climatiques Globaux  
MCS: Modèles Climatiques Simples  
MENJS: Ministère de l'Éducation Nationale de la Jeunesse et des Sports  
MSPP: Ministère de la Santé Publique et de la Population  
OMM: Organisation Météorologique Mondiale  
ONG: Organisation Non Gouvernementale  
OPDES: Organisation Pré-Désastre et de Secours  
OPS/OMS: Organisation Panaméricaine de la Santé/Organisation Mondiale de la Santé  
OSAMH: Organisme de Surveillance et d'Aménagement du Morne Hôpital  
PCC: Projet Changements Climatiques  
PIB: Produit Intérieur Brut  
PNUD: Programme des Nations Unies pour le Développement  
PNUE: Programme des Nations Unies pour l'Environnement  
PNUMA: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente  
POCHEP : Poste Communautaire d'Hygiène et d'Eau Potable  
SCENGEN: Scenario Generator  
SDRT: Service de Restauration des Terres  
SNEP: Service National d'Eau Potable  
SNRE: Service National des Ressources en Eau  
SPNS: Service des Parcs Nationaux et Sites Naturels  
SPP: Service des Pêches et de la Pisciculture  
SRF: Service des Ressources Forestières  
UEH: Université d'État d'Haïti

USAID: United States Agency for International Development  
UNEP: United Nation Environment Program  
UNESCO: United Nation Organization for Education, Science and Culture  
UniQ: Université Quisqueya

### *Symboles*

CH<sub>4</sub>: Méthane  
CO<sub>2</sub>: Gaz carbonique  
CO: Monoxyde de carbone  
COVNM: Composés organiques volatils non méthaniques  
N<sub>2</sub>O: Hémioxyde d'azote ou Protoxyde d'azote  
NO<sub>x</sub>: Oxydes Nitreux  
SO<sub>2</sub>: Dioxyde de soufre  
\$US: Dollars américains

## LISTE DES TABLEAUX, FIGURES ET CARTES

### *Tableaux*

- Tableau 1 : Répartition des pentes par rapport à la superficie
- Tableau 2 : Occupation des terres en Haïti
- Tableau 3 : Indicateurs de base de l'éducation en Haïti
- Tableau 4 : Indicateurs sommaires de l'état de la santé en Haïti
- Tableau 5 : Indicateurs de base de l'économie en Haïti
- Tableau 6 : Données comptables de l'industrie en Zone Métropolitaine de Port-au-Prince
- Tableau 7 : Principaux gisements miniers en Haïti
- Tableau 8 : Part du M.D.E. dans le budget National
- Tableau 9 : Les institutions en charge de la gestion de l'Environnement en Haïti
- Tableau 10: Répartition des émissions de GES pour Haïti
- Tableau 11: Émissions des différents GES en Haïti
- Tableau 12: Répartition par secteur du CO<sub>2</sub>
- Tableau 13: Répartition par secteur du CH<sub>4</sub>
- Tableau 14: Répartition par secteur du N<sub>2</sub>O
- Tableau 15: Répartition par secteur des NO<sub>x</sub>
- Tableau 16: Répartition par secteur du CO
- Tableau 17: Répartition par secteur du SO<sub>2</sub>
- Tableau 18: Répartition par secteur des COVNM
- Tableau 19: Émissions des Gaz à Effet de Serre relatives à l'Énergie pour 1995
- Tableau 20: Classification de la disponibilité de l'eau
- Tableau 21: Température globale et augmentation du niveau de la mer pour les années 2030 et 2060 avec comme année de référence 1990 pour le scénario d'émission IS92a et une sensibilité moyenne
- Tableau 22: Bilan hydrique pour les années 2030 et 2060 estimé pour le scénario climatique correspondant au modèle HADCM<sub>2</sub> et le scénario d'émission IS92a
- Tableau 23: Changements mensuels de température et de précipitation pour les années 2030 et 2060 relativement à la période 1961-1990 en prenant en compte le scénario IS92a et une sensibilité climatique de 2,5°C.
- Tableau 24: Bilan hydrique annuel du pays pour la période de référence 1961-1990
- Tableau 25: Bilan hydrique estimé pour le scénario climatique correspondant au modèle HADCM<sub>2</sub> et au scénario d'émission IS92a
- Tableau 26: Techniques d'atténuation des changements climatiques à court, moyen et long terme
- Tableau 27: Rendements potentiels de matière sèche (kg/ha) pour les cultures du maïs, du riz et de la pomme de terre pour la période actuelle, 2030 et 2060
- Tableau 28: Durée relative des phases d'émergence-floraison pour le maïs et le riz et émergence-tubérisation pour la pomme de terre

### ***Figures***

Figure 1: Sources d'énergie en Haïti

Figure 2: Demande totale d'énergie par secteur en Haïti

Figure 3: Émissions de Gaz à Effet de Serre en Haïti

Figure 4: Évaluation des émissions de CO<sub>2</sub> pour les scénarios d'émissions IS92a, IS92c et IS92f

Figure 5: Réchauffement global projeté selon le scénario d'émissions IS92a

Figure 6: Augmentation du niveau de la mer pour le scénario d'émissions IS92a avec une sensibilité climatique  $\Delta T_{2X}=2,5^{\circ}\text{C}$

Figure 7: Grille de SCENGEN sur Haïti pour laquelle les valeurs de changement climatique ont été extraites

Figure 8: Évaluation de l'indice de disponibilité de l'eau pendant la période 2000-2060

### ***Cartes***

Carte 1: Localisation d'Haïti

Carte 2: Divisions administratives de la République d' Haïti

Carte 3: Climat en Haïti

Carte 4: Unités hydrographiques en Haïti

Cartes 1 à 9 de l'annexe: Cartes de précipitation, d'évapotranspiration et de Ruissellement pour les périodes 1961-1990, 2030 et 2060.

## REMERCIEMENTS

Le présent travail a bénéficié du soutien d'un certain nombre de personnes et d'institutions qui n'ont pas marchandé leur précieux concours pour son aboutissement. Sans elles, il aurait été difficile de réaliser cette première communication nationale.

Le Ministère de l'Environnement (M.D.E.) tient, pour ce, à remercier vivement les personnes suivantes:

- M. Wilfrid Saint-Jean, Point-focal pour Haïti de la Convention-Cadre des Nations-Unies sur les Changements Climatiques
- M. Ravi SHARMA, Task Manager Atmosphere Unit, UNEP
- M. Albert BINGER de l'Université des West Indies
- M. Bahwan SINGH de l'Université de Montréal

Le Ministère de l'Environnement s'en voudrait de ne pas adresser ses remerciements aux institutions suivantes:

- Programme de support aux Communications Nationales du PNUD (NCSP/UNDP)
- Secrétariat de la Convention-Cadre des Nations-Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC)
- Fonds pour l'Environnement Mondial (FEM)
- Ministère de l'Agriculture, des Ressources Naturelles et du Développement Rural (M.A.R.N.D.R)
- Faculté d'Agronomie et de Médecine Vétérinaire de l'Université d'État d'Haïti (FAMV)
- Université Quisqueya (UniQ)
- Bureau des Mines et de l'Energie (BME)
- Programme d'Appui à la Protection de l'Environnement en Haïti (PAPE/PNUD)
- Institut de Climatologie et de Météorologie de Cuba
- Enda-Tiers Monde du Sénégal



## **MESSAGE DU PREMIER MINISTRE**

La modification du climat et le réchauffement accéléré de la planète font des changements climatiques le défi environnemental, social et économique le plus audacieux que la Planète n'ait eu jamais à relever. Dans cette perspective, de nombreux pays du monde se sont réunis en juin 1992, à Rio, lors de la Conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement (CNUED) pour signer la Convention Cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC), de manière à trouver ensemble les moyens de mettre fin à la destruction des ressources naturelles et à la pollution de la planète.

Haïti, comme tous les autres pays du globe, est attachée à protéger, au bénéfice des générations présentes et futures, son environnement. Son adhésion à cette Convention, en 1992 et la ratification de ces engagements, en 1996, confirment la volonté politique du gouvernement haïtien d'oeuvrer en faveur de la lutte contre les effets négatifs des changements climatiques sur notre environnement.

Ainsi, cinq (5) ans après la soumission des instruments de ratification auprès du Secrétariat général de ladite convention, le Gouvernement présente à la Nation Haïtienne et aux Pays Parties de cette Convention, la première Communication Scientifique d'Haïti sur les changements climatiques. Cette réflexion initiale permettra, sans nul doute d'élaborer à moyen terme un plan d'action national dans le domaine des changements climatiques.

C'est, de toute évidence, un pas décisif qui vient d'être franchi dans le sens de la mise en application des engagements pris par Haïti pour la protection de notre planète. Certes, beaucoup reste à faire, étant donné les enjeux et les défis pour la sauvegarde de la vie dans toutes ses dimensions, qui interpellent les consciences citoyennes, tant à l'intérieur de nos frontières nationales qu'aux confins de la Planète Terre.

Les réflexions initiées aujourd'hui sur les changements climatiques portent Haïti à se positionner en faveur d'une solution susceptible de garantir son avenir. Les dommages causés à notre milieu ambiant, dans notre quête de prospérité et de bien-être, indiquent bien que « l'heure est à l'action et qu'il est plus que temps d'agir » :

- Agir d'abord pour qu'Haïti soit de moins en moins vulnérable aux moindres changements climatiques et que cette vulnérabilité ne soit point irréversible ;

- Agir aussi pour un équilibre entre les droits au développement économique et social du pays et les devoirs de sauvegarde de la planète face aux risques et désastres écologiques qui la menacent chaque jour ;
- Agir enfin dans l'intérêt de la protection de la vie dans toutes ses manifestations sur Terre.

Le Gouvernement de la République d'Haïti apprécie à leur juste valeur les efforts déployés par les experts nationaux ainsi que les institutions spécialisées, qui ont abouti à la production de la Première Communication Nationale sur les Changements Climatiques. Il leur adresse ses félicitations patriotiques.

De même, la coopération cubaine, à travers l'appui fourni par l'Institut de Météorologie et de Climatologie de Cuba, aux institutions impliquées dans la réalisation de ce travail, s'est révélée très appréciable. Un grand merci au peuple et au gouvernement cubains pour ce témoignage de solidarité caraïbéenne.

Il ne fait également aucun doute que l'assistance soutenue du Fonds pour l'Environnement Mondial (FEM) s'est montrée déterminante dans le financement des travaux de recherche pour la réalisation de cette première communication. Une mention spéciale doit être également adressée au Secrétariat Général de la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques, au Programme des Nations Unies pour l'Environnement et à l'ensemble des experts internationaux qui ont accompagné, tout au long du processus, les diverses équipes techniques nationales engagées aujourd'hui dans la recherche d'informations et de données précises sur l'état actuel de nos ressources naturelles et de l'impact de leur usage sur notre environnement.

**Jean-Marie CHÉRESTAL**  
**Premier Ministre**

## **PRÉFACE DU MINISTRE DE L'ENVIRONNEMENT**

Les catastrophes environnementales qui menacent la planète interpellent la conscience de l'humanité. Ainsi, les changements climatiques prévus par un certain nombre de scientifiques ont-ils mobilisé l'attention des citoyens et, particulièrement, celle des décideurs.

Conscient des dangers qui guettent Haïti, l'État s'est, dès les premiers moments, engagé dans ce grand combat contre les changements climatiques. En effet, il a souscrit en mai 1992 à la Convention-Cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC). En juin 1992, il a signé la même convention au cours de la "Conférence des Nations-Unies sur l'Environnement et le Développement" (CNUED) tenue à Rio de Janeiro. Finalement, le Parlement de la République d'Haïti l'a ratifiée en 1996.

Tout ceci s'est fait alors que le débat sur la réalité des changements climatiques atteignait des sommets. Mais, dans le doute, fallait-il s'abstenir ou au contraire faire preuve d'initiatives? L'État haïtien a cru de son devoir, devant les terribles enjeux d'éventuels changements climatiques, d'opter résolument pour la seconde voie au nom du "principe de précaution", fruit du fameux concept éthique du philosophe Hans JONAS, le « principe responsabilité ». Il est permis de croire que le peuple haïtien aura beaucoup plus à gagner qu'à perdre dans cette démarche.

A travers cette première « Communication Scientifique Nationale d'Haïti sur les Changements Climatiques », fruit de l'effort soutenu d'experts haïtiens et étrangers, l'État Haïtien renouvelle son ferme soutien à toutes les nations engagées dans la bataille contre les changements climatiques. Il est impératif qu'elles poursuivent la route ensemble, laissant derrière elles les clivages anachroniques qui isolent et, ipso facto, affaiblissent, afin qu'elles puissent inspirer fierté et respect aux générations futures.

Au nom de l'État haïtien, il me plaît de remercier vivement ceux qui ont contribué à l'élaboration et la parution de ce travail. Ils ont très certainement fait œuvre qui vaille.

Dr. Webster PIERRE  
Ministre de l'Environnement

## RÉSUMÉ

La République d'Haïti est située dans la Caraïbe. Elle partage l'île d'Haïti avec la République Dominicaine. C'est un pays montagneux à près de 70 %. Il est de climat tropical. La végétation en Haïti est composée principalement de broussailles, conifères, feuillus et mangroves. En matière d'occupation de l'espace, l'agriculture occupe la plus grande part puisque 43 % des terres sont consacrées à cette activité. La population haïtienne se situe autour de 8 millions d'habitants. Le pays est confronté à de graves déficiences en matière d'éducation et de santé.

L'économie haïtienne est basée essentiellement sur l'agriculture. Cependant, le secteur est confronté à de graves difficultés. Pour ce, de plus en plus de gens laissent cette occupation pour se livrer à des activités commerciales informelles, principalement dans les villes. L'industrie, quant à elle, est très peu développée. Les entreprises industrielles se localisent principalement à Port-au-Prince et s'orientent prioritairement vers le marché national. On a relevé, ces dernières années un accroissement des activités du secteur tertiaire. En matière de Ressources Naturelles, il y a lieu de relever la dégradation sévère des ressources forestières. En effet, il reste moins de 2 % de couverture végétale dans le pays. Les ressources hydriques, elles, paraissent être importantes. Quant aux gisements miniers, il est important de relever la présence de minerais d'or, d'argent, de cuivre et de bauxite. L'énergie en Haïti est fournie principalement par les ressources locales, c'est à dire le bois, l'eau et la bagasse. Le reste est apporté par les produits pétroliers. Les problèmes environnementaux les plus importants auxquels Haïti se trouve confrontée actuellement s'avèrent être la déforestation, la pollution, la diminution de la diversité biologique. Les institutions étatiques s'occupant de l'environnement sont principalement: le Ministère de l'Environnement et le Ministère de l'Agriculture.

C'est dans ce contexte que des études relatives à un inventaire de G.E.S. émis sur le territoire haïtien, à la recherche de voies et moyens pour réduire ceux-ci et à la détermination du degré de vulnérabilité de quelques secteurs de la vie nationale aux changements climatiques et aux possibilités de leur adaptation à un tel phénomène ont été conduites. L'inventaire de G.E.S a été réalisé pour l'année 1994. Cependant, à cause de la situation de sous-utilisation de produits pétroliers dans le pays au cours de cette année, Haïti n'ayant pas pu s'approvisionner en ces produits-là à cause des mesures de rétorsion économique prise par la Communauté Internationale, un inventaire des G.E.S lié au secteur énergie a été réalisé pour l'année 1995. A partir de cet inventaire, il a été remarqué que le pays a émis en 1994, tous les secteurs confondus: 1111,21 Gg de CO<sub>2</sub>, 126,24 Gg de CH<sub>4</sub>, 7,41 Gg de N<sub>2</sub>O, 7,74 Gg des NO<sub>x</sub>, 394,04 Gg de CO, 48,02 Gg des COVNM, 3.480,72 Gg de CO<sub>2</sub> provenant de la biomasse, 9448,34 tonnes de SO<sub>2</sub>. En 1995, pour le seul secteur relatif à l'énergie, le pays émettait: 716,37 Gg de CO<sub>2</sub>, 10,86 Gg de CH<sub>4</sub>, 2,14 Gg de N<sub>2</sub>O, 6,93 Gg des NO<sub>x</sub>, 245,34 Gg de CO, 10.666,53 tonnes de SO<sub>2</sub>, 23,66 Gg des COVNM, 3534,61 Gg de CO<sub>2</sub>.

L'étude de vulnérabilité d'Haïti face aux changements climatiques a été réalisée pour les secteurs de l'agriculture et des ressources en eau avec des projections pour les années 2030 et 2060. En matière d'agriculture, trois cultures ont été étudiées. Ce sont: la pomme de terre, le riz et le maïs. On a observé une baisse accrue des rendements potentiels de ces cultures pour les années étudiées. Pour le secteur des ressources hydriques, on a observé, entre autres, une diminution du volume potentiel d'eau dans tout le pays pour les années considérées. Un certain nombre de mesures d'adaptation ont été proposées pour les deux secteurs étudiés. Enfin, dans le cadre de l'étude d'atténuation des G.E.S., un certain nombre de mesures ont été retenues pour faciliter toute prise de décision future en la matière.

## INTRODUCTION

Le concept de "Global Warming" (Réchauffement Global) est né, comme on le sait, aux États-Unis d'Amérique du Nord, à la suite des vagues de chaleur et de sécherresse sévère de 1988. Depuis, un certain nombre d'études, toutes plus intéressantes les unes que les autres, ont été réalisées pour signaler les dangers potentiels qui planent sur la planète à cause du détraquage du temps qui pourrait induire de graves changements dans les patrons climatiques du Globe.

Ces préoccupations, fort heureusement, sont sorties du cadre scientifique pur. Elles sont devenues celles de tout le monde, grâce, entre autres, à la médiatisation du problème. La "Première Communication Nationale Scientifique sur les Changements Climatiques" que publie la République d'Haïti constitue un acte majeur, notamment dans cet effort de sensibilisation du citoyen. Car, faut-il le répéter, les problèmes de changement de climat, comme tous les problèmes d'environnement, du reste, sont les problèmes de tout le monde et non ceux des seuls scientifiques et techniciens. Cette première communication vient aussi combler un vide dans la réflexion initiée il y a quelques années en Haïti sur les changements de climat. En effet, celle-ci était longtemps restée dans un cadre purement théorique. Avec le présent document, ces discussions, qui se révèlent absolument nécessaires, se nourriront de données chiffrées.

Au premier chapitre, le lecteur non familier d' Haïti pourra avoir un aperçu du pays. Le second chapitre permettra de se faire une idée précise sur la nature et la quantité de chacun des gaz à effet de serre (G.E.S.) émis sur le territoire national pour l'année de référence 1994. Il sera loisible aussi au lecteur d'avoir des chiffres d'émissions des G.E.S. relatives à l'énergie pour l'année 1995. Cette précaution a été prise à cause de la situation de sous-utilisation de produits pétroliers qui prévalait au pays l'année précédente, ce qui fausse les données et pourrait en faire de même du jugement. Au troisième chapitre, il est présenté la vulnérabilité de l'agriculture et des ressources en eau du pays, pour deux années choisies dans le futur (2030 et 2060). Le degré de vulnérabilité de ces secteurs étant connu, le même chapitre s'attache à étudier des mesures d'adaptation des secteurs considérés à d'éventuels changements du climat. Au quatrième et dernier chapitre, sont présentées quelques mesures simples mais qui peuvent se révéler efficaces, pour réduire les émissions de G.E.S. dans le pays.

Ceci permet de faire le tour de la question des changements de climat en Haïti.

# CHAPITRE I : CONTEXTE NATIONAL DE LA PREMIÈRE COMMUNICATION NATIONALE SCIENTIFIQUE D'HAÏTI SUR LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES

## 1. BIOGÉOGRAPHIE D'HAÏTI

### 1.1 Situation géographique et divisions administratives

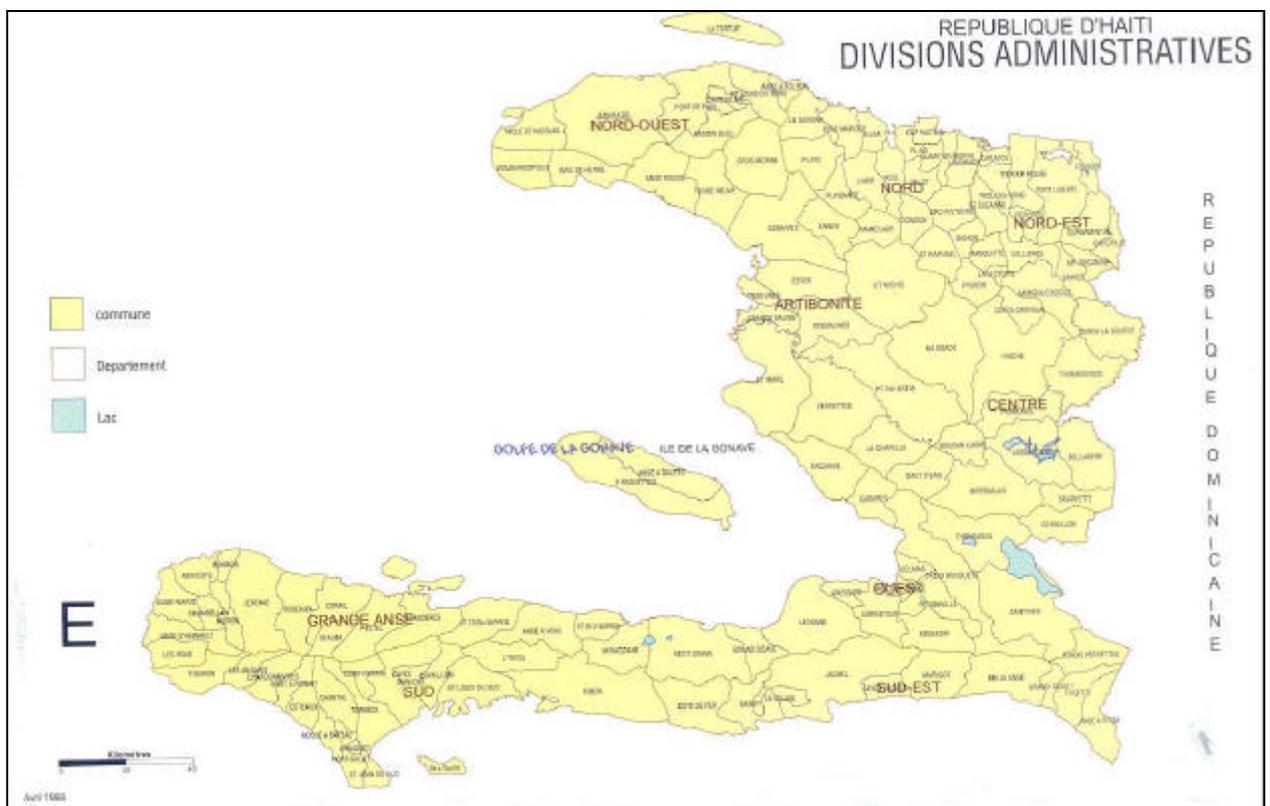
La République d'Haïti, située dans la région des Caraïbes, s'étend sur une superficie de 27.750 km<sup>2</sup>. Elle occupe le tiers occidental de l'île d'Haïti qu'elle partage avec la République Dominicaine. Elle est bordée au Nord par l'Océan Atlantique, au Sud et à l'Ouest par la Mer des Caraïbes, à l'Est par la République Dominicaine.

Carte 1: Localisation de la République d'Haïti



Le pays comprend 9 divisions administratives. Celles-ci dépendent directement du pouvoir central basé, pour l'essentiel, à Port-au-Prince, la capitale du pays.

Carte 2: Divisions administratives de la République D'Haïti



Source :MDE (1999)

## 1.2 Relief

Haïti présente un relief très accidenté. Plus du  $\frac{3}{4}$  de sa superficie est constitué de montagnes avec des pentes très escarpées. Celles-ci se distribuent comme indiqué dans le tableau suivant.

**Tableau 1 : Répartition des pentes par rapport à la superficie**

Classe de pentes	Superficie (km <sup>2</sup> )
0-10%	8.085
10-20%	2.166
20-40%	2.755
>40%	14.744

*Source: MDE, 1998*

## 1.3 Climat

Les systèmes climatiques de l'Amérique du Nord influencent de beaucoup le climat du pays. Cependant, il y a lieu de relever des variations régionales dues à la topographie et la direction des vents dominants. D'après MDE (1999), ces facteurs sont responsables des chutes de pluies selon 4 grands groupes :

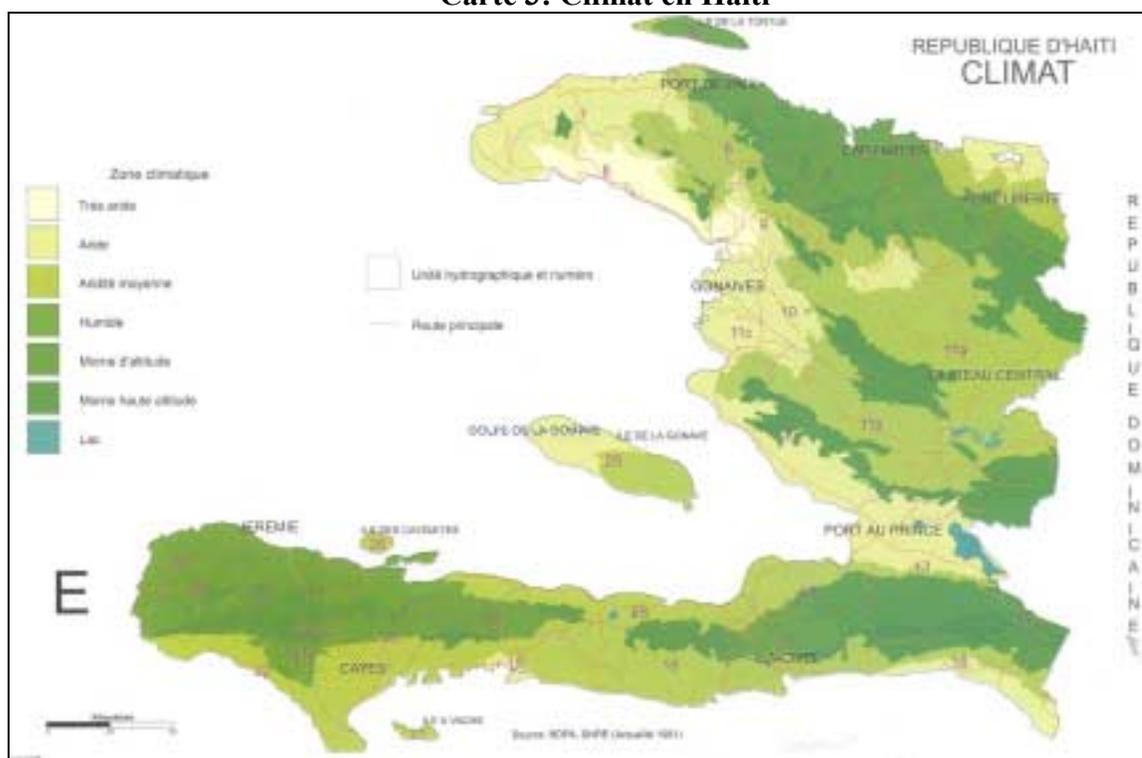
- D'Avril à Juin, l'air chaud et humide est apporté par les alizés venant du Nord-Est. Cette saison de pluie est due aux courants de convection sur les plaines côtières et les montagnes septentrionales du Nord de la pointe occidentale de la presqu'île du Sud. Elle est provoquée aussi par les montagnes de l'intérieur par effet orographique.
- En été, des pluies quelque peu intensives spécialement sur le versant méridional du département du Sud et du Sud-Est sont provoquées par les vents d'Est.
- Du mois d'Août à celui de Novembre, se forment des cyclones et des dépressions provoquant des averses dans la totalité du pays.
- D'octobre à Décembre, le nord-est et les pluies les plus abondantes du Nord et du versant septentrional de la presqu'île du Sud sont apportés par les fronts froids de l'Amérique du Nord.

Tropical en plaine, le climat d'Haïti se révèle subtropical en montagne. Une succession de deux saisons pluvieuses et autant de sèches caractérise le climat du pays. Les précipitations annuelles varient entre 400 mm (en basse altitude) et plus de 2000 mm (en haute altitude). (MDE, 1999)

La température varie de 15°C à 35°C. (MDE, 1999)

La carte ci-après présente les principales zones climatiques d'Haïti.

**Carte 3: Climat en Haïti**



Source : MDE (1999)

#### **1.4. Végétation**

La végétation d'Haïti n'a cessé de se réduire au cours de ces dernières décennies. Cependant, on peut encore dire qu'elle est variée. En effet, il existe "seize (16) catégories de types de couverture [dont] six (6) [...] intéressent directement ou indirectement le secteur forestier". (CASSAGNOL, 1998). D'après le même auteur, la végétation se répartit comme suit sur le territoire national: Broussailles: 22,7 % ; mangliers, forêts de pins et végétation dense: 18,25 %. De ce total, les forêts de pins et mangroves occupent respectivement: 0,97 % et 0,53 %.

#### **1.5 Occupation de l'espace**

Haïti accorde une grande importance à l'Agriculture. En effet, 43% des terres du pays sont consacrées à cette activité (IICA, 1991). Par contre, la superficie occupée par les forêts se révèle exigüe. Celle-ci avoisinerait les 2 % (MDE,1998).

## 2. SOCIO-ÉCONOMIE

### 2.1 Démographie

La population d'Haïti se serait chiffrée à environ 7,5 millions d'habitants en 1997 et aurait franchi le cap des 8 millions en l'an 2000. Le taux moyen de croissance annuelle oscille autour de 2,08 % (OPS/OMS, 1999). La densité de population atteint 270 habitants/km<sup>2</sup>. Cette densité accuse une variation très marquée suivant les départements: de 548 dans le département de l'Ouest à 138 dans la région nommée Centre (OPS/OMS, ibid.). Plus de 25 % des Haïtiens vivent à Port-au-Prince, la Capitale du pays, et dans ses périphéries (MDE, 1999). La population est constituée à 40 % de jeunes de moins de 15 ans. L'espérance de vie se situe autour de 57 ans et la mortalité infantile autour de 90 %. (MDE, ibid.).

### 2.2 Éducation

Les indicateurs de l'éducation en Haïti sont au rouge. En effet, les performances du pays dans ce secteur ne sont pas des meilleures. (MENJS, 1998) Le tableau ci-après en rend compte.

**Tableau 3: Indicateurs de base de l'éducation en Haïti**

Indicateurs	% de la population
Analphabétisme (hommes) <sup>c</sup>	51,7
Analphabétisme (femmes) <sup>c</sup>	56,6
Scolarisation 12-17 ans <sup>m</sup>	43,9
Scolarisation 3 <sup>e</sup> degré <sup>s</sup>	1,2
Livres publiés <sup>b</sup>	340

Source : CORDELLIER et al. (1999) <sup>b</sup> 1995 <sup>c</sup> 1997 <sup>s</sup> 1996-1998 <sup>m</sup> 1990

Durant la dernière décennie, il a été constaté, dans les cycles de base de l'école fondamentale, une augmentation soutenue des taux nets de scolarisation. En effet, ceux-ci sont passés de 37,2% en 1988 à 48% en 1996-1997. Les spécialistes mettent cette croissance des effectifs sur le compte, notamment, du développement du secteur privé de l'éducation (OMS/OPS, 1999). Parallèlement à ces performances, il a été relevé des taux élevés de redoublement et d'abandon. Les causes principales de ces situations paraissent être, d'après les spécialistes, le faible niveau de qualification du corps enseignant, le nombre insuffisant d'heures effectives de classe et la nutrition défailante des écoliers (OMS/OPS, ibid.). Les grands problèmes auxquels est confronté le système éducatif haïtien sont pris en compte par le « Plan National d'Éducation et de Formation » qui s'articule autour des 4 grands programmes suivants : l'amélioration de la qualité de l'éducation, l'expansion de l'offre scolaire, l'accroissement de l'efficacité externe de la formation, le renforcement de la gouvernance du secteur. (MENJS, 1998)

## 2.3 Santé

Le niveau de la santé publique en Haïti se révèle des plus faibles. Le tableau suivant présente quelques problèmes de santé affectant la population.

**Tableau 4 : Indicateurs sommaires de l'état de la santé en Haïti**

Insuffisance pondérale à la naissance (%) 1990-97	Enfants d'un an vaccinés contre :		Taux d'utilisation des thérapies par réhydratation orale (%) 1990-98	Femmes enceintes anémiques (%) 1975-91	Cas de tuberculose (pour 100 000 habitants) 1997	Nombre total de personnes infectées par le VIH ou atteintes par le SIDA (de 0 à 49 ans) 1997
	la tuberculose (%) 1995-1998	la rougeole (%) 1995-1998				
15	28	22	31	64	136,8	190 000

Tableau adapté de PNUD ( 2000)

D'après OMS/OPS (ibid...), les types d'organisation présentés ci-après s'assurent du service de la santé dans le pays :

- Le secteur public**  
Ce secteur est coiffé par le « Ministère de la Santé publique et de la population » (MSPP). Il gère un système comprenant 49 hopitaux, 371 dispensaires, 217 " centres de santé" et 9 asiles. Sur ses 7604 employés régulièrement enregistrés en 1998, un taux de 55% représentait le personnel médical et paramédical.
- Le secteur privé sans profit**  
Ce secteur rassemble principalement les Organisations Non Gouvernementales (ONG) et les groupes religieux. Ceux-ci sont estimés à plusieurs centaines. Ils fonctionnent en règle générale de manière indépendante.
- Le secteur mixte**  
Il est constitué d'institutions privées à but non lucratif et par l'État haïtien dont le rôle se résume à assurer la rémunération du personnel. Comme le secteur privé sans profit, il est formé d'Organisations Non Gouvernementales et d'institutions religieuses et communautaires.

- **Le secteur privé à but lucratif**

Ce groupe comprend des spécialistes en matière de santé travaillant dans des cliniques privées et des institutions de santé. Celles-ci sont basées essentiellement dans la capitale du pays, Port-au-Prince. Il y a lieu de relever que la majorité de la population n'a pas accès aux services de ce secteur à cause des coûts rédhibitoires pratiqués. Il est important de noter que le nombre de médecins pratiquant en Haïti a été estimé en 1998 à 1848.

## 2.4. Situation Générale de l'Économie Haïtienne

### 2.4.1. Indicateurs généraux

Haïti, aujourd'hui, se trouve dans une situation économique des plus difficiles. Le tableau synoptique ci-après en présente les lignes de force.

**Tableau 5: Indicateurs de base de l'économie en Haïti**

PIB total (million \$) <sup>1</sup>	9485
Croissance annuelle 1987-97 (%)	-1.1
Croissance 1998 (%)	3.0
PIB par habitant (\$) <sup>1</sup>	1270
Investissement (% PIB)	9.5
Taux d'inflation (%)	10.0
Energie (taux de couverture) (%) <sup>2</sup>	81.2
Dépense publique Education (% PIB)	1.5
Dépense publique Défense (%PIB) <sup>1</sup>	5.2
Dette extérieure totale (million \$) <sup>1</sup>	1057
Service de la dette/Export (%) <sup>3</sup>	26.2
Importations (douanes) (million \$)	797
Exportations (douanes) (million \$)	175

Source: CORDELLIER et al., 1999.

<sup>1</sup> 1997    <sup>2</sup> 1996    <sup>3</sup> 1995-1997

*N.B : Les données pour lesquelles les dates n'ont pas été indiquées sont celles de l'année 1998*

### 2.4.2 Agriculture

L'agriculture haïtienne se caractérise par l'exiguïté des exploitations. Celles-ci, dans leur grande majorité, sont constituées, en moyenne, de 3 parcelles dispersées de moins d'un (1) hectare chacune. 89 % des exploitations agricoles ont une superficie de 2.5 ha (IHSI, 1996). L'agriculture en Haïti a de toujours été orientée vers les cultures d'exportation. Les plus pratiquées ont toujours été le café, le cacao, le sisal [...]. Cependant, parallèlement à ces cultures, il se pratiquait des cultures vivrières. Depuis quelques décennies, il s'est produit un glissement des cultures d'exportation vers les cultures vivrières (IHSI, 1996) dont les principales sont: le maïs, le sorgho, le riz, le

haricot, la banane, le plantain, les tubercules (MDE, 1998). D'après certains auteurs, cette "désaffection" du paysan pour les cultures d'exportation serait due, notamment, aux fluctuations des cours mondiaux de ces denrées.

Malgré cet effort d'ajustement de l'agriculture aux nouvelles données commerciales, les rendements agricoles, en règle générale, n'ont cessé, d'année en année, de décroître (MDE et al., 2001). Les principales causes de ce que d'aucuns qualifient de déclin de l'agriculture sont:

- a) l'exiguïté des terres due, entre autres, à une pratique successorale provoquant leur morcellement.
- b) Une faible productivité provoquée par l'utilisation d'instruments aratoires traditionnels, la réduction de la productivité des sols, le faible degré d'utilisation d'intrants modernes, le manque d'entretien des infrastructures d'irrigation, la débilite des programmes de support aux paysans...

L'élevage en Haïti se révèle à l'état latent. Ce n'est pas, en règle générale, une activité à part entière puisqu'elle est couplée à la production végétale. Rares sont les agriculteurs s'adonnant uniquement à cette activité. Le nombre d'animaux par exploitation se situe entre 1 à 4 têtes pour les bovins et les caprins (IHESI, 1996). Pour les volailles, ce nombre varie entre 4.55 et 13 têtes (IICA, 1991). Le cheptel porcin, abattu systématiquement en 1982 au cours d'une campagne nationale contre la peste porcine, se reconstitue progressivement. Pour le moment, les techniciens s'accordent pour dire qu'il se révèle difficile d'évaluer les résultats de cette reconstitution

#### **2.4.4 Pêche**

La pêche haïtienne est à l'état artisanal. Le nombre de pêcheurs à temps plein est estimé à 3000 et à temps partiel à 5000 (BEURIER, 1988). Les matériels de pêche se révèlent très rudimentaires. De plus, les voiliers ne permettent pas aux pêcheurs d'atteindre les zones les plus poissonneuses. Quant aux méthodes de conservation, elles sont très archaïques (CHAPOND, 1999). Toutes ces difficultés se conjuguent pour donner lieu à une production halieutique extrêmement faible. En effet, la production nationale de poissons et fruits de mer est estimée à environ 5.800 et 6.000t/an réparties comme suit : 5000 t de poissons; 500-700 t de crustacés et 100 t d'autres produits (poulpes, crabes etc.) (BREUIL, 1999). Il y a lieu de relever que le pays importe plus de 12.000t/an de fruits de mer. (IICA, 1991). La part de la pêche dans l'économie haïtienne se révèle très faible. En effet, le chiffre d'affaires annuel de ce secteur est estimé à environ 16 millions de dollars américains. (BREUIL, *ibid.*)

#### **2.4.5. Industrie**

Les entreprises industrielles en Haïti sont orientées prioritairement vers les biens de consommation. En effet, 2/3 de ces entreprises de la Zone Métropolitaine de Port-au-Prince, qui centralise l'activité industrielle, travaillent dans ce domaine (IHESI, 2000).

Les autres entreprises produisent des biens d'équipement et des biens intermédiaires. Ces entreprises occupent respectivement 18 et 16 % de l'ensemble. (IHSI, *ibid*). Globalement, les entreprises haïtiennes se dirigent vers le marché local. En effet, 70% d'entre elles trouvent leurs débouchés sur le marché local. Si on laisse de côté les entreprises industrielles de sous-traitance, "seules 4 entreprises industrielles haïtiennes déclarent exporter une partie de leur production" (IHSI, *ibid*). Le tableau ci après présente quelques chiffres importants de l'industrie en Zone Métropolitaine de Port-au-Prince.

**Tableau 6: Données comptables de l'industrie en zone Métropolitaine de Port-au-Prince**

Items	Valeur
Production <sup>1</sup>	6.044.327.000.00
Valeur ajoutée <sup>1</sup>	2.540.688.000.00
Salaires versés <sup>1</sup>	676.308.000.00
Excédent brut d'exploitation <sup>1</sup>	1.864.379.000.00
Investissements <sup>1</sup>	813.459.000.00
Nombres d'entreprises	333
Nombres de salariés	33.801
Salaire moyen <sup>1</sup>	20.009
Valeur ajoutée par salarié <sup>1</sup> )	75.166
Taux de valeur ajoutée	42%
Part des salaires	26,66%
Taux d'investissement	32%

Source : IHSI (2000)

<sup>1</sup> en gourdes

\$US 1~ 24,5 gourdes de l'année 2001.

### 3. RESSOURCES NATURELLES

#### 3.1 Ressources forestières

L'état de ces ressources se révèle absolument désastreux. Au début de la dernière décennie, selon les estimations officielles, la République d'Haïti disposerait d'à peu près 2 % de couverture végétale (MDE, 1998). Celle-ci se répartit en 3 principales formations forestières et en un certain nombre d'espaces plus ou moins boisés.

Les formations forestières sont:

- La forêt des pins, réserve forestière de 32.000 ha située à l'ouest du pays.
- Le Pic Macaya, parc national de 2 .000 ha et situé au Sud-Ouest du pays.
- Le Parc La Visite, parc national de 2.000 ha et situé au Sud-Est du pays. (MDE, 1997)

Les espaces plus ou moins boisés peuvent se classer en forêts claires, très claires et dégradées, les mangroves et les cultures sous couvert arboré (caféier, cacaoyer). Elles se répartissent sur l'ensemble du territoire

### **3.2 Ressources en sol**

Les substrats géologiques sur lesquels se développent les sols d'Haïti sont divers et variés. Parmi ceux-ci, les plus répandus sont: les roches ignées (basaltes, granites, granodiorites, andésites), les roches sédimentaires calcaires ( Karst, calcaire cristallin, calcaire crayeux, calcaire corallin), les roches sédimentaires détritiques (marnes et calcaires marneux). Généralement, en montagne, les sols se développent sur le basalte et le calcaire. Les plaines, elles, sont constituées de matériaux d'origine alluvionnaire. (MAGNY, 1991). Les sols d'Haïti présentent une grande diversité. Les plus fréquents, selon BDPA (1989), sont :

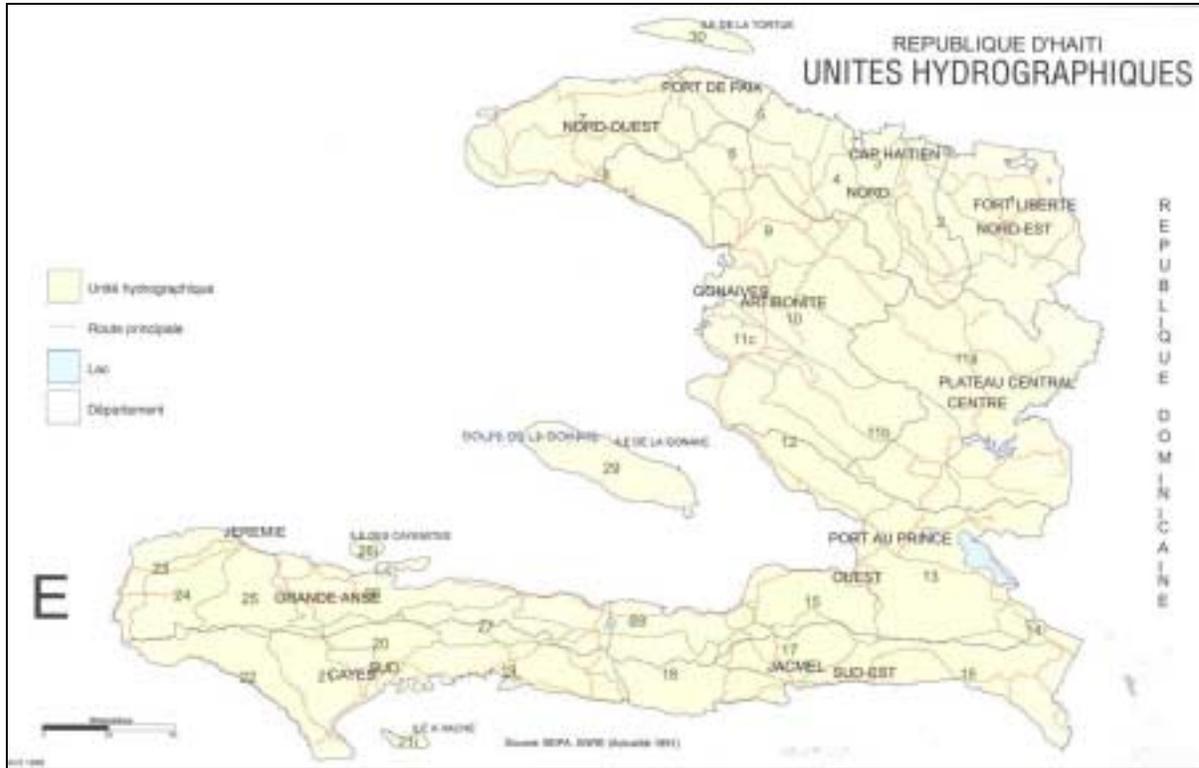
- les lithosols et régosols sur fortes pentes
- les rendzines sur les versants calcaires
- les oxysols profonds et bien drainés
- les ultisols rouges jaunâtres, le plus souvent associés aux oxysols
- les vertisols dans les zones de piedmonts et les bas-fonds
- les inceptisols et entisols développés sur calcaire dur et sur les dépôts alluvionnaires dans les plaines et vallées.

### **3.3 Ressources hydriques**

La République d'Haïti possède d'importantes ressources hydriques. Le débit des principaux cours d'eau du pays oscille entre 10 et 100 m<sup>3</sup>/s. Cependant, les ressources sont mal réparties car cinq rivières concentrent près de 60 % des ressources en eau du pays (MDE , 1999 a). Le fleuve Artibonite, avec son bassin hydrographique de 9550 km<sup>2</sup> dont le tiers se trouve en République Dominicaine, représente le plus important cours d'eau du pays. Son potentiel hydroélectrique est exploité grâce au barrage de Péligre dont la capacité installée s'estime à 47,1 mégawatts (MAGNY, 1991). En plus, le même barrage joue un rôle de régulation des crues et d'approvisionnement des communautés voisines. Les rivières du pays le dotent d'une très forte capacité d'irrigation. Cependant, force est de constater que sur les 200.000 ha de terres irrigables, seulement 50.000 ha sont irriguées. (MAGNY, ibid.). Il y a lieu de relever que la très grande majorité des cours d'eau du pays se trouvent confrontés à la même difficulté de sédimentation. Ceci est dû, principalement, au déboisement des bassins versants de ces cours d'eau.

Quant aux eaux souterraines, elles se présentent comme étant relativement abondantes en Haïti. Cependant, elles sont sous-exploitées. Ceci est dû, principalement, au coût prohibitif des matériels (MAGNY, ibid.).

**Carte 5: Unités hydrographiques en Haïti**



### 3.4 Mines et carrières

La République d’Haïti possède des ressources minières diversifiées. Les gisements de minéraux métalliques suivants s’avèrent être présents dans le sous-sol du pays: l’or, l’argent, le cuivre, la bauxite. Pour les minéraux non-métalliques, il faut relever: le calcaire marbrier, le granodiorite, le carbonate de calcium, le pouzzolane, les marnes d’argiles (GEORGES, 1998). Les résultats des évaluations faites pour les gisements les plus importants peuvent se présenter comme suit:

**Tableau 7: Principaux gisements miniers en Haïti**

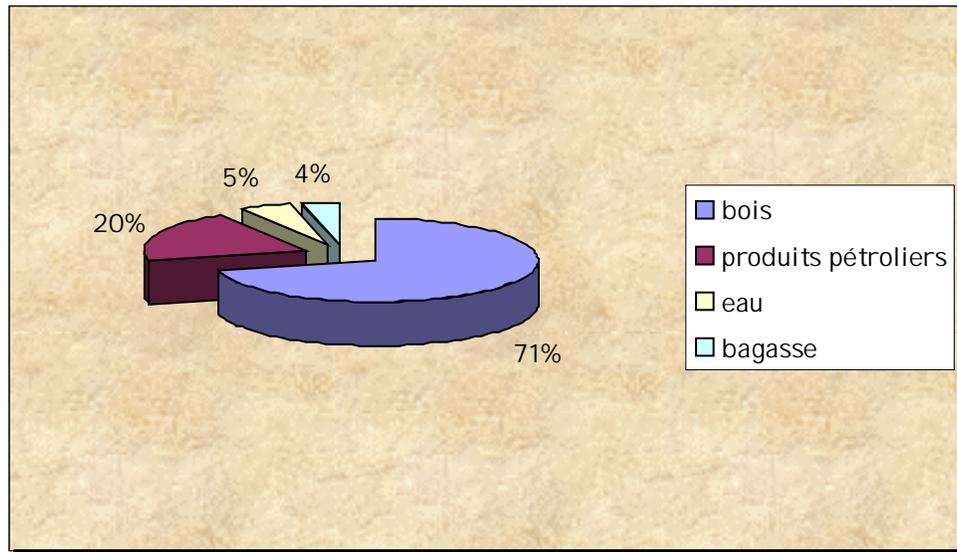
Minerai	Localisation	Tonnage	Superficie	Teneur moyenne	Tonnes de métal	Valeur économique
<b>OR OR ARGENT</b>	Bossa (Millot) 12 km au sud du Cap	1.400.000	2.5 ha	2.74 g/t (or) 15g/t (arg)	90.000 onces d'or 40.000 onces d'arg.	US \$ 38.4000.00
	Grand Bois 4 km au Sud-Ouest de Camp Coq	4.300.000	10 ha	2..54g/t (or) 15g/t (arg)	200.000 onces d'or 100.000 onces d'arg.	US \$ 90.000.000
	Failles (B) Perches	523.000	6 km <sup>2</sup>	14g/t (or)	?	?
<b>CUIVRE OR ARGENT</b>	Mémé (Gonaïves)	1.500.000		2% Cuivre 2 g/t (or) 10g/t (argent)		US\$ 156.000.00
	Casséus (Gonaïves)	7.500.000		0.5% (Cu)		US\$ 250.000.000
<b>CUIVRE OR</b>	Blondin (Trou du Nord)	22.436.676 43.629.128	2.22 km <sup>2</sup>	0.554 0.800	297.105 197.493	US \$ 120.331.800
<b>Or alluvionné</b>	Mont-organisé					
<b>BAUXITE</b>	Paillant (Ouest de Miragoâne)	2.500.000		2.93% silice 51.1% alumine		US\$ 30.000.000

*Source: Bureau des Mines et de l'Energie (BME)*

#### 4. ÉNERGIE

Les sources d'énergie en Haïti sont au nombre de quatre (4). Ce sont : le bois, la bagasse, l'eau, les produits pétroliers. Le graphe ci-après présente la proportion occupée par chacune de ces sources dans la consommation du pays.

**Figure 1: Sources d'énergie en Haïti**

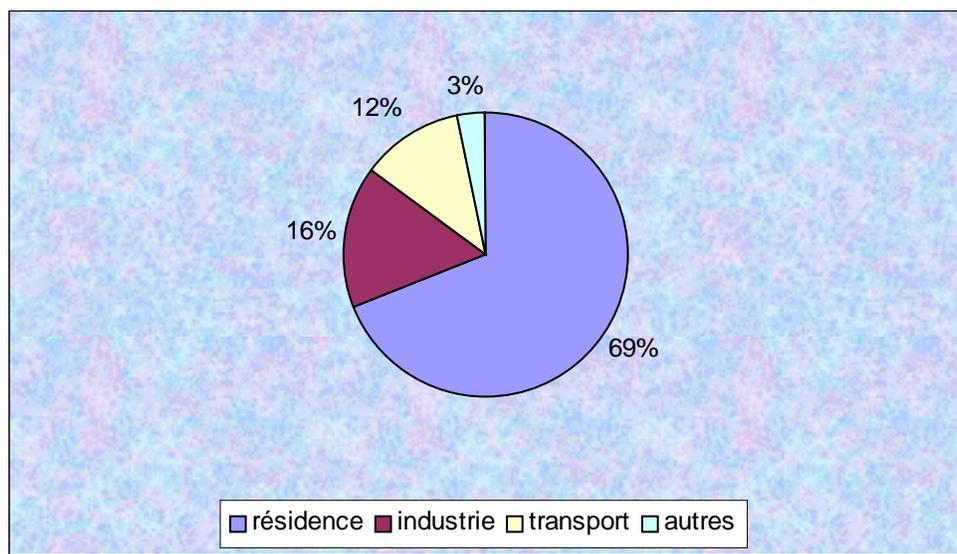


*Graphe adapté de BME (1999)*

De ce graphe, il ressort que 80 % de la consommation énergétique du pays proviennent de ressources locales (bois: 71 %; eau: 5 %; bagasse: 4 %). Les 20 % restants sont apportés par des ressources importées, c'est-à-dire les produits pétroliers.

La demande totale d'énergie par secteur se présente comme suit pour l'année 1998:

**Figure 2: Demande totale d'énergie par secteur en Haïti**



autres: Commerce et service: 2,4 % + Gouvernement: 0,6 % = 3 %  
*graphe adapté de BME (1999)*

## **5. GESTION DE L'ENVIRONNEMENT**

### **5.1. État sommaire des lieux**

D'après MDE (1999), les problèmes environnementaux les plus urgents paraissent être: le déboisement des forêts naturelles, la pollution du littoral, l'insalubrité [en milieu urbain] et l'érosion de la diversité biologique.

#### **5.1.1. la déforestation**

La déforestation en Haïti constitue l'un des problèmes environnementaux les plus spectaculaires. En effet, il est impressionnant même pour l'Haïtien vivant au pays de constater l'ampleur de ce problème. Dixit MDE (1999), " (...) 25 des 30 bassins hydrographiques du pays sont nus (...)". La consommation des produits ligneux comme source d'énergie constitue l'une des principales causes de la déforestation en Haïti (MDE, ibid.). En effet, les spécialistes estiment que entre 40 et 50 millions d'arbres sont coupés chaque année pour les besoins énergétiques. La déforestation a comme conséquences principales l'érosion des sols [ on avance souvent le chiffre de 36 millions de tonnes métriques de terre arable par an], la sédimentation des plans d'eau, l'obstruction des canaux de drainage, la diminution du débit des sources (OMS/OPS, 1999).

#### **5.1.2. L'insalubrité en milieu urbain**

L'insalubrité en milieu urbain est liée aux déchets solides, liquides et aux gaz. Cette situation s'est aggravée avec la migration d'une grande partie de la population rurale vers les villes qui s'est faite ces dernières années à un rythme soutenu. L'élimination des déchets solides constitue un des problèmes majeurs auxquels les municipalités doivent faire face. En effet, l'évacuation de ces déchets est assurée à "42 % à Port-au-Prince, la capitale et à 39 % pour les villes secondaires" (MDE, 1999). Le secteur de la gestion des déchets liquides n'est pas très différent de celui des déchets solides. En effet, "aucune des villes d'Haïti n'est dotée d'un système de traitement des eaux usées" en provenance des ménages, des industries et de l'agriculture (MDE, ibid.). En matière de pollution atmosphérique, il y a lieu de relever le rejet des gaz par les véhicules à moteur. En effet, les " automobiles, de plus en plus nombreux et concentrés dans la capitale (plus de 180.000 circulerait à Port-au-Prince sans inspection), sont responsables d'une pollution atmosphérique importante" (OMS/OPS, ibid.). Cette situation a des conséquences néfastes sur, notamment, les "infrastructures de développement, l'hygiène, la santé et la production nationale." (MDE, ibid.). D'après OMS/OPS (ibid.), "la défaillance dans l'évacuation des excréta fait que plusieurs des 18 sources alimentant la capitale sont bactériologiquement polluées.... De plus, l'industrie alimentaire et les aliments préparés sur la voie publique en particulier constituent un grave danger pour les consommateurs , avec des risques énormes d'infections aiguës et d'intoxications" dues à l'état d'insalubrité que connaissent les villes.

### **5.1.3. la pollution du littoral**

Très peu d'études ont été réalisées jusqu'à présent sur la pollution du littoral en Haïti. Cependant, d'après une étude récente (Le BRUN, 2000), " les eaux marines et littorales [de la baie] de Port-au-Prince sont riches en nutriments azotés et phosphorés apportés par des rejets divers". Par ailleurs, les parties de la baie de Port-au-Prince ouvertes aux exutoires sont contaminées par des micro-organismes pathogènes. "Les concentrations mesurées ne sont pas conformes aux normes impératives européennes et à celles des pays frontaliers de la zone Caraïbes pour la baignade"(LE BRUN, ibid.). Cette situation ne devrait pas être différente pour les eaux avoisinant les autres villes du pays dans la mesure que la gestion des déchets [et la distribution de la population] n'y sont pas très différentes de ce qui a cours à Port-au-Prince (MDE, 1999).

### **5.1.4. La diminution de la diversité biologique**

L'environnement d'Haïti s'est de beaucoup dégradé durant les dernières décennies. Cependant, "malgré cet état environnemental reconnu comme alarmant, le pays possède une diversité biologique extraordinaire"(TOUSSAINT, 1998). En effet, d'après le même auteur, 36 % des 5000 espèces de plantes vasculaires et 75 % des 2000 espèces animales en Haïti sont endémiques au pays. Cependant, malgré cet indice élevé de biodiversité dans le pays, celle-ci n'est que peu faiblement protégée. En effet, "les aires protégées dédiées à la conservation de la diversité biologique en Haïti ne constituent que 0,35 % du territoire du pays" (TOUSSAINT, 1998 a). Selon le même auteur, "sur la liste non exhaustive de 35 sites naturels sous protection ou à protéger, seuls les Parc Macaya et la Citadelle ont fait l'objet d'une prise en charge institutionnelle". A cause, entre autres choses, de cette inertie, l'indice de biodiversité dans le pays se réduit de plus en plus. En effet, s'il ne faut citer que ces chiffres-là, le nombre d'espèces animales endémiques à Haïti et survivantes est estimé à 2 et le nombre d'espèces végétales en voie de disparition atteint 58 (ECMU/PNUD, 1998).

## **5.2. Cadre légal**

La politique environnementale en Haïti jouit d'une "législation [prise dans sa globalité] relativement abondante" (VICTOR, 1998). Cependant, son abondance concerne les arbres et les aires protégées. En effet, elle se révèle d'une très grande pauvreté pour les sols, les eaux, l'environnement urbain ou les ressources énergétiques. Par ailleurs, la législation relative à la pollution, les nuisances, la montagne et la biodiversité est inexistante (VICTOR, ibid.). Cette législation est renforcée par de nombreuses conventions internationales parmi lesquelles il y a lieu de relever la "Convention-cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques", la "Convention sur la biodiversité" et la "Convention sur la Désertification", toutes les trois ratifiées en 1996. Malgré le caractère substantiel de la législation environnementale haïtienne, elle se révèle inapplicable. De fait, elle n'est pas appliquée. Les causes principales de sa non-application sont, entre autres, "la corruption des fonctionnaires et la mauvaise connaissance des lois" (VICTOR, ibid.).

### 5.3. Cadre institutionnel

Les activités relatives à l'Environnement en Haïti semblent intéresser un grand nombre d'institutions publiques et privées. Cependant, cet intérêt se manifeste, dans chacune de celles-ci, à des degrés divers, comme de juste. Ainsi, les deux institutions publiques oeuvrant effectivement et totalement dans les "activités environnementales" sont incontestablement le "Ministère de l'Environnement" et le "Ministère de l'Agriculture des Ressources Naturelles et du Développement Rural".

#### 5.3.1. Le Ministère de l'Environnement

Le Ministère de l'Environnement (MDE), créé selon la loi du 28 janvier 1995, est la plus haute institution publique chargée de la gestion de l'Environnement du pays. Cependant, la grande faiblesse de ses ressources budgétaires ne lui permet pas de faire face à ses obligations et de remplir sa mission. En effet, moins de 0,35 % du budget national de fonctionnement lui est alloué chaque année. Les "crédits du MDE dans le budget national de fonctionnement" se présentent de la manière suivante:

**Tableau 8:Part du M.D.E. dans le budget national en milliers de gourdes**

Exercice	1994/1995	1995/1996	1996/1997
MDE (budget en gourdes)	15.000	9.000	11.855
Budget national (en gourdes)	4.995.571	5.271.980	6.700.730
Part du MDE dans le budget national (%)	0.31	0.17	0.18

*Source: Service du Trésor/Ministère des Finances, cité par MDE, 1999  
US \$1=24,5 gourdes de l'année 2001*

Il faut cependant reconnaître l'appui financier d'un grand nombre d'institutions et de structures internationales (PNUD, USAID, ACDI, BANQUE MONDIALE, BID, ...) et de structure (FEM) qui permet au MDE d'exécuter un certain nombre de projets (GUISSE et OWEN, 1998).

La mission du MDE, d'après MDE (1999), est de:

- Définir, promouvoir la mise en place et le suivi de normes visant à la protection et à la réhabilitation de l'environnement avec la collaboration des autorités compétentes
- Elaborer des politiques visant à protéger l'environnement
- Assurer la gestion et la réglementation des aires protégées en collaboration avec les collectivités territoriales
- Sensibiliser, et éduquer en matière d'environnement

### **5.3.2. Le Ministère de l'Agriculture, des Ressources Naturelles et du Développement rural**

Le Ministère de l'Agriculture, des Ressources Naturelles et du Développement rural (MARNDR) a été créé en 1843. Sa mission est de concevoir et d'appliquer une politique nationale dans les domaines de l'agriculture, de l'élevage, des ressources naturelles et du développement rural. Pour l'exercice fiscal 1996-1997, le budget de ce ministère a été de 144.000.000 de gourdes, soit approximativement US\$ 6.260.000,00 de l'année 2000 (GUISSE et OWEN, 1998).

### **5.4. Principales activités relatives à la gestion de l'environnement en Haïti**

Un certain nombre d'activités pionnières de protection et d'aménagement de l'environnement, respectant les principes de développement durable, ont été réalisées par

Le Ministère l'Environnement. Parmi celles-ci, il y lieu de citer, d'après MDE (1999):

- les différents projets de "Conservation des Eaux et du Sol"
- les projets de gestion de forêts et d'aires protégées
- l'élaboration du Plan d'Action pour l'environnement
- le Projet d'Activités Habilitantes Relatives au Changement Climatique
- le Projet d'Activités Habilitantes Relatives à la Diversité Biologique
- le Projet Pilote de gestion des zones côtières
- la préparation de la Stratégie pour la Lutte contre la Désertification

Le tableau synoptique ci-après présente les principales institutions et les activités réalisées en matière d'environnement.

**Tableau 9: Les institutions en charge de la gestion de l'environnement en Haïti et leurs principales activités**

Institutions	Directions, Services et Organismes détachés	Nature des interventions
<b>Mission directe</b>		
MDE	Cabinet du ministre Direction Générale Direction Technique OSAMH	Politique et stratégies de gestion de l'environnement Promotion, gestion et conservation des forêts, des parcs naturels, gestion de zones tampons, cadre légal et institutionnel. Plan d'action pour l'environnement (P.A.E). Protection de bassins versants, conservation des sols et de l'eau Gestion du Morne Hôpital Politique de l'eau; gestion de l'eau potable; gestion des eaux usées et santé des milieux ambiants.
MARNDR	Direction des ressources naturelles SPNS, SNRE, SDRT, SPP, SRF	Gestion des ressources en sols, en bois, couverture végétale, en eau de surface et souterraine, des ressources halieutiques, des bassins versants et de la météorologie
MPCE	Direction de l'Aménagement du Territoire et de Protection de l'Environnement	Zonage global et fonctionnel du territoire national; définition des stratégies d'aménagement de l'espace; découpage du territoire; normes et standards nationaux
MTPTC	BME, EDH, Direction de l'Urbanisme, Direction de l'Assainissement SNEP/	Promotion de la recherche et de l'exploitation des ressources minières et énergétiques efficaces Etudes et recherches, distribution de foyers améliorés Hydroélectricité Eaux de ruissellement; eaux usées; eaux industrielles Adduction d'eau potable
<b>Mission indirecte</b>		
MDF	DGI	Tenure foncière
MEN	Rectorat de l'Université d'Haïti Ecole moyenne d'art et métiers	Formation universitaire Formation de cadres moyens
MSPP	Direction d'Hygiène publique POCHEP	Standards et normes d'hygiène Adduction d'eau potable
MAE	Direction des Affaires Internationales	Point Focal politique pour les Conventions internationales relatives à l'environnement
MCI/SET		Artisanat et recyclage; Aires touristiques et infrastructures
MCC	ISPAN	Patrimoine culturel et monuments dans leur environnement naturel
MI	Direction de la Protection Civile OPDES	Gestion des désastres Divisions administratives et politiques; eaux territoriales

Source: MDE, 1999.

## **CHAPITRE II : INVENTAIRE DES GAZ À EFFET DE SERRE EN HAÏTI**

### **1. INTRODUCTION**

L'effet de serre, phénomène naturel, permet le maintien, sur terre, de la température nécessaire à la vie. Cependant, à cause de certaines activités humaines, ce phénomène naturel s'est exacerbé au cours de l'ère industrielle. En effet, selon certaines estimations, la température globale de la planète aura augmenté de 0,3°C au cours du XX<sup>e</sup> siècle (VILLARD, 2000). Les principaux gaz responsables de cette situation sont: le gaz carbonique (CO<sub>2</sub>), le méthane (CH<sub>4</sub>), le monoxyde de carbone (CO), l'hémioxyde d'azote (N<sub>2</sub>O), les oxydes nitreux (NO<sub>x</sub>), les composés organiques volatils non méthaniques (COVMN), le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>)...

Dans ce chapitre, il est présenté une estimation des émissions de ces différents gaz dans le pays.

### **2. MÉTHODOLOGIE**

La méthodologie utilisée pour réaliser les études relatives à l'inventaire des Gaz à effet de serre en Haïti est celle recommandée par le *Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC)* à travers les trois tomes du document intitulé "*Lignes directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de Gaz à Effet de Serre*".

### **3. RÉSULTATS DE L'INVENTAIRE**

Cet inventaire de Gaz à effet de serre (GES) émis sur le sol haïtien a été réalisé pour l'année 1994. Cependant, une situation particulière de décroissance de l'utilisation des combustibles fossiles prévalait au pays, cette année-là. Ceci était dû aux difficultés qu'éprouvait le marché haïtien pour s'approvisionner en ces produits, suite aux mesures de rétorsion économique prises par la communauté internationale contre le pays. Ainsi, cet inventaire inclut, à titre comparatif, les émissions de GES, liées au secteur "Énergie", pour l'année 1995. Les secteurs concernés par cet inventaire sont les suivants: Énergie, Procédés Industriels, Agriculture, Déchets, Changements d'affectation des terres et Foresterie.

#### **3.1. Présentation générale des émissions de GES**

Le tableau 10 présente le résultat complet de l'étude des émissions de Gaz à Effet de Serre sur le territoire haïtien. Le tableau 11 présente les quantités globales, c'est-à-dire indépendamment des secteurs considérés au cours de l'étude, des différents Gaz à Effet de Serre relevés pour l'année 1994.

**Tableau 10: Répartition des émissions de GES pour Haïti en 1994**

MODULES	Émissions exprimées en Gg								(t)
	CO2	CH4	N2O	ECO2	%HF <sup>1</sup>	CO	NOX	COVNM	SO2
1. Energie									
Électricité (produc.)	10,66	0,00	0,00			0,01	0,03	0,00	
Industrie	20,27	0,06	0,01			6,59	0,25	0,10	11,84
Transport	97,11	0,01	0,00			4,96	0,44	0,94	39,42
Comm. & Serv.		0,37	0,00			13,08	0,19	0,19	
Ménages	28,73	10,14	0,12			196,16	3,67	18,04	
Total 1	156,77	10,58	0,13	419,25	8,21	220,80	4,58	19,27	51,26
2. Procédés Industriels									
Revêtement Routier								1,64	
Boisso Alcoolisée								9,50	
Production Alimentaire								1,79	
Total 2								12,93	
3. Agriculture									
Fer. Ent. & G. Fu.		62,71							
Riziculture		26,06							
Brûlis résidus Agricoles.		2,87	0,08			60,26	3,02		
Brûlis des savanes		0,09	0,00			2,42	0,04		
Sols agricoles			6,89						
Total 3		91,73	6,97	4 087,03	80,08	62,68	3,06		
4. Affectation ds Terres & Forest									
Chang ds For. et bio.	434,66								
Conv. For. & Prairies	367,78								
Sols agricoles	151,58								
Biomasse. Brûlis. sur place		0,05	0,00			0,42	0,01		
Total 4	954,44	0,05	0,00	955,49		0,42	0,01		
5. Déchets									
Décharges publiques.		5,20							
Eaux usées. (com, Ind)		9,38							
Eaux noires			0,31						
Total 5		14,58	0,31	402,28	7,88				
Production Charbon de bois		9,30		195,30	3,83	65,14	0,09	15,82	
Biomasse	3480,72 <sup>2</sup>								9 397,08
Total Cumulé	1 111,21	126,24	7,41	6 059,35	100	349,04	7,74	48,02	9 448,34
Potentiel de Réchauffement. Global 100 ans	1	21	310						
Equivalent CO2	1 111,21	2 651,04	2 297,1	6 059,35					

<sup>1</sup> Hors Forêt et Affectation des terres

<sup>2</sup> Information donnée à titre indicatif: CO<sub>2</sub> émis à partir de la combustion de à des fins énergétiques

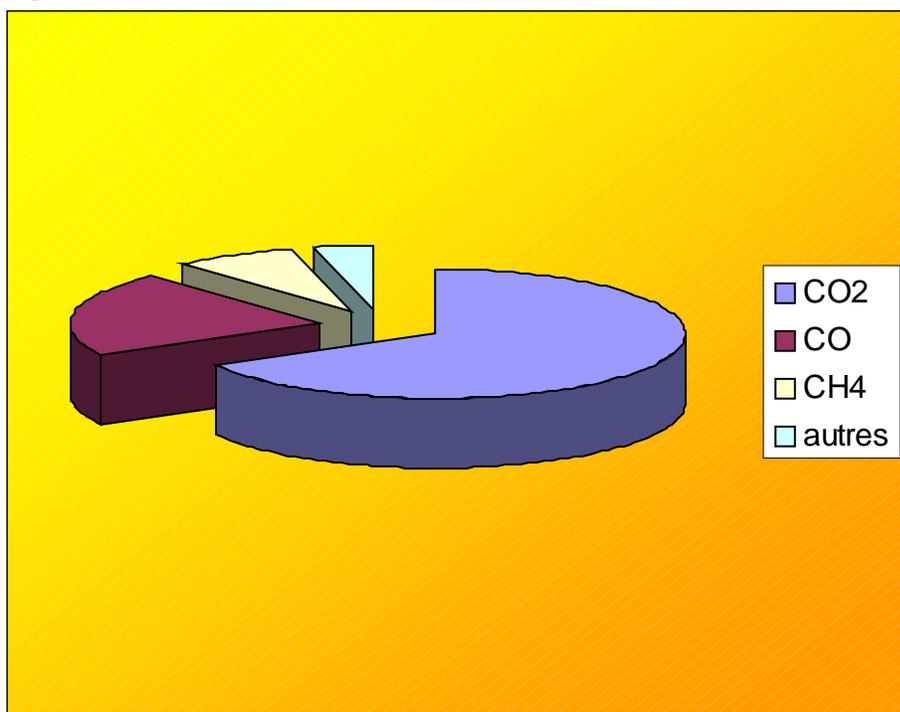
**Tableau 11: Émissions des différents GES en Haïti en 1994**

Gaz à Effet de Serre	Quantité (Gg)
CO <sub>2</sub>	1111,21
CH <sub>4</sub>	126,24
N <sub>2</sub> O	7,41
NO <sub>x</sub>	7,74
CO	349,04
COVNM	48,02
CO <sub>2</sub> (biomasse)	3.480,72
SO <sub>2</sub> (tonne)	9448,34

Les émissions de Gaz à Effet de Serre, en Haïti, se présentent de la manière suivante pour l'année 1994:

- Gaz Carbonique: 67,32%
- Monoxyde de Carbone: 21,15%
- Méthane: 7,65%
- Autres (Protoxyde d'azote, Oxydes d'Azote, Composés Organiques Volatils non Méthaniques , Dioxyde de Soufre): 3,88%

**Figure 3: Emissions des Gaz à Effet de serre en Haïti en 1994**



*autres: N<sub>2</sub>O, NO<sub>x</sub>, COVNM, SO<sub>2</sub>*

### 3.2. Présentation des émissions des différents gaz à effet de serre étudiés pour l'année 1994

#### *Emissions de CO<sub>2</sub>*

En 1994, les émissions nettes de CO<sub>2</sub> d'origine anthropique atteignaient 1111,21 Gg. Le secteur de l'Énergie, à travers la combustion de combustibles fossiles, participait à hauteur d'un peu plus de 14% de ces émissions. Les 86% de celles-ci sont le fait d'activités de foresterie et de Changement d'affectation des terres.

Le tableau suivant présente la répartition par secteur du CO<sub>2</sub> émis

**Tableau 12: Répartition par secteur du CO<sub>2</sub>**

Secteur émetteur	Emissions brutes (Gg)	Proportion par rapport aux émissions totales
Énergie	156,77	14,11
Changement d'affectation des terres et foresterie	1111,21	85,89
<b>Total</b>	<b>3.986,88</b>	<b>100</b>

#### *Émissions de CH<sub>4</sub>*

Pour l'année de référence 1994, la quantité de méthane émise en Haïti a atteint 126,24 Gg. Le secteur agricole se révèle le plus grand émetteur de ce gaz. En effet, sa contribution dans les émissions de méthane s'est située autour de 72%, soit au total une valeur de 91,73 Gg. Les principales activités agricoles provoquant la libération dans l'atmosphère du méthane sont: la gestion du fumier (62,71 Gg) et la riziculture (26,06 Gg). Le secteur des déchets vient en deuxième position dans la contribution aux émissions de CH<sub>4</sub> avec une valeur de 14,58 Gg.

**Tableau 13: Répartition par secteur du CH<sub>4</sub>**

Secteur émetteur	Emissions brutes (Gg)	Proportion par rapport aux émissions totales
Énergie	10,58	8,38
Agriculture	91,73	72,66
Changement d'affectation des terres et foresterie	0,05	0,04
Déchet	14,58	11,55
Production de charbon de bois	9,30	7,37
<b>Total</b>	<b>128,09</b>	<b>100</b>

Dans le secteur "Énergie", une valeur de 10,58 Gg de CH<sub>4</sub> est émise et dans celui des Déchets une valeur de 9,30 Gg. Enfin, le secteur "Changement d'affectation des terres et foresterie" contribue aux émissions de Méthane à hauteur de 0,05 Gg.

### *Émissions de N<sub>2</sub>O*

La quantité d'hémioxyde d'Azote relâchée dans l'atmosphère s'élève à 7,41 Gg. Les activités du secteur agricole, à elles seules, provoquent, approximativement, 94 % de ces émissions, soit au total une valeur de 6,97 Gg. Il y a lieu de souligner le faible apport du N<sub>2</sub>O dans les émissions globales de Gaz à Effet de Serre. L'utilisation à des doses homéopathiques des engrais azotés explique, dans une très large mesure, cette situation.

**Tableau 14: Répartition par secteur du N<sub>2</sub>O**

Secteur émetteur	Emissions brutes (Gg)	Proportion par rapport aux émissions totales
Énergie	0,13	1,75
Agriculture	6,97	94,07
Déchets	0,31	4,18
<b>Total</b>	<b>7,41</b>	<b>100</b>

### *Émissions de NO<sub>x</sub>*

La valeur des émissions d'Oxydes d'azote, pour l'année 1994, en Haïti a atteint un peu moins de 8 Gg. Plus de la moitié de ces émissions, soit, approximativement, 59 %, est imputable au secteur "Énergie". Le secteur agricole, quant à lui, participe à hauteur de, à peu près, 40%. Les activités de production de charbon de bois et de changements d'affectation des terres et foresterie se partagent le reste des émissions d'oxydes d'azote.

**Tableau 15: Répartition par secteur des NO<sub>x</sub>**

Secteur émetteur	Emissions brutes (Gg)	Proportion par rapport aux émissions totales
Energie	4,58	59,17
Agriculture	3,06	39,54
Changement d'affectation des terres et foresterie	0,01	0,13
Production de charbon de bois	0,09	1,16
<b>Total</b>	<b>7,714</b>	<b>100</b>

### *Emissions de CO*

Les émissions brutes de CO pour l'année de référence, 1994, en Haïti ont atteint la valeur de 349,04 Gg. Le secteur "Énergie" y contribue à près de 63 % avec des dégagements bruts se situant autour de 220 Gg. Les activités agricoles, quant à elles, sont responsables à près de 17 %, car elles provoquent, approximativement, des émissions d' à peu près 62 Gg de CO. La production de charbon de bois occasionne des émissions de l'ordre de 65 Gg, soit une proportion par rapport aux émissions totales avoisinant 18%. Les activités de changement d'affectation des terres et foresterie ne sont responsables que dans une très faible mesure puisqu'elles ne produisent que 0,42 Gg de CO, ce qui représente 0,12 % des émissions totales.

**Tableau 16: Répartition par secteur du CO**

Secteur émetteur	Emissions brutes (Gg)	Proportion par rapport aux émissions totales
Energie	220,80	63,26
Agriculture	62,68	17,96
Changement d'affectation des terres et foresterie	0,42	0,12
Production de charbon de bois	65,14	18,66
<b>Total</b>	<b>349,04 Gg</b>	<b>100</b>

***Émissions de SO<sub>2</sub>***

Les émissions de SO<sub>2</sub> en Haïti, pour 1994, sont estimées à 9448,34 tonnes. Elles ne concernent que le secteur "Énergie". L'activité de combustion de combustibles fossiles se révèle une très faible émettrice de dioxyde de soufre puisqu'elle ne dégage dans l'atmosphère que 0,54 % de la totalité de ce gaz équivalent à 51,26 tonnes. En revanche, la combustion de combustible ligneux émet 99,46 % de SO<sub>2</sub>, soit une valeur totale 9397,08 tonnes.

**Tableau 17: Répartition par secteur du SO<sub>2</sub>**

Secteur émetteur	Emissions brutes (tonne)	Proportion par rapport aux émissions totales
Energie (Combustion d'énergie fossile)	51,26	0,54
Combustion de biomasse	9.397,08	99,46
<b>Total</b>	<b>9.448,34</b>	<b>100</b>

***Emissions de COVNM (Composés Organiques Volatils Non Méthaniques)***

Les émissions de COVNM pour Haïti sont de 48,02 Gg. Les secteurs se les partageant sont ceux de l'énergie, 19,27 Gg (40,13 %), les procédés industriels 12,93 Gg (26,93 %). Les activités de production de charbon de bois ont généré 15,82 Gg de ces gaz (32,94 % des dégagements)

**Tableau 18: Répartition par secteur des COVNM**

Secteur émetteur	Emissions de COVNM (Gg)	Proportion par rapport aux émissions totales
Énergie	19,27	40,13
Procédés industriels	12,93	26,92
Production de charbon de bois	15,82	32,94
<b>Total</b>	<b>48,02</b>	<b>100</b>

### 3.3. Présentation des émissions de gaz à effet de serre relatives à l'énergie pour l'année 1995

Comme il a été mentionné au début de ce chapitre, l'année 1994 a été particulière pour Haïti, surtout en matière d'utilisation de combustibles fossiles. Pour avoir les données les plus proches possibles de la réalité, les émissions relatives à l'énergie pour l'année 1995 ont été étudiées.

Les résultats sont présentés dans le tableau suivant.

**Tableau 19: Émissions de Gaz à Effet de Serre relatives à l'énergie pour 1995**

Gaz à Effet de Serre	Emissions (Gg)	Equivalent CO <sub>2</sub>
CO <sub>2</sub>	716,37	716,37
CH <sub>4</sub>	10,86	228,06
N <sub>2</sub> O	2,14	663,40
NO <sub>x</sub>	6,93	
CO	245,34	
SO <sub>2</sub> (tonnes)	10.666,53	
COVNM	23,66	
CO <sub>2</sub> (biomasse)	3534,61	

Se référant aux tableaux 10 et 19, il est possible d'observer un accroissement considérable de l'émission de chacun des gaz étudiés pour 1995, l'année 1994 étant pris comme base de comparaison.

## 4. CONCLUSION

Comme on pouvait s'y attendre la quantité de GES émis sur le territoire haïtien se révèle, si on peut se permettre ce mot qui est à peine une exagération, infinitésimale si on la compare aux émissions des pays dotés d'un tissu industriel important. On le "supputait" mais nul ne pouvait citer ne serait-ce que l'ombre d'un chiffre. Cet inventaire des GES émis en Haïti aura, entre autres, le mérite de bousculer nos insuffisances sur la question. Ce qu'on savait moins, en revanche, c'est la nature des GES émis par Haïti. En effet, on retrouve dans les émissions locales pratiquement toute la gamme de GES émis par la majorité des autres pays. Là encore, nous en savons un peu plus grâce à l'inventaire. Mais au delà de ce renforcement de nos connaissances sur les GES, cet inventaire revêt une importance capitale dans toute prise de décisions future sur les Changements Climatiques. En effet, d'un pareil inventaire dépendent, pour une grande part, les actions qui peuvent être prises pour faire face à d'éventuels changements de climat.

C'est ce à quoi nous convient les prochains chapitres de cette "Première Communication Nationale sur les Changements Climatiques".

# **CHAPITRE III: VULNÉRABILITÉ ET OPTIONS D'ADAPTATION D'HAÏTI AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES**

## **1. INTRODUCTION**

L'éventualité du détraquage du temps induisant des changements de climat représente une perspective peu réjouissante pour Haïti. En effet, ceux-ci impliqueraient un saut involontaire dans l'inconnu pour le pays. Cette situation se révélera encore plus difficile si la réflexion n'est pas portée, d'avance, sur d'éventuelles mesures d'adaptation à adopter en vue de ces changements de climat. Cependant, avant de penser aux options d'adaptation, il est important de connaître le degré de vulnérabilité de certains secteurs vitaux du pays par rapport aux changements climatiques. Dans ce chapitre, il sera question de l'évaluation très sommaire de la vulnérabilité aux changements climatiques de deux secteurs importants pour le pays: l'agriculture et les ressources hydriques. Ensuite, le degré de vulnérabilité de ceux-ci connu, seront présentées, pour eux, quelques mesures d'adaptation aux changements de climat.

## **2. MÉTHODOLOGIE**

### **2.1 Etude de vulnérabilité**

Pour juger de la vulnérabilité d'un pays aux changements climatiques, il s'avère nécessaire de déterminer la magnitude des modifications d'au moins deux des paramètres les plus importants du climat: la température et la pluviométrie. Déterminer de tels changements revient à élaborer des **scénarios de changements climatiques**.

Dans le cadre de cette étude, après avoir construit les scénarios climatiques, deux secteurs ont été étudiés à l'aide des nouvelles valeurs des paramètres climatiques obtenues. Il s'agit du secteur de l'**agriculture** et celui des **ressources hydriques**.

#### **2.1.1. Scénarios de changements climatiques pour Haïti en 2030 et 2060**

Il a été choisi arbitrairement les années 2030 et 2060 comme les dates pour lesquelles les scénarios climatiques seront construits, les modèles utilisés ne permettant pas d'aller au delà de 2100. Parmi toute la variété de méthodes qui existe pour élaborer des scénarios de changement climatique (PNUMA, 1996), la méthode à avoir été utilisée pour réaliser les études de vulnérabilité d'Haïti aux changements climatiques est celle consistant à combiner les résultats des modèles climatiques simples (MCS) avec les sorties (c'est à dire l'ensemble d'informations constituant les résultats d'un modèle) des modèles climatiques globaux (MCG). Cette méthode a été employée par Hulme (1996) et par Centella et al. (1999).

La méthode a été sélectionnée en tenant compte des considérations suivantes:

- Les MCG constituent l'unique outil que possède la science actuelle pour obtenir des résultats fiables de la simulation des processus physiques qui déterminent le climat global. Ces modèles sont des représentations numériques tridimensionnelles qui s'emploient pour simuler le comportement du système climatique global (incluant l'atmosphère, les océans, la biosphère, la cryosphère et la superficie terrestre).
- L'emploi des MCG pour réaliser la projection du climat futur requiert la disponibilité de ressources, comme des ordinateurs très puissants et de beaucoup de temps.
- Comme les MCS incorporent des représentations simplifiées des processus physiques du système climatique, ils sont plus efficaces si on tient compte de l'indisponibilité des ordinateurs surpuissants (ce que requièrent les MCG) et peuvent être utilisés pour faire des recherches sur les répercussions des différents scénarios d'émissions futures, entre autres.
- Les MCS reproduisent assez bien les résultats des MCG au niveau global (IPCC, 1997) et incluent les connaissances avancées sur les processus complexes qui se font au niveau de l'atmosphère, comme les rétroalimentations dues à l'effet fertilisant du CO<sub>2</sub>, ou le forçage radiatif négatif des aérosols de sulfate, entre autres (IPCC, 1992 et 1996).

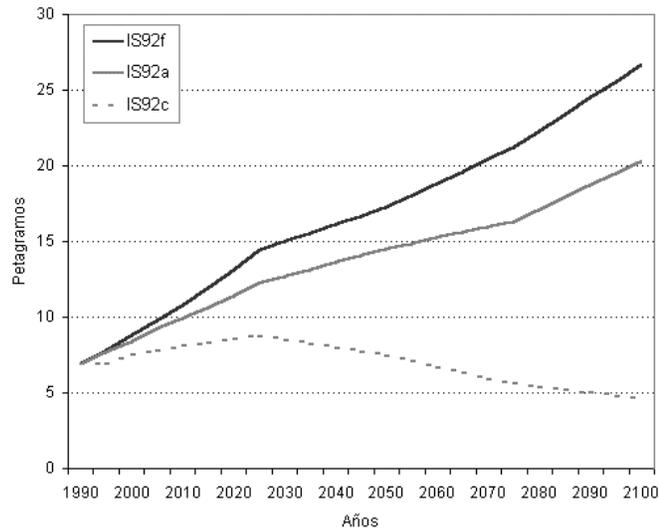
Le processus de création des scénarios de changement climatique utilisant la combinaison des résultats des MCG et des MCS comprend 3 étapes fondamentales qui sont: 1) la définition du scénario global d'émission de gaz à effet de serre qui sera utilisé; 2) la conversion des émissions en projections de réchauffement global et d'augmentation du niveau de la mer et 3) la combinaison des projections globales avec les patrons climatiques régionaux. Ces étapes furent développées en utilisant la version 2.4 du logiciel **MAGICC/SCENGEN**, développé par le "**Climate Research Unit**" de l'Université de "**East Anglia**". Cette version du logiciel est décrite dans Hulme et al. (2000).

### *Scénarios d'émissions*

De la variété de scénarios d'émissions (SE) définis par l'IPCC (Leggett et al., 1992), pour cette étude, il a été choisi celui dénommé IS92a. Ce scénario a été sélectionné parceque: 1) il a été utilisé comme référence par le Comité International de Négociation de la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC); 2) il a été beaucoup utilisé dans les études d'évaluation de la vulnérabilité au changement climatique et, pour ce, facilitera la comparaison des résultats; 3) il est très documenté dans la littérature scientifique. (Leggett et al, 1992; IPCC, 1996).

L'évolution des niveaux d'émissions de CO<sub>2</sub> pour le scénario IS92a apparaît dans la Figure 1 et s'accompagne de celle relative aux scénarios IS92c et IS92f pour faciliter sa compréhension. Il y a lieu de relever que seul le scénario IS92c présente une tendance à la baisse des émissions.

**Figure 4: Evolution des émissions de CO<sub>2</sub> pour les scénarios d'émission IS92a, IS92c et IS92f**



### ***Projections globales de température et d'augmentation du niveau de la mer***

Pour obtenir les projections globales de température (TG) et d'augmentation du niveau de la mer (MG) pour un SE déterminé, il est nécessaire de convertir les émissions en concentrations atmosphériques. Après, le forçage radiatif dont dépend le réchauffement global est estimé. Pendant tout ce processus interviennent des analyses complexes et des simulations qui se réalisent à travers un groupe de modèles différents. Dans cette étude, les projections de TG et MG, pour chacun des SE proposés, s'obtiennent en employant la version 2.4.de MAGICC (Model for the Assessment of Greenhouse-gas Induced Climate Change). MAGICC est un modèle climatique simple qui offre des estimations des concentrations de gaz à effet de serre, de la température moyenne globale et de l'élévation du niveau de la mer pendant la période 1990 - 2100. MAGICC est constitué par un groupe de modèles décrits par Wigley et al. (2000). A l'intérieur de MAGICC, il y a plusieurs paramètres qui déterminent les valeurs de TG et MG. Le paramètre le plus important est la sensibilité climatique ( $\Delta T_{2x}$ ) qui est une mesure de la température moyenne globale pour un forçage radiatif déterminé. Habituellement, ce forçage radiatif est dû à une duplication de CO<sub>2</sub> (voir IPCC, 1995 et 1997, pour une description plus détaillée de la sensibilité climatique). Dans cette étude, il a été utilisé la valeur de sensibilité climatique moyenne ( $\Delta T_{2x} = 2,5^{\circ}\text{C}$ ) pour estimer les valeurs de TG et MG, en prenant en compte les émissions données pour le scénario IS92a.

### ***Modèles de Changements Climatiques en Haïti***

La dernière étape dans la création des scénarios climatiques est la combinaison des résultats des MCS (MAGICC) avec les sorties des MCG. Ceci a été réalisé à travers le générateur de scénarios SCENGEN et les données disponibles pour Haïti.

Comme ceci a été mentionné, les MCS possèdent la capacité de reproduire les résultats des MCG et, pour ce, peuvent être utilisés avec assez de confiance. Cependant, les MCS ne peuvent être employés directement pour projeter les patrons de changement régional, car ils ne donnent de résultats que pour la température et l'augmentation du niveau de la mer à l'échelle globale. Par ailleurs, quoique les MCG produisent des résultats sur des grilles (repères sur une carte) uniformes (lesquelles peuvent être utilisées directement dans la projection des patrons régionaux), ils ne sont pas disponibles pour une variété d'hypothèses sur les futures émissions de GES. Ainsi, il est nécessaire de combiner les résultats globaux des premiers avec les grilles spatiales des seconds. SCENGEN contient une base de données avec les résultats de 14 MCG qui ont subi des interpolations dans un grillage de 5°C de latitude et de longitude. (Hulme et al., 1995). De tous ces modèles, il a été choisi les sorties de HADCM<sub>2</sub>. Cette sélection s'est réalisée selon les critères suivants:

- Si on se réfère aux magnitudes du coefficient de corrélation spatial des précipitations qui mesure le degré de relation entre les valeurs réelles et simulées des précipitations moyennes mensuelles globales (Hulme,1995), le modèle HADCM<sub>2</sub> s'avère le meilleur.
- Les résultats de HADCM<sub>2</sub> appartiennent à des simulations récentes. D'après Parry et Carter (1998), les expériences réalisées récemment sont probablement meilleures puisqu'elles se basent sur des connaissances actualisées sur différents processus du système climatique.
- Les résultats du HADCM<sub>2</sub> ont été utilisés dans différentes études d'impact des changements climatiques, offrant, ipso facto, la possibilité de réaliser des comparaisons.

A partir de l'utilisation de SCENGEN, on obtient des valeurs régionales de température et de précipitation pour 2030 et 2060.

### **2.1.2. Évaluation de la vulnérabilité du secteur agricole aux changements climatiques en 2030 et 2060**

Pour l'évaluation de l'impact des changements climatiques sur les cultures agricoles annuelles, le modèle biophysique WOFOST 4.1 créé par le **Centre d'études pour l'alimentation mondiale de Wageningen** au Pays Bas (Diepen et al., 1988) a été utilisé. Ce modèle inclut la réponse physiologique des cultures aux paramètres climatiques et édaphologiques en simulant les processus de la photosynthèse, la respiration, la transpiration, la translocation des carbohydrates et le développement phénologique des plantes. Les paramètres d'impact analysés pour les cultures irriguées sont: le rendement potentiel, la quantité de nutriments requis pour produire de tels rendements et quelques paramètres phénologiques. Ces paramètres sont obtenus directement à partir de l'utilisation du modèle biophysique. Les rendements potentiels en condition d'irrigation sont ceux qui s'obtiennent pour une culture indemne de pestes et de maladies avec tous ses besoins en eau et en nutriments satisfaits. Ces cultures sont, néanmoins, limitées par la radiation solaire globale disponible et les températures ambiantes.

Les rendements potentiels pour les cultures non irriguées s'obtiennent pour une culture indemne de pestes et de maladies avec tous ses besoins en nutriments satisfaits mais dont les besoins en eau sont satisfaits par le régime de précipitation existant et les caractéristiques hydrophysiques du sol. Les cultures choisies devaient être représentatives des plantes cultivées en Haïti. Pour ce, trois ont été retenues: la pomme de terre (plante en C3 cultivée en milieu tempéré), le riz (plante en C3 cultivée en milieu chaud), le maïs (plante en C4 cultivée en milieu chaud en conditions d'irrigation ou pas)

### 2.1.3. Évaluation de la vulnérabilité aux changements climatiques des ressources en eau en Haïti en 2030 et 2060

Il s'agit, ici, de suivre l'évolution du bilan hydrique à travers la détermination des principaux paramètres de celui-ci pour différentes périodes de temps *référence temporelle de l'étude*. Les bilans hydriques pour le pays ont été réalisés pour la période de référence 1961-1990 et estimés pour les années 2030 et 2060. *évaluation des impacts*

les méthodes de travail utilisés sont:

- a) les jugements d'experts
- b) les statistiques

Le calcul des variables du bilan hydrique s'est fait de la manière suivante:

Pluie: la pluie moyenne a été calculée à l'aide de la méthode d'isohyète en utilisant un réseau de pluviomètres combinés avec des données estimées pour une grille d'un demi degré de résolution. La distribution spatiale de ce réseau concerne tout le pays mais sa densité est très basse pour faire des calculs de haute précision.

Évapotranspiration : l'évapotranspiration a été estimée à l'aide de méthodes empiriques en employant trois méthodes afin de contraster les résultats.

*Méthode de Thornthwaite* : basé sur la corrélation entre la température moyenne mensuelle et l'évaporation déterminée par la balance hydrique:

$$E = 1.6(10T/I)^a$$

où:

*E*: évapotranspiration potentielle mensuelle en mm/mois, pour des mois théoriques de 30 jours avec 12 heures d'insolation

*T*: température moyenne mensuelle de l'air en °C

*I*: indice de chaleur annuel, égal à la somme des 12 indices mensuelles, avec  $I = (T/5)^{1.514}$

$$a = 6.75 \cdot 10^{-7} * I^3 - 7.71 \cdot 10^{-5} * I^2 + 1.792 \cdot 10^{-2} * I + 0.49239$$

*Méthode de Turc* : expression algébrique pour déterminer l'évapotranspiration mensuelle; le cas qui considère l'humidité relative mensuelle supérieure à 50%.

$$E = a^i \left[ \frac{T}{T + 15} \right] (Ri + 50)$$

où:

$E$ : évapotranspiration potentielle en mm/mois

$a^i$ : coefficient prenant les valeurs suivantes: 0,40 pour des mois de 30 ou 31 jours et 0,37 pour le mois de février

$T$ : température moyenne mensuelle de l'air  $^{\circ}\text{C}$ .

$Ri$ : radiation solaire incidente moyenne journalière du mois, exprimée en langley/jour (déterminée avec un nomogramme)

*Méthode de Turc (2)*: pour déterminer l'évapotranspiration réelle dans les bassins versants naturels; basée sur des observations réelles faites dans 254 bassins distribués dans tous les types de climats qui existent de par le monde.

$$E_r = \frac{P}{\sqrt{0.9 + \left( \frac{P^2}{E_p^2} \right)}}$$

$$E_p = 300 + 25T + 0.05T^3$$

où:

$E_r$ : Evapotranspiration réelle estimée en mm/mois

$P$ : précipitation en mm

$E_p$ : évaporation potentielle en mm

Évaporation potentielle: l'évaporation potentielle est calculée avec les méthodes décrites antérieurement pour l'évapotranspiration et avec le nomogramme dérivé de la formule de Penman.

$$E_p = \frac{\Delta R_n^i + \gamma E_a}{\Delta + \gamma}, \text{ formule de Penman}$$

où :

$E_p$ : évaporation potentielle journalière en mm

$\Delta$ : pente de la courbe de pression de vapeur de saturation pour la température de l'air, exprimée en mm de mercure par  $^{\circ}\text{C}$

$R_n^i$ : radiation nette, exprimée en millimètres d'eau évaporée par jour

$\gamma$ : constante psicométrique, en mm de mercure/ $^{\circ}\text{C}$

$E_a$ : évaporation en mm/jour dans le cas hypothétique d'égalité entre les températures de l'eau et de l'air

Ruissellement total: le ruissellement total a été estimé grâce à l'équation simplifiée du bilan hydrique qui s'énonce comme suit:

$$Q = P - E$$

où:

Q: Ruissellement total en mm

P: précipitation en mm

E: évaporation en mm

Pour ce qu'il s'agit de l'évaluation de la pression sur les ressources hydriques, deux indices ont été utilisés:

a) l'Indice de la Disponibilité Spécifique de l'Eau (Shiklomanov, 1998)

$$IDEA = \frac{(RHL + \%RHT) - RE_{Exp}}{POB}$$

où: IDEA: Indice de Disponibilité de l'Eau; RHL: Ressource hydrique locale; RHT: Ressource hydrique obtenue par transvasement ; POB: Population; RE<sub>Exp</sub>: Ressource hydrique en exploitation.

**Tableau 20: Classification de la disponibilité de l'eau**

<b>IDEA</b>	<b>Catégorie</b>
inférieur à 1	Extrêmement bas
1.1 - 2.0	Très bas
2.1 - 5.0	Bas
5.1 - 10.0	Moyen
10.1 - 20.0	Elevé
supérieur à 20	Très élevé

b) Indice de pénurie de l'eau (UNESCO/OMM, 1997)

**Indice de disponibilité de l'eau**

La pression à laquelle est sujette l'eau se définit comme le volume estimé d'eau qui est utilisé annuellement dans un pays exprimé comme pourcentage des ressources hydriques disponibles estimées.

L'intensité de cette pression est classée comme suit:

1. **Basse** — Les pays qui, selon les estimations, utilisent moins de 10% de ses ressources hydriques disponibles, en général, ne souffrent pas de la pression
2. **Moyenne** — Quand un pays utilise entre 10 et 20% des ressources disponibles, l'eau devient un facteur limitant pour le développement. Il est nécessaire, alors, de fournir des efforts pour réduire la demande et effectuer des investissements en vue d'augmenter l'approvisionnement.
3. **Haut** — Dans ce cas l'utilisation de l'eau représente entre 20 et 40%. Il est important, alors, de la gérer rigoureusement pour que l'usage soit durable.
4. **Très haut** — L'utilisation de plus de 40% des ressources disponibles indique une situation de pénurie de l'eau et le problème s'intensifie à mesure que le rythme d'utilisation augmente par rapport à la capacité naturelle d'augmentation des sources.

*Réseau d'observation et données utilisées pour le travail*

Pour réaliser le bilan hydrique de la période choisie comme référence, il a été utilisé un réseau de stations pluviométriques du Service Météorologique National et des données de précipitation moyenne estimées à partir de grilles d'un demi degré de résolution spatiale (HULME, 1997).

**2.2. Étude d'adaptation**

Les options d'adaptation à d'éventuels changements climatiques envisagées pour les secteurs de l'agriculture et des ressources en eau se sont basées essentiellement sur les jugements d'expert.

**3. LIMITATIONS**

- il n'a été utilisé qu'un seul scénario de changement climatique. Pour avoir différentes alternatives pour l'évaluation climatique, il aurait mieux valu avoir plusieurs scénarios.
- Dans l'étude du secteur agricole, l'effet fertilisant du CO<sub>2</sub> sur les plantes n'a pas été considéré.

- le facteur "déforestation" n'a pas été pris en compte dans l'analyse des impacts des changements climatiques sur les ressources en eau.

## 4. RÉSULTATS ET ANALYSE

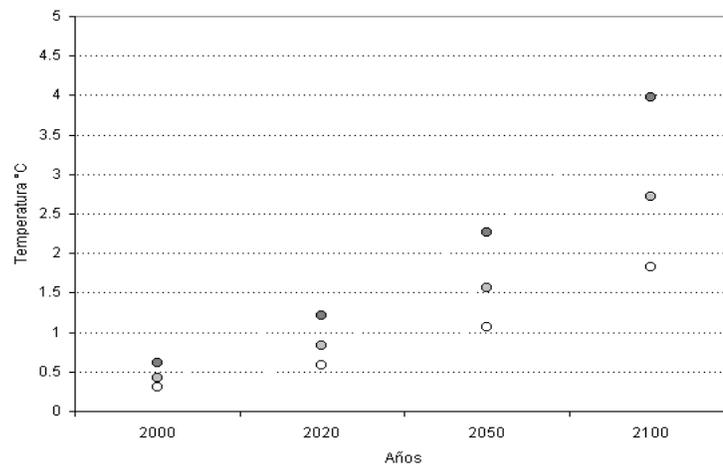
### 4.1. Etude de vulnérabilité

#### 4.1.1. Paramètres climatiques obtenus à partir des scénarios climatiques élaborés

##### *Projections globales de température et d'augmentation du niveau de la mer*

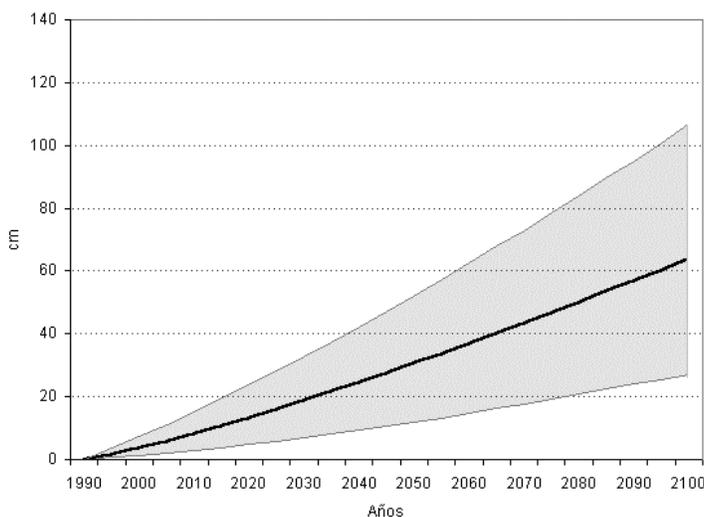
La figure 2 présente les résultats des estimations de TG. Dans la figure 3 apparaissent les estimations de MG. Dans ces figures, sont incorporés les résultats obtenus pour les sensibilités climatiques de 1,5 et 4,5 (valeurs basses et hautes proposées par l'IPCC) avec l'objectif d'offrir une image comparative des résultats. Sur les figures 5 et 6 on peut apprécier les valeurs de réchauffement global et d'augmentation du niveau de la mer obtenues pour les années considérées dans cette étude. Il y a lieu de relever que dans le cas de l'augmentation du niveau de la mer, si les valeurs estimées peuvent être utilisées directement dans l'analyse de vulnérabilité des zones côtières, ces résultats n'indiquent pas avec précision ce que serait l'augmentation du niveau de la mer pour les côtes d'Haïti. En effet, les estimateurs globaux ont un niveau élevé d'incertitude dû au fait qu'ils ne reflètent pas les conditions particulières des états insulaires (Hulme et al, 2000). Une analyse plus précise pourrait être réalisée si on pouvait estimer les tendances des mouvements relatifs entre la terre et la mer pour les côtes d'Haïti. Ces tendances n'ont pas pu être incorporées dans la présente analyse.

**Figure 5: Réchauffement global projeté selon le scénario d'émission IS92a.**



Les cercles blancs, gris clairs et gris foncé se réfèrent respectivement à  $\Delta T_{2X}$  de 1,5°C, 2,5°C et 4,5°C.

**Figure 6: Augmentation du niveau de la mer pour le scénario d'émission IS92a avec une sensibilité climatique  $\Delta T_{2X}=2,5^{\circ}\text{C}$ .**



La surface sombre indique l'intervalle des estimateurs, considérant les valeurs extrêmes de  $\Delta T_{2X}$  ( $1,5^{\circ}\text{C}$  et  $4,5^{\circ}\text{C}$ )

**Tableau 21. Température globale et augmentation du niveau de la mer pour les années 2030 et 2060 avec comme année de référence 1990 pour le scénario d'émissions IS92a et une sensibilité climatique moyenne.**

Année	Température Globale	Augmentation du niveau de la Mer
2030	0.9	10.9
2060	1.6	24.4

### *Modèles de changements climatiques en Haïti*

Si on considère les résultats des trois MCG extraits de la grille de SCENGEN à l'intérieur de laquelle se localise la République d'Haïti (Figure 7) et considérant le scénario d'émission IS92a avec une sensibilité climatique moyenne, le changement climatique projeté pour Haïti (Tableau 23) indique une augmentation de température qui varie de  $0,8^{\circ}\text{C}$  à  $1,0^{\circ}\text{C}$  pour l'année 2030 et de  $1,5^{\circ}\text{C}$  à  $1,7^{\circ}\text{C}$  pour l'année 2060. Pour les précipitations, les projections contiennent des rangs qui vont de  $-5,9\%$  à  $-20,0\%$  en 2030 et de  $-10,6\%$  à  $-35,8\%$  en 2060. Ces résultats coïncident avec les résultats obtenus par le bureau Météorologique du Royaume Uni en 1998 présentant la Caraïbe orientale comme la zone la plus aride quel que soit le scénario considéré. Le tableau suivant présente le bilan hydrique d'Haïti pour les années 2030 et 2060.

**Tableau 22: Bilan hydrique pour les années 2030 et 2060 estimé pour le scénario climatique correspondant au modèle HADCM<sub>2</sub>, scénario d'émission IS92a.**

Année	P	Ep	Er	Q	W
2030	1201	1708	968	233	6385
2060	911	1908	814	97	2661

Légende:

P: Précipitation, à partir des résultats des modèles climatiques

Er: Évapotranspiration réelle, selon la formule de Turc (Sokolov et Chapman, 1981)

Q: Écoulement obtenu par l'équation du bilan hydrique

Ep: Évaporation potentielle, formule de Turc (Sokolov et Chapman, 1981)

W: Volume total d'écoulement

**Figure 7: Grille de SCENGEN sur Haïti de laquelle les valeurs de changement des variables climatiques ont été extraites**

**Tableau 23: Changements mensuels de température (°C) et de précipitation (%) pour les années 2030 et 2060 relativement à la période 1961-1990 en prenant en compte le scénario IS92a et une sensibilité climatique de 2,5°C.**

Variable	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec
<b>2030</b>												
Température	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	1	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
Pluviométrie	-9.1	-5.9	-8.4	-9.5	-15.7	-18.5	-20	-18	-15.2	-15.3	-13.9	-12.1
<b>2060</b>												
Température	1.5	1.5	1.5	1.5	1.6	1.7	1.7	1.6	1.6	1.7	1.6	1.5
Pluviométrie	-16.2	-10.6	-15	-17	-28.2	-33.1	-35.8	-32.2	-27.2	-27	-24.8	-21.7

#### 4.1.2. vulnérabilité du secteur agricole

##### la pomme de terre

Dans cette étude, les rendements en condition d'irrigation ont été simulés pour chacun des scénarios élaborés. La date de germination choisie a été le 1<sup>er</sup> janvier. Arbitrairement, il a été décidé que la récolte se ferait 120 jours après la plantation. Les résultats obtenus montrent que les rendements de la pomme de terre décroissent légèrement pour chacun des scénarios élaborés pour le XXI<sup>e</sup> s. (Table 27; annexe). Cependant, cette décroissance des rendements n'est pas aussi importante que celle observée dans des pays géographiquement proches d'Haïti comme Cuba et la République Dominicaine. La différence réside dans le fait que sur le site choisi pour étudier la culture de la pomme de terre (Kenscoff), la température moyenne se situe autour de 18°C alors que la température des endroits étudiés à Cuba et en République Dominicaine est supérieure à 20°C (RIVERO, 2001). Étant donné que la température optimale pour la culture de la pomme de terre est d'à peu près 20°C, le réchauffement prévu pour Kenscoff jusqu'en 2060

n'offre pas un environnement hostile à la pomme de terre cultivée dans cet endroit. Il ne faut cependant pas perdre de vue qu'à des altitudes moindres que celle où est située la localité de Kenscoff, où les températures actuelles sont supérieures à 20°C, le changement climatique aura un impact très négatif sur la culture de la pomme de terre.

### **le riz**

Pour cette étude, les dates de germination choisies sont le 1<sup>e</sup> janvier et le 1<sup>e</sup> mars. Les rendements potentiels du riz, sans prendre en compte l'effet fertilisant du CO<sub>2</sub>, décroissent pour chacun des scénarios climatiques élaborés pour le futur (Tableau 27; annexe). D'un autre côté, ses besoins spécifiques en eau décroissent. Ceci est dû à une réduction de son développement foliaire et au raccourcissement de son cycle de production. Ceci ne doit pas s'interpréter comme une diminution de la consommation d'eau nécessaire à la plante. Au contraire, cette consommation augmente à cause de l'augmentation de l'évapotranspiration potentielle dans les scénarios climatiques prévus. Comme on peut l'observer au tableau 28 (annexe), une partie de la baisse des rendements potentiels est attribuable au raccourcissement de la phase de remplissage des grains associé à une diminution progressive de la durée de toutes les phases phénologiques à cause de l'augmentation des températures.

### **le maïs**

La date de semis choisie pour l'étude de la culture du maïs ( sous irrigation, ce qui a été choisi arbitrairement) est le 1<sup>e</sup> mars. On considère que cette plante ne bénéficie d'aucune augmentation de l'intensité photosynthétique qui pourrait être due à une augmentation de la quantité de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère. Pour ce, les rendements potentiels de cette culture diminueront tout au long du XXI<sup>e</sup> s. (Table 28; annexe). Une des causes principales de la chute des rendements est le raccourcissement de la durée des phases phénologiques d'intérêt. La consommation spécifique de l'eau du maïs diminuera dans tous les cas. L'efficacité dans l'utilisation de l'eau par le maïs croîtra de manière notable dans tous les scénarios prévus.

## **CONCLUSION**

Tous les scénarios analysés peuvent conduire à des impacts négatifs sur les activités agricoles et forestières. Ceux-ci deviennent spécialement intolérables dans les scénarios où la version locale du réchauffement global se produit avec une diminution des précipitations annuelles. Pour ce dernier type de scénarios les impacts négatifs sur les rendements agricoles des cultures irriguées et la productivité primaire nette des forêts ne peuvent pas être compensés par l'effet de fertilisation du CO<sub>2</sub>.

Les impacts associés aux scénarios créés avec le modèle mixte de circulation générale atmosphère/océan HADCM2 sont plus forts que ceux analysés pour Cuba (Rivero et al., 1999). Ceci est dû au fait que ce modèle de climat global prédit une

réduction drastique des précipitations dans la zone orientale des Caraïbes, dont le centre maximum se trouve plus près de la République Dominicaine et Haïti que de Cuba.

La nature et la magnitude des impacts possibles révélés par cette étude indiquent la nécessité de continuer immédiatement telles investigations, en étudiant en profondeur les mesures possibles d'adaptation face à ceux-ci. L'identification de ces impacts justifie clairement la nécessité de redoubler les efforts de la communauté internationale en vue d'obtenir la mitigation des changements climatiques en réduisant drastiquement l'émission de gaz à effet de serre.

## RECOMMANDATIONS

La présente étude doit être considérée comme une évaluation préliminaire de l'impact possible des changements climatiques sur l'agriculture et les forêts en Haïti. Pour ce, les recommandations suivantes peuvent se révéler utiles.

Il s'avère nécessaire de procéder à une évaluation plus profonde du secteur en utilisant une version plus complète des scénarios climatiques plausibles, c'est-à-dire avec trois (3) modèles de climat global et trois (3) scénarios d'émission de gaz pour un total de neuf scénarios. Simultanément, une plus grande résolution temporelle devra être adoptée, c'est-à-dire tous les dix (10) ans, afin de détecter la date prévue des impacts considérés comme critiques.

Dans le cas des cultures agricoles, il serait judicieux d'étendre l'analyse aux cultures non irriguées et à l'élevage, en réalisant en outre d'une analyse intégrée d'impact intersectoriel. Pour cela, il est recommandé d'utiliser des modèles biophysiques inclus dans le paquet technologique **DSSAT 3.5** (Tsuji et al., 1994). L'utilisation de cette technologie permettrait l'agrégation spatiale des résultats et l'étude de la rotation de cultures comme mesure d'adaptation possible. En outre, il est absolument nécessaire que les mesures d'adaptation possibles soient évaluées par les mêmes techniques utilisées pour estimer les impacts.

Cependant, et comme recommandation finale on insiste sur la nécessité de commencer les études tendant vers l'adoption de mesures d'adaptation sans attendre la réalisation de nouvelles études d'impact. Particulièrement il est important de développer la technologie et l'obtention de données météorologiques orientées vers une agriculture durable, en harmonie avec le climat des localités et les conditions météorologiques opératives à chaque moment.

### 4.1.3. vulnérabilité des ressources hydriques

#### Bilan hydrique et comportement des variables hydrométéorologiques pour la période de référence 1961-1990

Les figures 1, 2 et 3 présentées en annexe montrent schématiquement la distribution spatiale des valeurs moyennes des précipitations (chute de pluie), de l'évapotranspiration réelle et de l'écoulement ( ruissellement et infiltration) des eaux pour la période 1961-1990. Ces cartes représentent des isolignes de valeur moyenne correspondant à une aire d'approximativement 2500 km<sup>2</sup>. Ainsi, les variables étudiées ne peuvent être appliquées qu'à des superficies au moins égales à cette valeur. Le tableau ci après présente le résultat du bilan hydrique obtenu pour la période 1961-1990.

**Tableau 24: Bilan hydrique annuel du pays pour la période de référence 1961-1990**

Variables	Valeur
<b>P</b>	1388
<b>Er</b>	1057
<b>Ep</b>	1586
<b>Q</b>	356
<b>W</b>	9760

Légende:

Toutes les variables sont exprimées en mm, excepté W qui est en millions de m<sup>3</sup>

P: Précipitation calculée par la méthode d'isohyète.

Er: Evapotranspiration réelle, obtenue par la formule de Turc (Sokolov y Chapman, 1981).

Ep: Evaporation potentielle, formule de Turc (Sokolov y Chapman, 1981)

Q: Écoulement obtenu par l'équation du bilan hydrique.

W: Volume potentiel de ressources hydriques.

#### *Bilan hydrique pour les scénarios de changement climatique*

Le tableau suivant présente le bilan hydrique pour les scénarios de changement climatique.

**Tableau 25: Bilan hydrique estimé pour le scénario climatique correspondant au modèle HADCM2 et au scénario d'émission IS92a**

Année	P	Er	Ep	Q	W
2030	1201	968	1708	233	6385
2060	911	814	1908	97	2661

Légende:

Toutes les variables sont exprimées en mm, excepté W qui est exprimé en millions de m<sup>3</sup>

P: précipitation, à partir des résultats des modèles climatiques

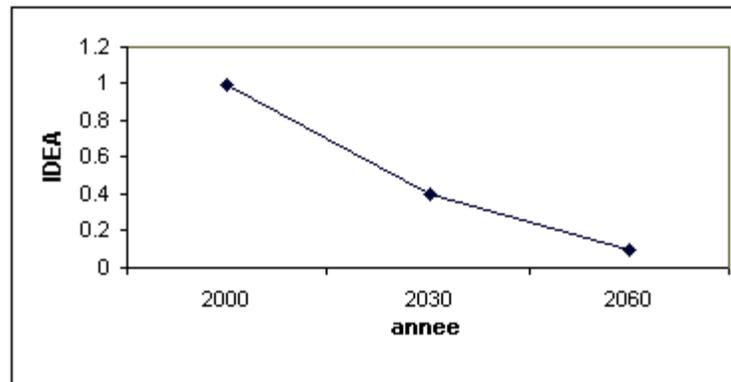
Er: Evapotranspiration réelle, selon la formule de Turc (Sokolow et Chapman, 1981)

Ep: Evaporation potentielle, formule de Turc (Sokolov et Chapman, 1981)

Q: Ecoulement obtenu par équation du bilan hydrique  
W: Volume potentiel de ressources hydriques

Les cartes 4 à 9 présentées en annexe montrent la distribution spatiale des précipitations, l'écoulement total pour les années 2030 et 2060 et le déficit d'écoulement pour les années 2030 et 2060 en prenant comme base de comparaison l'écoulement pour la période de référence 1961-1990. Quoique ces cartes n'aient qu'une valeur d'estimation grossière, elles permettent d'observer l'extension des zones historiquement plus sèches ainsi qu'une certaine diminution de l'eau dans les zones humides. Sur les cartes de déficit d'écoulement, il est possible d'observer une diminution du volume potentiel de l'eau dans tout le pays. En 2030, il y a encore des différences dans la distribution de l'humidité au niveau régional. Cependant, pour l'année 2060, la situation se révèle plus dramatique puisqu'il n'existe pas de différence au niveau national en matière de déficit de l'eau au niveau du pays. Considérant simplement les estimations de croissance de la population et la demande en eau jusque vers l'année 2060, les scénarios hydrologiques prévus peuvent être plus sévères si des mesures de gestion rationnelle de l'eau ne sont pas adoptées. La figure 8 montre un modèle simple de l'évolution de l'Indice de disponibilité de l'eau (IDEA) si de telles mesures ne sont pas adoptées.

**Figure 8: Evolution de l'indice de disponibilité de l'eau (IDEA) pendant la période 2000-2060**



Comme ceci peut être vu sur la figure, les pressions sur l'eau seraient fortes puisque l'indice de disponibilité de l'eau (IDEA) serait en dessous du niveau considéré comme critique (1000 millions de m<sup>3</sup> par tête). L'état des ressources hydriques serait plus dramatique avec un scénario climatique plus négatif que celui adopté dans ce travail.

### **Évaluation de l'impact sur la nappe**

Dans cette étude, l'impact des changements climatiques sur les eaux souterraines n'a pas été étudié en profondeur. Cependant, il y a lieu de signaler qu'une des conséquences de l'augmentation du niveau de la mer (24,4 cm en 2060) est l'intrusion marine.

Ainsi, il est important de faire les remarques suivantes:

- a) l'intrusion marine provoquerait la salinisation d'une partie de la nappe phréatique

- réduisant ainsi le potentiel en eau souterraine exploitable.
- b) le recul de la côte et l'augmentation de la salinisation de l'eau souterraine auraient une incidence importante sur les établissements humains proches de la frange côtière et des aqueducs.

Il y a lieu de remarquer le caractère préliminaire de cette étude et qu'elle mérite nécessité d'être approfondie.

## **4.2. Options d'adaptation**

Les méthodologies éprouvées (Carter et al., 1995; Benioff et al., 1996; UNEP/IES, 1998) recommandent que les mesures d'adaptation proposées soient évaluées avec les mêmes modèles utilisés pour estimer les impacts du changement de climat. Dans le cadre de cette étude, comme cela a été antérieurement signalé dans la méthodologie, il a été utilisé le jugement d'expert. Ainsi, les mesures proposées ici ne peuvent constituer que des pistes sommaires pour une éventuelle adoption de mesures d'adaptation au changement climatique.

### **4.2.1. Secteur agricole**

- a) génération par les instances concernées de produits et services météorologiques orientés vers l'agriculture [ex: pronostic des conditions climatiques, système de vigilance et d'alerte de la sécheresse, des incendies agricoles...(Pérez et al., 1998)]
- b) favorisation d'une bonne utilisation par les agriculteurs des produits et services météorologiques orientés vers l'agriculture
- c) création d'un système national de pronostic des rendements et productions agricoles et des risques
- d) élaboration d'une carte de régionalisation nationale des cultures selon la vocation agricole des terres
- e) développement de programmes d'éducation pour les agriculteurs autour des possibilités de tirer le meilleur parti du changement de climat
- f) introduction de pratiques culturales durables qui puissent conserver le sol et son humidité, éviter la salinisation, la perte de matière organique et l'érosion.
- g) conservation de la qualité de l'eau d'irrigation
- h) Utilisation des nouvelles technologies agricoles
- i) développement de nouvelles variétés de culture résistantes aux hautes températures et plus tolérantes à la raréfaction de l'humidité dans le sol.

### **4.2.2. Secteur des ressources en eau**

- a) reboisement du pays pour, en ce qui concerne spécifiquement le secteur des ressources en eau, augmenter les réserves en eau souterraine
- b) augmentation de la capacité technique nationale et mise en place de réseaux d'observation des variables du cycle hydrologique
- c) gestion efficiente de l'eau et protection de la ressource contre la contamination en mettant l'accent sur les eaux souterraines à cause de la fragilité de cette ressource

- d) augmentation des réserves hydriques superficielles en construisant de nouveaux barrages et réservoirs et en protégeant les structure hydrauliques de la sédimentation, ce qui se révèle très courant dans le pays.

## **5. CONCLUSION**

Cette étude, très sommaire soit, permet, néanmoins, d'avoir une idée des impacts attendus d'éventuels changements climatiques sur l'agriculture et les ressources en eau du pays. Aujourd'hui, l'agriculture haïtienne ne suffit pas pour répondre aux besoins alimentaires du pays. Or, les résultats de l'étude montrent que les rendements potentiels des trois cultures considérées baisseront au cours de la première moitié et au début de la seconde moitié du présent siècle. Pour ce qu'il s'agit des ressources en eau, il a été constaté, entre autres choses, au cours des mêmes périodes considérées pour l'agriculture, la diminution du volume potentiel exploitable de l'eau dans tout le pays. Tout ceci montre combien il est urgent qu'on se donne les moyens pour, d'une part réfléchir et, d'autre part, agir pour atténuer les impacts de ces situations catastrophiques sur le pays. C'est justement à cette réflexion qu'invite cette ébauche de mesures d'atténuation proposée à la fin de cette étude.

## **CHAPITRE IV: MESURES POTENTIELLES POUR L'ATTÉNUATION DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES EN HAÏTI**

### **1. INTRODUCTION**

L'atténuation des changements climatiques globaux suppose, principalement, une réduction des émissions de gaz à effet de serre (G.E.S.). Comme il a été constaté dans la partie réservée à l'inventaire des G.E.S., la quantité de ces gaz émis en Haïti, est très faible. Ainsi, il y a lieu de se poser les questions légitimes de savoir pourquoi réduire les gaz à effet de serre en Haïti. N'est-ce pas hypothéquer le développement du pays que de prendre de pareilles options? Ces questions s'avèrent très judicieuses. Force est de reconnaître que ne pas considérer de telles mesures revient à adopter les mêmes schémas de développement empruntés par les pays qui sont les plus grands émetteurs de G.E.S. Partant de ce point de vue, il y a lieu de réfléchir sur les possibilités de concilier réduction des gaz à effet de serre et les options pour le développement. C'est justement cette idée qui sous-tend les mesures de réduction des G.E.S proposées ici qui se veulent préliminaires, donc non exhaustives.

### **2. MÉTHODOLOGIE**

La méthode employée pour la réalisation de l'étude relative aux mesures à prendre pour atténuer les changements climatiques est le jugement d'experts et la révision de littérature.

### **3. RÉSULTATS**

Le tableau ci-après présente les principales options à prendre pour réduire les gaz à effet de serre et, partant, les changements climatiques d'origine anthropique.

**Tableau 26: Techniques d'atténuation des changements climatiques à court, moyen et long terme en Haïti**

SECTEURS	COURT ET MOYEN TERME (2001-2015)	MOYEN ET LONG TERME
Énergie	<p>Modernisation des stations thermiques</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ recherche de l'efficacité énergétique</li> <li>▪ modification des équipements</li> <li>▪ décarburation des gaz de combustion et des combustibles</li> <li>▪ maintenance des équipements</li> </ul> <p>Passage à des combustibles fossiles à faible teneur en carbone</p> <p>Utilisation des énergies renouvelables</p>	Séquestration de CO <sub>2</sub>
Transport	<p>Amélioration de l'efficacité</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ carburant émettant moins de carbone et de CH<sub>4</sub> comme le GPL</li> <li>▪ choix des pneus et lubrifiants</li> </ul> <p>Utilisation d'anti-polluants: pots catalytiques</p> <p>Entretien des véhicules</p> <p>Restriction des importations</p>	<p>Utilisation d'énergies alternatives comme le diesel, le gaz naturel</p> <p>Utilisation d'engins plus efficaces</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ moteur à 2 temps</li> <li>▪ système électronique</li> </ul> <p>Utilisation de véhicules efficaces énergétiquement</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ hybride</li> <li>▪ électrique</li> <li>▪ cellules énergétiques</li> </ul> <p>Contrôle du trafic et du parc automobile</p> <p>changement modal</p>
Habitat	<p>Réduction de la consommation d'énergie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ amélioration du système de réfrigération</li> <li>▪ optimisation des systèmes d'éclairage et de cuisson</li> </ul> <p>Réglementation en matière de conservation d'énergie</p>	Choix des matériaux: bois au lieu de ciment
Industrie	<p>Amélioration de l'efficacité énergétique des usines par la modification des équipements</p> <p>Recyclage des matériaux</p> <p>Utilisation de technologies et produits énergétiquement efficaces</p> <p>Substitution des matériaux</p>	<p>Changement de carburant</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ gaz naturel</li> <li>▪ biomasse</li> </ul> <p>Cogénération</p> <p>Succession thermique</p>

Agriculture	Réduction du labour Utilisation de nouveaux cultivars de riz émettant peu de CH <sub>4</sub>  Contrôle de l'utilisatiton des engrais azotés	Séquestration du carbone  Pratiques de cultures hybrides pour réduire les émissions de CH <sub>4</sub>  Réclamation des terres abandonnées pour la réduction des émissions de N <sub>2</sub> O
Utilisation des sols et foresterie	Conservation de carbone par: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ contrôle de la déforestation</li> <li>▪ contrôle de l'exploitation</li> <li>▪ contrôle des feux de forêt</li> </ul>	Séquestration du carbone
Déchets		Récupération du CH <sub>4</sub>

Les mesures proposées ici se révèlent très sommaires. Cependant, elles proposent des pistes de réflexion qui méritent attention. Évidemment, cette étude doit être complétée et étayée par des analyses économiques et écologiques des mesures proposées.

#### **4. EXEMPLES DE PROJET VISANT A ATTÉNUER LES GAZ A EFFET DE SERRE EN HAÏTI**

Les mesures générales présentées plus haut peuvent permettre de réduire les Gaz à Effet de Serre (GES) émis sur le territoire haïtien. Cependant, pour qu'elles ne restent pas à l'état de vœux pieux, il se révèle absolument nécessaire qu'elles prennent la forme de projet. Ici, il est présenté trois propositions de projet visant, entre autres, à atténuer les GES en Haïti. Ils constituent des exemples de projet qui pourraient être formulés à partir des mesures d'ordre général présentées plus haut.

PROPOSITION DE PROJET I

**FONDS POUR L'ENVIRONNEMENT MONDIAL  
PROPOSITION DE DON POUR PDF BLOC B**

<b>PAYS:</b>	Haïti
<b>TITRE DU PROJET:</b>	Haïti: Gestion durable du secteur de l'énergie domestique
<b>Secteur FEM:</b>	Changements Climatiques/OP 12 et mesures à court terme
<b>Eligibilité du Pays:</b>	Pays du groupe Non annexe 1 A ratifié la CCCC le 25 septembre 1996
<b>Financement du FEM:</b>	US\$ 300,000
<b>Financement de Contrepartie du Gouvernement:</b>	US\$ 40,000 (en nature)
<b>Autres sources de Financement :</b>	(à considérer)
<b>Budget estimatif du projet complet :</b>	US\$ 15-20 millions
<b>Organisme d'exécution du FEM:</b>	PNUD
<b>Organisme National d'Exécution:</b>	Ministère de l'Environnement (MDE)
<b>Organisme National de Collaboration:</b>	Bureau des Mines et de l'Energie (BME)
<b>Durée du Projet:</b>	12 mois

## **I. Résumé des objectifs du projet et description**

L'objectif du projet est d'aider le secteur de l'énergie d'Haïti à répondre à la demande sans cesse croissante de combustible domestique sans continuer à détruire la couverture végétale, sans compromettre la capacité naturelle des écosystèmes à jouer le rôle de puits du carbone, sans exercer de pression sur la biodiversité tout en améliorant la balance des paiements. Ces objectifs se réaliseront à travers:

- a) Le renforcement des institutions travaillant dans le domaine de la gestion du secteur et la promotion de la participation de la société civile (communautés rurales, secteur privé, institutions académiques et ONG's) dans l'opération des activités de gestion du secteur.
- b) L'exécution et le suivi d'un projet de gestion communautaire de L'approvisionnement en combustibles ligneux.
- c) La promotion des activités du secteur privé ainsi que les initiatives des organisations non gouvernementales (ONG) dans le domaine de la substitution des énergies traditionnelles (bois de feu, charbon de bois, charbon minéral, etc...) par les énergies nouvelles et renouvelables (GPL, énergies solaire et éolienne, briquetting, gel fioul etc. ...).

## **II. Description des activités de PDF proposées**

Le PDF B proposé ici est une suite directe des activités commencées dans le cadre de projets pilotes d'évaluation réalisés par des institutions déjà sur place comme la CARE et l'USAID notamment, dans le domaine des énergies domestiques. Les activités comprennent :

- a) L'évaluation de l'information disponible dans le but de quantifier le stock de biomasse nécessaire pour la production de combustibles dérivés du bois (bois de feu et charbon de bois) et identification des actions en vue d'établir un système d'informations sur le secteur des forêts afin de supporter la gestion de l'approvisionnement en bois.
- b) L'estimation et l'évaluation du potentiel en énergies renouvelables (énergie solaire et éolienne) et briquetting du pays afin de disposer des informations nécessaires au développement de ces énergies alternatives.
- c) L'étude de marché pour évaluer la capacité de la population à adopter et faire l'acquisition des nouvelles sources d'énergie proposées pour le secteur domestique. Cette étude comprendra également des enquêtes pour la collecte de données sur les dépenses courantes en énergie effectuées par les populations rurales et urbaines.
- d) L'identification des outils de politiques macroéconomique et monétaire (politique de fixation des prix des combustibles, cadre légal, incitations fiscales...) qui peuvent être utilisés pour promouvoir l'approvisionnement durable de combustibles ligneux et l'introduction de combustibles de substitution au bois et au charbon de bois.

e) Le calcul des bénéfices environnementaux globaux dérivés du programme proposé (séquestration du carbone et/ou protection de la biodiversité...) pour l'analyse des coûts marginaux.

f) L'évaluation des ressources humaines nationales existantes et recommandation pour le support institutionnel et technique nécessaire pour l'exécution des programmes proposés.

### III. Extrants PDF

Le rapport du programme PDF de support aux activités comprendra des chapitres traitants des principaux thèmes suivants:

- a) Un rapport technique d'évaluation du potentiel en énergies renouvelables du pays.
- b) Une étude de marché sur les dépenses en énergie des populations et la capacité d'adopter et de se procurer les technologies relatives aux énergies nouvelles.
- c) Un rapport sur l'évaluation économique et sur les risques.
- d) Rapport sur les coûts marginaux et les bénéfices environnementaux globaux.
- e) Un rapport sur la capacité d'exécution y compris un plan stratégique pour le renforcement des capacités.

### IV. Activités à Financer par le FEM et le Gouvernement haïtien

Le budget total pour ce PDF Block B est de US\$ 340.000 avec une contribution requise du GEF de US\$ 300.000 et une contrepartie locale de US\$ 40.000 (en nature). De plus, un financement additionnel estimé à US\$ 50.000 devra être mobilisé pour la finalisation du budget et des questions techniques au cours de la phase de mise en route du projet définitif après étude.

**Tableau 1**

Activités	GEF en USD	Contreparties locales en USD
1. Etudes du potentiel énergétique	70.000	15.000
2. Etudes de marché	55.000	10.000
3. Evaluation environnementale	60.000	5.000
4. Etudes économiques et risques	65.000	-
5. Etudes institutionnelles	50.000	10.000
<b>TOTAL</b>	<b>300.000</b>	<b>40.000</b>

### V. Support national

Les objectifs principaux de la politique du Gouvernement dans le secteur de l'énergie, à court terme, sont la diminution de la pression sur les ressources ligneuses nationales et la mise à la disposition des différents secteurs de l'économie nationale des ressources énergétiques soutenables sans danger pour l'environnement et à un prix compétitif.

Depuis 1991, le gouvernement d'Haïti s'est montré soucieux des problèmes de l'Environnement et de l'énergie. Plusieurs programmes ont été exécutés pour atténuer les effets de la désertification et promouvoir l'utilisation du GPL comme source d'énergie domestique. Récemment, les conventions de Rio ont fourni au Gouvernement d'Haïti un cadre nouveau dans lequel il peut inscrire ses actions relatives à l'environnement et à l'énergie. Plusieurs études publiées, notamment, par le Ministère de l'Environnement et le Bureau des Mines et de l'Energie ont montré l'importance des énergies renouvelables pour répondre à la croissance de la demande d'énergie domestique et protéger les fragiles écosystèmes forestiers et marins du pays.

La décision de commencer une étude de faisabilité du projet intitulé: "Projet de gestion durable de l'énergie domestique en Haïti fait partie de la stratégie adoptée par le Gouvernement haïtien dans le cadre du Plan d'Action pour l'environnement (PAE/NEAP) approuvé en décembre 1999 par les secteurs représentatifs de la société haïtienne.

## **VI. Justification de l'appui du GEF**

Il s'agit d'une proposition normale d'activités habilitantes pour aider Haïti à faire face aux problèmes de renforcement institutionnel découlant des dispositions de la Convention-cadre des Nations-Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC) relatives à l'étude des propositions de projet d'atténuation et de mitigation. Le FEM étant l'entité internationale chargée de gérer le mécanisme financier requis par la CCNUCC sur une base intérimaire, les activités proposées remplissent les conditions voulues pour être financé par le FEM.

## **VII. Durabilité et participation**

Le Gouvernement haïtien est pleinement attaché à l'application de la CCNUCC et aux buts et objectifs du présent projet. Le renforcement des capacités scientifiques, techniques et institutionnelles d'Haïti dans divers aspects des activités proposées ainsi que le rôle pilote assumé par le Ministère de l'Environnement dans l'exécution du projet permettra au pays de bénéficier des appuis institutionnels prévus pour les pays non annexe I dans le cadre de la Convention et de s'acquitter de ses obligations et engagements en vertu de la CCNUCC. La structure de gestion du projet est conçue de manière à assurer une pleine participation d'experts locaux dans tous les aspects des activités pour assurer des niveaux plus élevés de durabilité aux actions futures.

## PROPOSITION DE PROJET II

<b>PAYS:</b>	Haïti
<b>TITRE DU PROJET:</b>	Haïti: Elimination des barrières au développement du secteur de l'énergie hydraulique pour l'atténuation des émissions de Gaz à Effet de Serre en Haïti
<b>Secteur FEM:</b>	Changements Climatiques/OP 12 et mesures à court terme
<b>Eligibilité du Pays:</b>	Pays du groupe Non annexe 1 A ratifié la CCCC le 25 septembre 1996
<b>Financement du FEM:</b>	US\$ 300,000
<b>Financement de Contrepartie du Gouvernement:</b>	US\$ 40,000
<b>Autres sources de Financement :</b>	(à considérer)
<b>Budget estimatif du projet complet :</b>	US\$ 15-20 millions
<b>Organisme d'exécution du FEM:</b>	PNUD
<b>Organisme National d'Exécution:</b>	Ministère de l'Environnement (MDE)
<b>Organisme National de Collaboration:</b>	Bureau des Mines et de l'Energie (BME) Electricité d'Haïti
<b>Durée :</b>	12 mois

## **I. Résumé des objectifs et de la description du projet**

L'objectif de ce projet, qui doit être exécuté avec les ressources du PDF, est d'éliminer les barrières au développement du secteur d'exploitation à petite échelle de l'énergie hydraulique en Haïti, ce qui favorisera la réduction de la demande d'électricité produite à partir de combustibles fossiles et, ipso facto, les émissions de Gaz à Effet de Serre.

Une analyse détaillée des barrières, la formulation d'une stratégie, la mise en place de mesures relatives à l'élimination de ces barrières doivent être entreprises durant la phase PDF. Pour ce, les actions non-exhaustives suivantes doivent être menées:

- Faciliter l'accès sur le long terme au financement pour lequel les conditions de remboursement (taux d'intérêt et les périodes de remboursement) soient les moins sévères possibles.
- Atténuer les risques techniques, économiques, financiers, institutionnels et les incertitudes relatifs à la réhabilitation d'anciennes centrales et la construction de nouvelles.
- Revoir et améliorer la législation et les règlements afin de créer un climat propice aux investissements pour le développement du secteur d'exploitation à petite échelle de l'énergie hydraulique en Haïti. Ceci inclut des mesures incitatives pour les investisseurs nationaux et internationaux intéressés dans le développement du secteur.
- Faciliter la communication entre les investisseurs nationaux et internationaux (pour la création de joint-ventures par exemple) et renforcer les capacités locales pour la préparation d'études de faisabilité bancables, de "plans d'affaires" ("business plans") et des propositions d'investissements à soumettre aux organisations financières.
- Renforcer les capacités locales afin d'inclure des considérations d'ordre environnemental dans les plans de projet et les formulations de stratégie.
- Vulgariser l'information et assurer la formation des responsables quant à l'état actuel des technologies et les mesures techniques possibles pouvant permettre d'améliorer l'efficacité énergétique des petites centrales d'énergie hydraulique.
- Former des techniciens locaux pour faire fonctionner et gérer les petites centrales commerciales d'énergie hydraulique. Ceci inclut une formation très large englobant, entre autres, la planification financière, la comptabilité, la fixation et la collecte des tarifs, l'approvisionnement, etc....

## **II. Description des activités PDF proposées**

Le PDF B proposé se situe dans la continuation des activités de divers projets de pré-évaluation ayant pour résultats l'évaluation du potentiel technique et économique pour le développement à petite échelle de l'énergie hydraulique en Haïti, la cartographie préliminaire des sites possibles et des barrières au développement du secteur, l'identification des sources possibles de financement et la sélection de 4 sites pour des études détaillées de faisabilité.

Pour finaliser la proposition de projet et le document du projet principal, il est important d'exécuter les activités suivantes:

- Finaliser les études de faisabilité et les plans d'affaires pour les six projets de développement à petite échelle de l'énergie hydraulique sélectionnés.
- Entreprendre des négociations avec les bailleurs de fonds contactés pendant la phase d'études préliminaires, identifier de nouvelles sources de financement et initier des dialogues avec leurs représentants.
- Mobiliser les financements de base ("baseline funding") et finaliser le plan de financement pour 6 projets pilotes ("demonstration projects"), développer le concept et identifier les partenaires pour l'établissement d'un mécanisme de financement afin de faciliter le développement du secteur d'énergie hydraulique à petite échelle en Haïti.
- Conduire une analyse détaillée de toutes les barrières au développement à petite échelle de l'énergie hydraulique en Haïti et développer une stratégie et des mesures pour l'élimination de ces barrières.
- Finaliser les analyses et les consultations relatives à toute autre information susceptible d'être présentée dans la proposition et le document de projet pour la phase suivante.
- Finaliser le document de proposition de projet et le document de projet pour la phase suivante du projet.

## **III. Extrants PDF**

L'extrait de cette phase de PDF sera une proposition de projets-type FEM (GEF project brief) et un document de projet faisant ressortir la capacité d'atteindre les buts fixés dans les documents du projet, incluant:

- une évaluation de la faisabilité économique du développement du secteur de l'exploitation à petite échelle de l'énergie hydraulique en Haïti, le montant des ressources financières nécessaires et la contribution que l'atteinte des objectifs du projet apporterait dans l'atténuation des émissions des Gaz à effet de Serre en Haïti.

- Un plan pour l'intégration de tous les principaux acteurs incluant aussi bien les organisations gouvernementales que non-gouvernementales, les représentants des groupes affectés par les mesures proposées, les représentants des bailleurs de fonds nationaux et internationaux, les fabricants d'équipements.
- une description de tous les obstacles au projet, les stratégies, les mesures à prendre pour éliminer ceux-ci. (Ceci inclut des recommandations pour la mise en place d'un cadre légal et institutionnel pour le développement de projets relatifs à l'utilisation à petite échelle de l'énergie hydraulique en Haïti.
- une analyse de faisabilité technique, économique, sociale et environnementale des mesures proposées
- une analyse détaillée des coûts marginaux selon les recommandations du FEM.
- un plan de financement et un accord de partenariat relatif au co-financement nécessaire pour couvrir les coûts de base du projet ("main project")
- une stratégie et un plan pour la gestion du projet et son exécution.
- un plan et des mesures pour l'évaluation et le suivi des bénéfices prévus générés par le projet.

A propos des sites pré sélectionnés pour les premières démonstration du projet (démontrant non seulement les obstacles techniques, mais aussi et surtout l'élimination des barrières financières), les extrants spécifiques suivants devraient être obtenus pendant la PDF-B du projet:

- Achèvement de toutes les investigations techniques et la planification nécessaires pour l'obtention du financement pour les 6 petites centrales hydrauliques.
- Achèvement des plans d'affaires et de financement.
- Mobilisation du financement de base pour les projets

#### **IV. Financement des activités**

Le budget total de ce "PDF Block B" est de US\$ 340.000. Le GEF contribuera à hauteur de US\$ 300.000. Le financement local s'élèvera à US\$ 40.000. (en nature). En outre, un co-financement additionnel de US\$ 150.000 est prévu, à la phase d'exécution du projet" pour la finalisation de la conception technique et le budget pour les 6 micro-centrales d'énergie hydraulique.

<b>Activités</b>	<b>FEM en US\$</b>	<b>Contributions locales en US\$ (en nature)</b>
1. Finalisation des études de pré-faisabilité et les plans d'affaires("business plans") pour les 6 projets de démonstration	200.000	30.000
2. Mobilisation du financement de base et finalisation du plan de financement pour les six projets, et identification des partenaires pour l'établissement d'un mécanisme de financement pour faciliter le développement du secteur d'exploitation à petite échelle de l'énergie hydraulique en Haïti.	30.000	10.000
3. Entreprise d'une analyse détaillée de tous les obstacles au développement de micro-projets d'énergie hydraulique en Haïti et développement de stratégies et de mesures pour l'élimination de ces barrières.	40.000	
4. Finalisation du document de proposition de projet et du document de projet pour la phase suivante du projet	30.000	
<b>TOTAL</b>	<b>300.000</b>	<b>40.000</b>

## **V. Mise au point institutionnel et arrangements pour l'exécution**

L'agence d'exécution nationale du projet sera le Ministère de l'Environnement, appuyé par des experts nationaux de l'UNOPS. Le bureau local du PNUD assurera, très étroitement, le suivi du projet et apportera son soutien à son exécution.

Le projet sera exécuté en coopération avec les Ministères du Gouvernement les plus concernés et d'autres institutions responsables du développement du secteur de l'énergie et de la protection de l'environnement en Haïti, d'autres organismes locaux et étrangers oeuvrant dans le domaine du développement de projet relatif au développement à petite échelle de l'énergie hydraulique et les représentants des organisations internationales de financement qui auront manifesté un certain intérêt pour le financement de tels projets.

## **VI. Eligibilité**

Haïti a ratifié la Convention sur les Changements Climatiques en septembre 1996

## **VII. Raisons d'être du projet:**

Avec une hauteur moyenne annuelle des précipitations d'environ 1 300 mm en Haïti et un relief caractérisé par de nombreuses zones montagneuses, le potentiel des ressources

hydrauliques existantes est excellent. Toutefois, une sérieuse dégradation de l'environnement général à l'échelle du pays n'est pas sans conséquence sur le débit des cours d'eau. Malgré cette réserve, le développement de l'énergie hydraulique semble évident en Haïti, il permettrait non seulement de faire des économies en combustibles pour les centrales thermiques mais constituerait également un moyen efficace de promouvoir l'électrification en milieu rural. L'énergie électrique produite à partir de la microhydraulique peut être utilisée à des fins d'électrification rurale décentralisée, ce qui permet de redynamiser des zones éloignées de tout site de production ou à des fins de renforcement du réseau existant de distribution de l'électricité. La ville de Port-au-Prince fait face à un grave problème de bidonvillisation que seule une réelle volonté politique permettrait de limiter. En donnant aux habitants des zones isolées des conditions de vie acceptables et les moyens de générer un minimum de revenus, on peut supposer qu'ils seraient moins tentés de gagner les villes proches.

L'objectif à long terme du projet est de promouvoir la mise en valeur d'un total de 35 sites à potentiel hydroélectrique en Haïti. Il vise dans un premier temps à éliminer les obstacles qui s'opposent à l'adoption généralisée de l'énergie renouvelable en particulier les petites centrales (Situation actuelle et développement possible en référence à la demande en énergie ou au plan de développement économique)

En plus de réduire la demande en énergie provenant des combustibles fossiles, le développement du secteur d'énergie hydraulique pourrait aussi offrir des bénéfices domestiques et globaux incluant:

- la réduction de l'utilisation du bois comme source d'énergie, et la réduction de l'érosion du sol et les risques de glissements de terrain et d'avalanches.
- A travers la production décentralisée de l'énergie électrique, la réduction de la charge et les pertes d'énergie dans les câbles de transmission.
- l'augmentation des possibilités pour le développement des économies locales et des conditions de vie de la population.
- la diminution de la dépendance vis-à-vis des combustibles importés.

### **VIII. Support national**

L'objectif majeur de la politique du gouvernement relative au secteur de l'énergie à court terme est d'augmenter la production d'électricité et d'améliorer les conditions de vie en milieu rural. Le gouvernement est en train de développer une réforme stratégique dans le secteur s'attaquant aux problèmes institutionnels, financiers et structurels.

**Il est souhaitable que ce programme conduise à l'exécution de plusieurs projets pilotes. Ceci permettra de démontrer la faisabilité de projets de mise en place de petites centrales hydroélectriques aussi bien pour les affaires privées que publiques.**

### PROPOSITION DE PROJET III

**Titre du projet:** Réalisation d'activités habilitantes au titre de la phase II pour la mise en œuvre de la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques.

**Domaine thématique du FEM** : Changements Climatiques

**Eligibilité du pays** : Pays du groupe Non-annexe 1  
A ratifié la CCCC le 25 septembre 1996

**Financement du FEM** : 1000, 000.00 \$ EU

**Financement Gvt Haïtien** : 40, 000.00 \$ EU

**Autres sources de financement** : 160,000.00 \$ EU ( à rechercher)

**Coût total du projet** : 300,000.00 \$ EU

**Durée** : 24 mois

**Organisme d'exécution du FEM** : PNUE

**Organisme National d'exécution** : Ministère de l'Environnement

**Partenaires** : Faculté Agronomie (FAMV)  
Université Quisqueya (UNIQ)

**Date de démarrage prévue** : 2002

### **Brève description du projet:**

Le présent projet est un additif au projet de la Communication Nationale Initiale mais ne modifiera pas sa date de soumission. Il aidera Haïti à renforcer les activités habilitantes entreprises lors de l'élaboration de cette Communication Nationale Initiale. A ce titre, le projet permettra de répondre aux besoins supplémentaires de renforcement de capacité et d'identification des besoins technologiques dans le domaine des changements climatiques. Il contribuera en outre à maintenir la dynamique de sensibilisation et d'information engagée au niveau national dans le domaine des Changements Climatiques. Le projet sera exécuté avec la même équipe qui a participé au projet régional de renforcement de capacité et au projet de la communication Nationale. Le cadre institutionnel et la coordination seront les mêmes.

### **I. OBJECTIF GENERAL DU PROJET:**

L'objectif principal du projet est d'accroître le renforcement de capacité au niveau national et de maintenir la dynamique de sensibilisation et d'information du public dans le domaine des changements climatiques.

Les objectifs spécifiques sont:

Objectif spécifique No 1: La satisfaction des besoins additionnels de renforcement de capacité pour l'identification et l'analyse des besoins technologiques.

Objectif spécifique No 2: Le renforcement de capacité au niveau national pour la participation aux réseaux d'observation systématique.

Objectif spécifique No 3: Le renforcement des capacités pour la préparation de programmes dans le domaine des Changements Climatiques.

Objectif spécifique No 4: Le renforcement des capacités pour l'amélioration de la qualité des activités habilitantes en cours.

Objectif spécifique No 5: L'information et la sensibilisation du public

### **II. ACTIVITES ET PRODUITS DU PROJET:**

Les produits escomptés du projet et les activités prévues pour les obtenir, aux fins de permettre à Haïti de bénéficier des possibilités offertes par la Convention en conciliant la prise en compte des questions relatives aux changements climatiques et la réalisation des objectifs nationaux de développement, sont les suivants:

**Activité 1:**

Formation à l'utilisation des outils d'analyse dans le domaine de l'atténuation et la vulnérabilité / adaptation.

**PRODUIT 1:**

Les principaux produits escomptés de cette activité sont les experts nationaux formés dans les différents secteurs et le rapport de l'atelier.

**Activité 2:**

Formation à l'élaboration des projets dans le domaine des Changements Climatiques.

Les points qui seront abordés dans cette activités durant des études de cas sont:

L'identification des projets de Changement Climatique et l'initiation à la vérification des critères d'éligibilité

Le calcul des coûts de base et des coûts incrémentaux

L'initiation à l'analyse macro-économique des projets

**PRODUIT 2:**

2.1 Les principaux produits de cette activité sont:

a)des experts nationaux aptes à élaborer des projets et programmes dans le domaines des changements climatiques.

b)un rapport technique sur les études de cas

**Activité 3:**

Elaboration de paquets technologiques pour l'information et la sensibilisation

**PRODUIT 3:**

3.1 Les produits de cette activité sont:

a)un paquet technologique destiné à l'information et à la sensibilisation des décideurs politiques, administratifs et des responsables communaux.

b) Un paquet technologique destiné à l'information et à la sensibilisation des services d'encadrements nationaux des organisations paysannes, des ONG, des leaders d'associations

c) Un paquet technologique destiné à l'encadrement du grand public

#### **Activité 4:**

**Organisation dans chacune des régions administratives du pays d'un atelier d'élaboration de projet dans le domaine des changements climatiques et de formation sur les procédures de recherche de financement auprès des bailleurs de fonds.**

4.1 Lors des séminaires organisés à travers le pays (au cours du projet régional de renforcement de capacité) dans le domaine des changements climatiques, un souhait exprimé par les représentants de toutes les régions a été la nécessité de formation des cadres à la rédaction des projets dans le domaine des changements climatiques.

#### **PRODUIT 4:**

Les produits de cette activité sont:

4.1 Des experts nationaux formés dans chacune des régions du pays à la formulation de projet et programmes dans le domaine des changements climatiques.

4.2 Des experts nationaux informés sur les procédures de soumission de requêtes de financement aux différents bailleurs de fonds.

#### **Activité 5:**

Atelier d'identification des technologies à économie d'énergie

#### **PRODUIT 5:**

Le principal produit de cette activité est une liste de technologies approuvées par les femmes.

#### **Activité 6:**

Diffusion des résultats des activités habilitantes déjà menées. Pour cela, les canaux suivants seront utilisés:

Le journal national

La radio nationale, les radios privées et les stations des provinces;

La télévision

La réalisation d'un documentaire sur l'ensemble des études;  
La diffusion du documentaire

**PRODUIT 7:**

Large diffusion des résultats des études habilitantes déjà réalisées :

Inventaire national des gaz à effet de serre

Politique de mitigation des GES

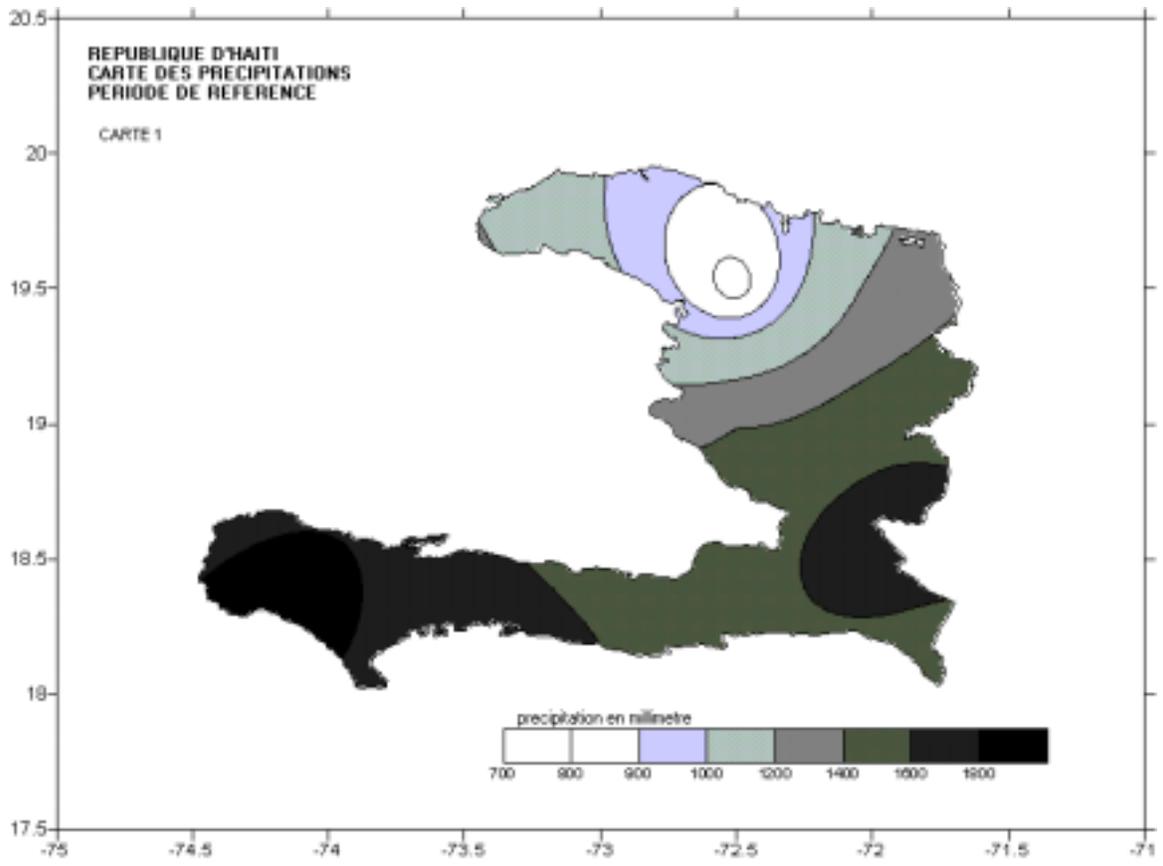
Vulnérabilité d'Haïti aux Changements Climatiques

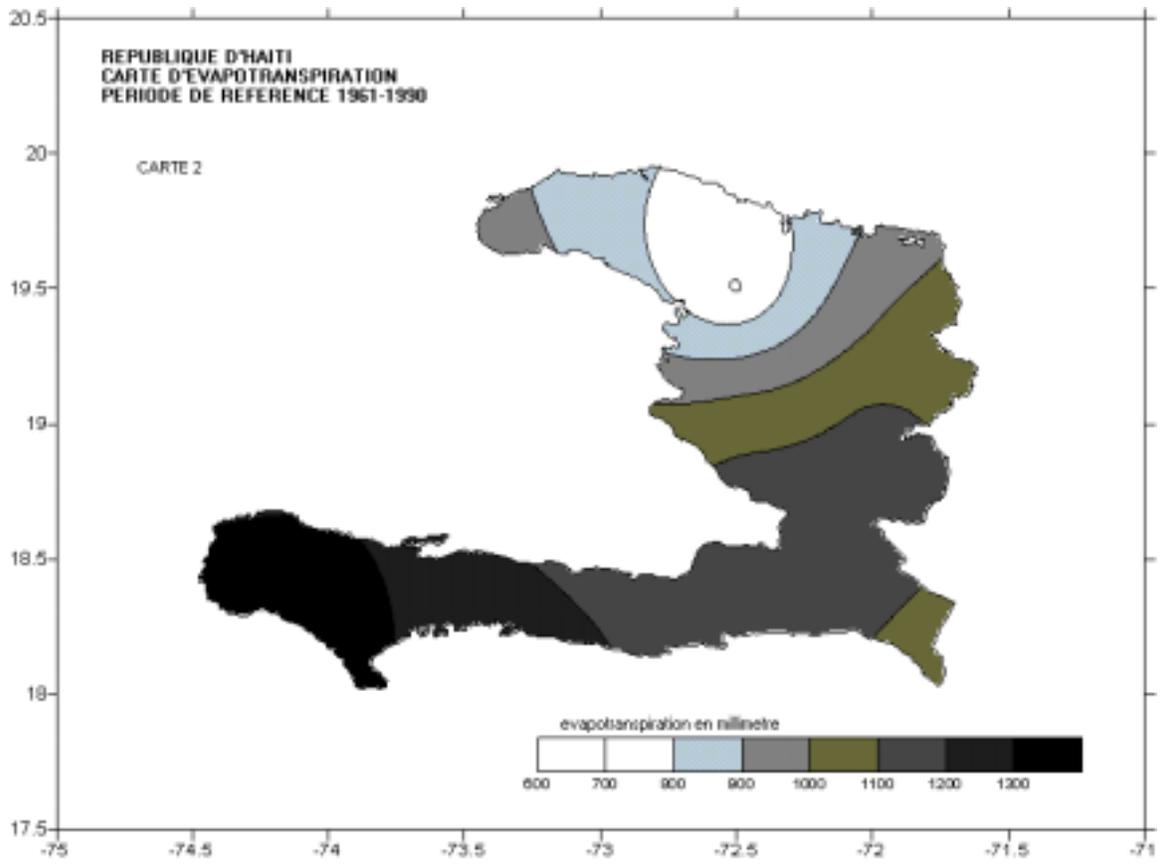
Politique d'Adaptation d'Haïti aux Changements Climatiques

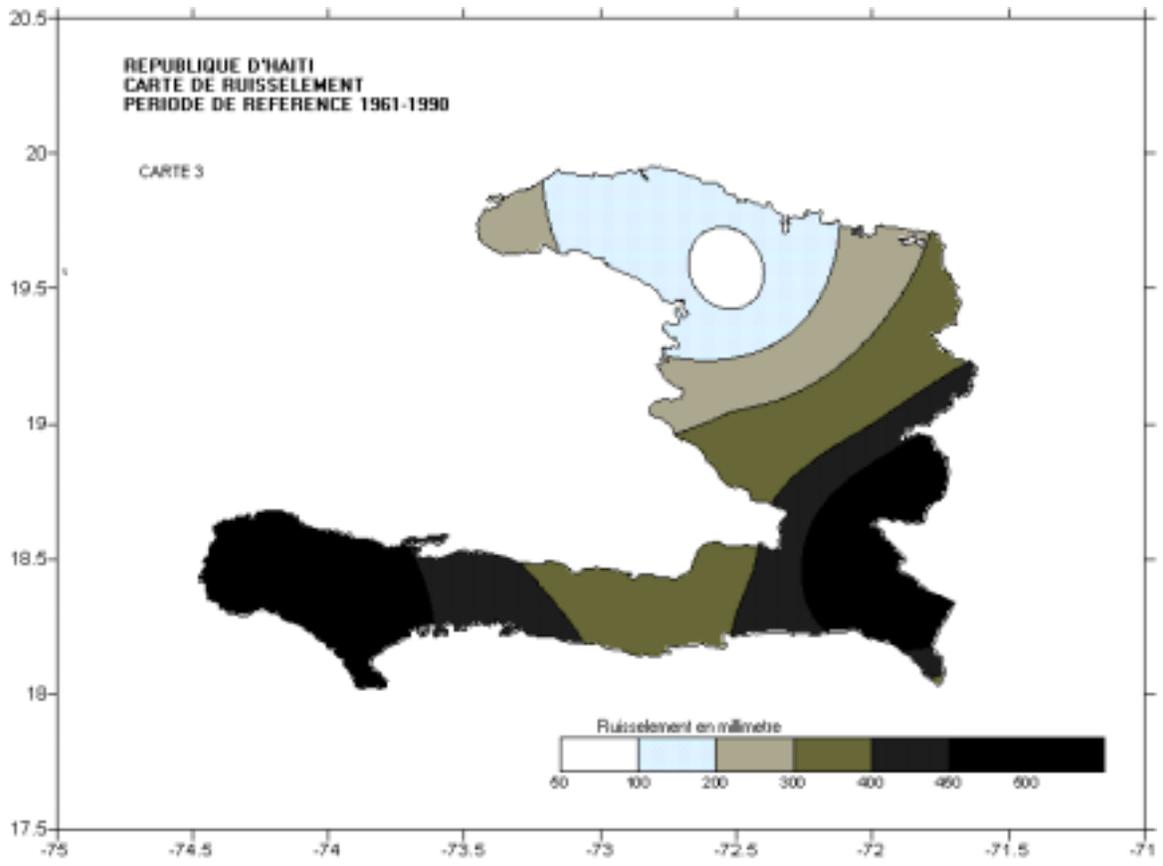
## CONCLUSION

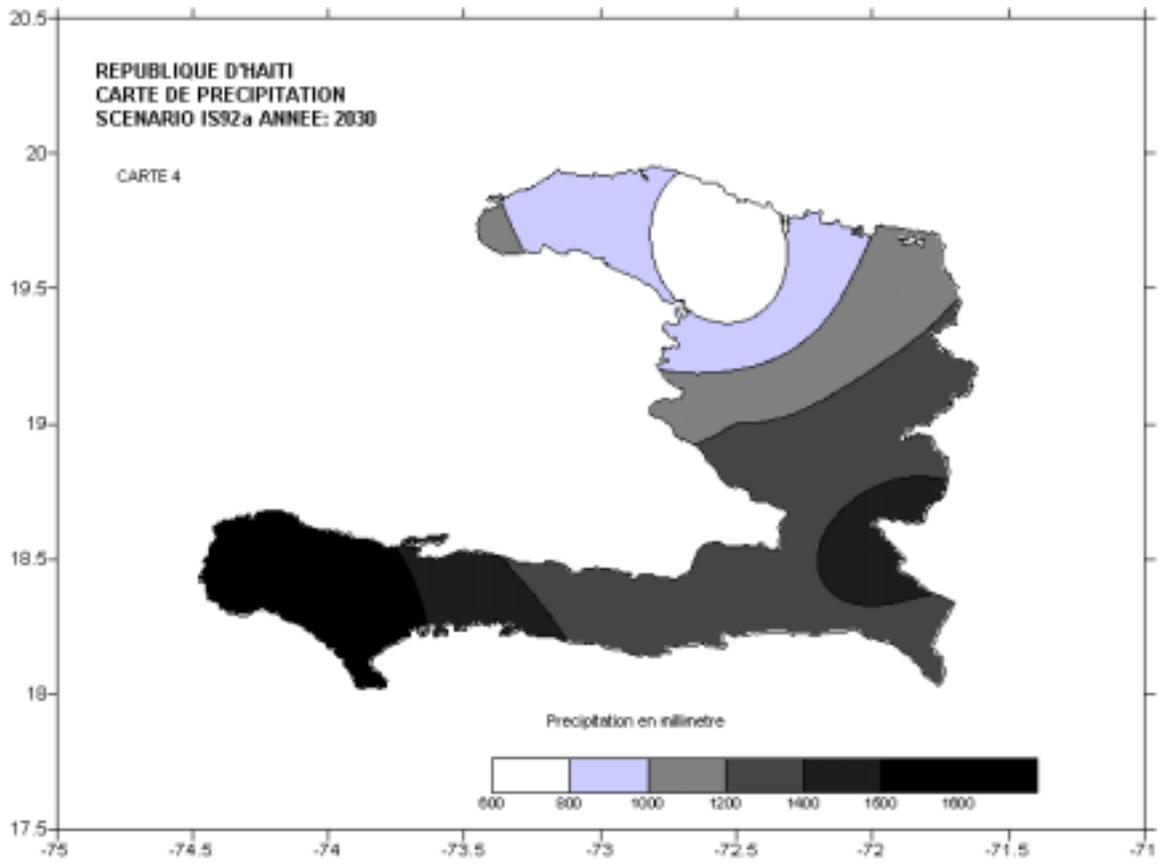
Cette "Première Communication Nationale Scientifique d'Haïti sur les Changements Climatiques" est venue bousculer un certain nombre de nos insuffisances en matière de réchauffement global et de changements de climat. En effet, à présent, nous savons avec plus ou moins d'exactitude la nature et la quantité des gaz à effet de serre émis sur le territoire haïtien. Par ailleurs, faute d'avoir des idées précises sur le degré de vulnérabilité de tous les secteurs de la vie nationale aux changements de climat, tâche immense s'il en est, nous savons que dans 30 ans ou dans 60 ans, si les émissions mondiales de G.E.S. restent en l'état ou s'intensifient, les ressources hydriques du pays décroîtront et certaines cultures comme la pomme de terre, le maïs et le riz accuseront une sévère baisse de production. Evidemment, cette étude ne s'est pas cantonnée dans des prospectives relatives à la vulnérabilité de certains secteurs du pays face au réchauffement global et aux changements de climat. Elle a pour mérite aussi de proposer des pistes pour faire face à ces phénomènes. Ainsi, un certain nombre de recommandations ont été faites pour réduire nos émissions de G.E.S sans pour autant hypothéquer notre développement économique. Par ailleurs, des propositions relatives à des mesures d'adaptation de différents secteurs de la vie nationale à d'éventuels changements climatiques ont été formulées. Cette étude sur les changements climatiques anthropiques en Haïti constitue un premier pas dans la voie de la connaissance du phénomène. Grâce à celle-ci, il sera possible pour les haïtiens, aidés de leurs voisins de la planète terre, de faire face à ce grave problème qui pourrait devenir l'un des majeurs auxquels le pays sera confronté. Evidemment, elle est loin de constituer le document de référence en matière de changement de climat en Haïti. Il faut s'employer à l'améliorer. Ainsi, l'action pourra trouver une base de réflexion solide. C'est à ce prix qu'elle pourra se révéler efficace.

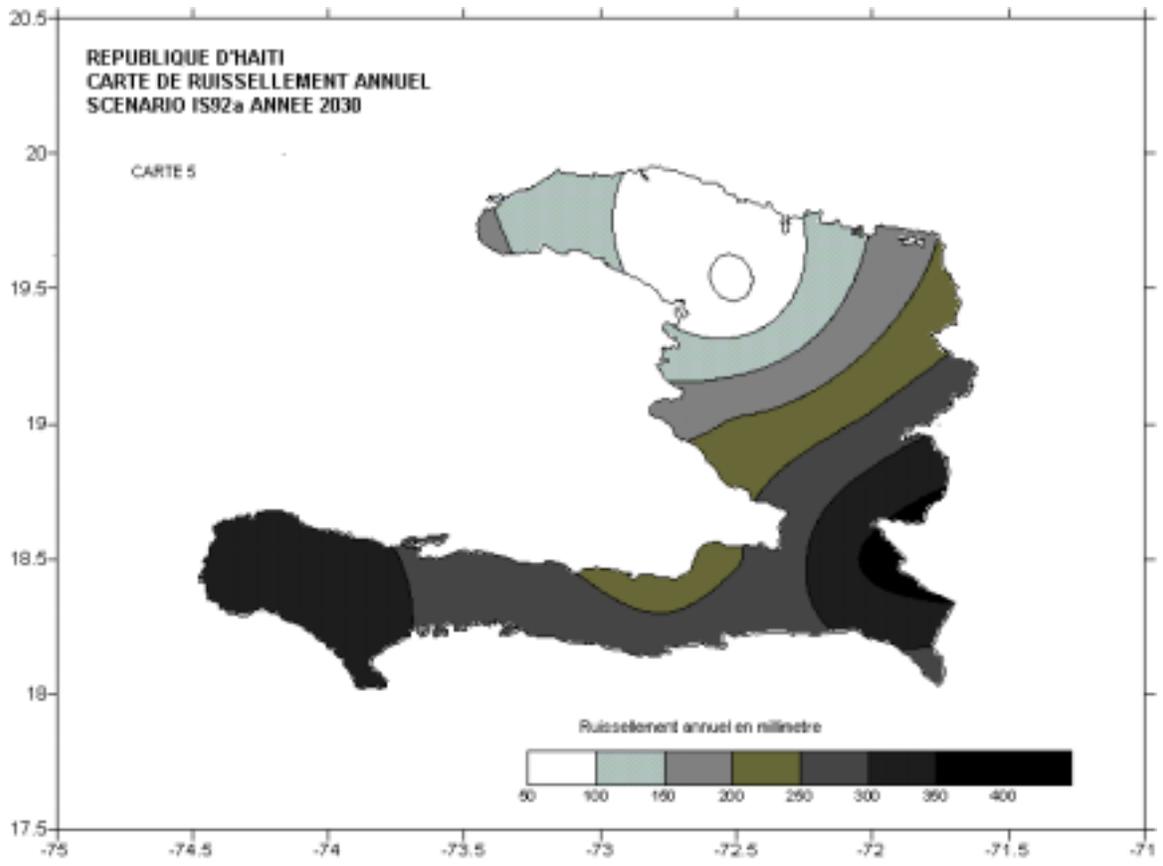
# **ANNEXES**

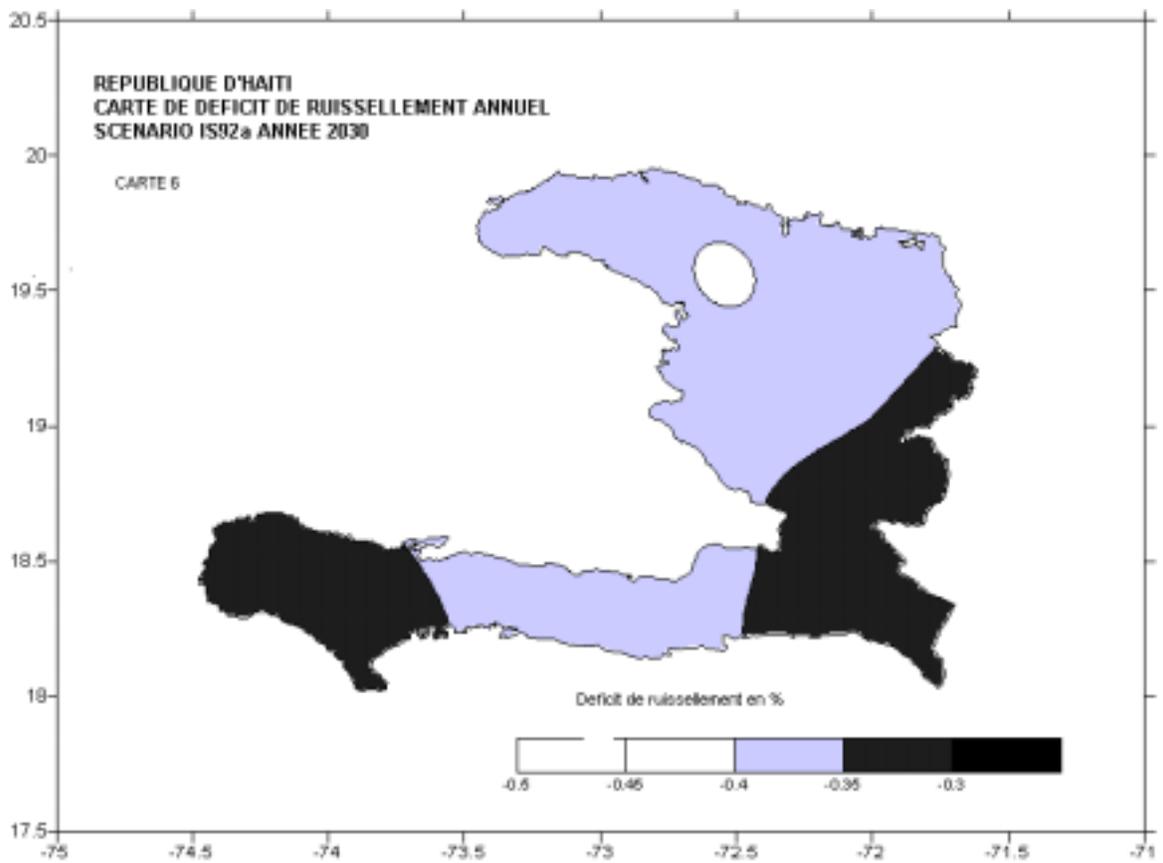


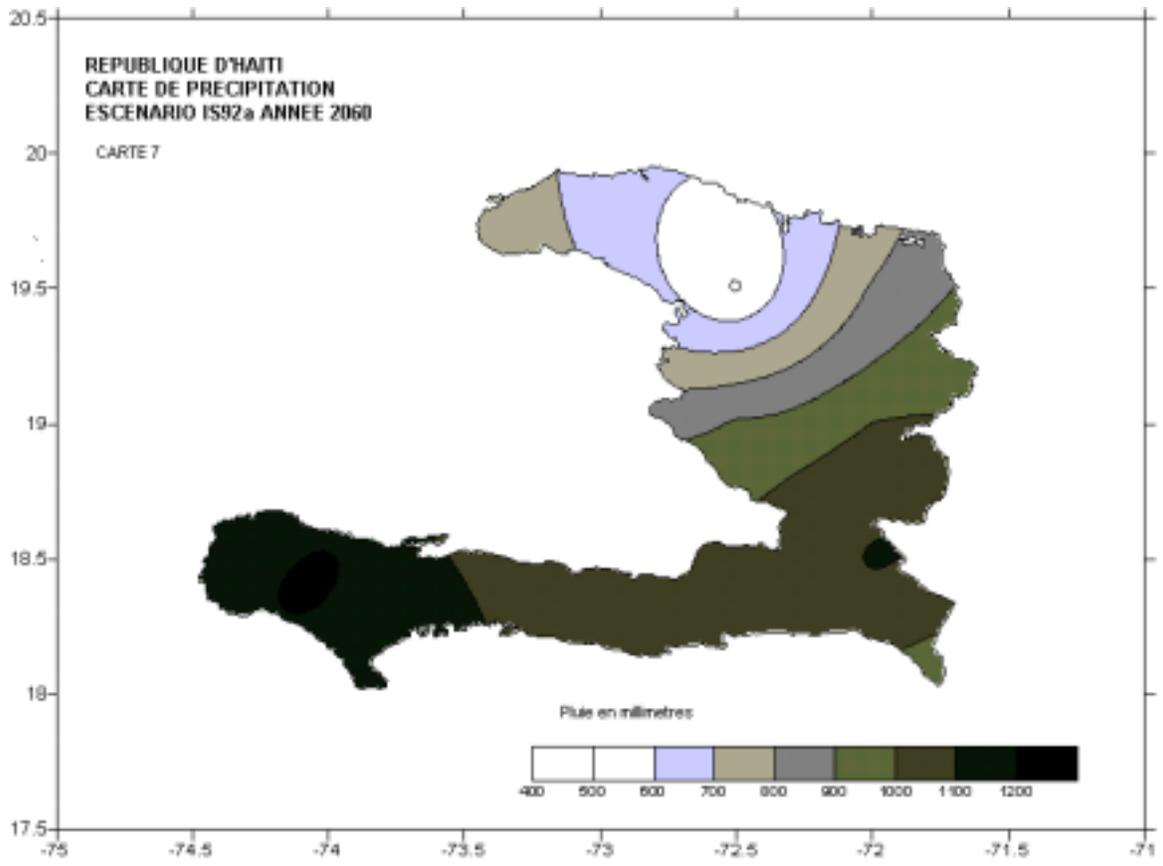


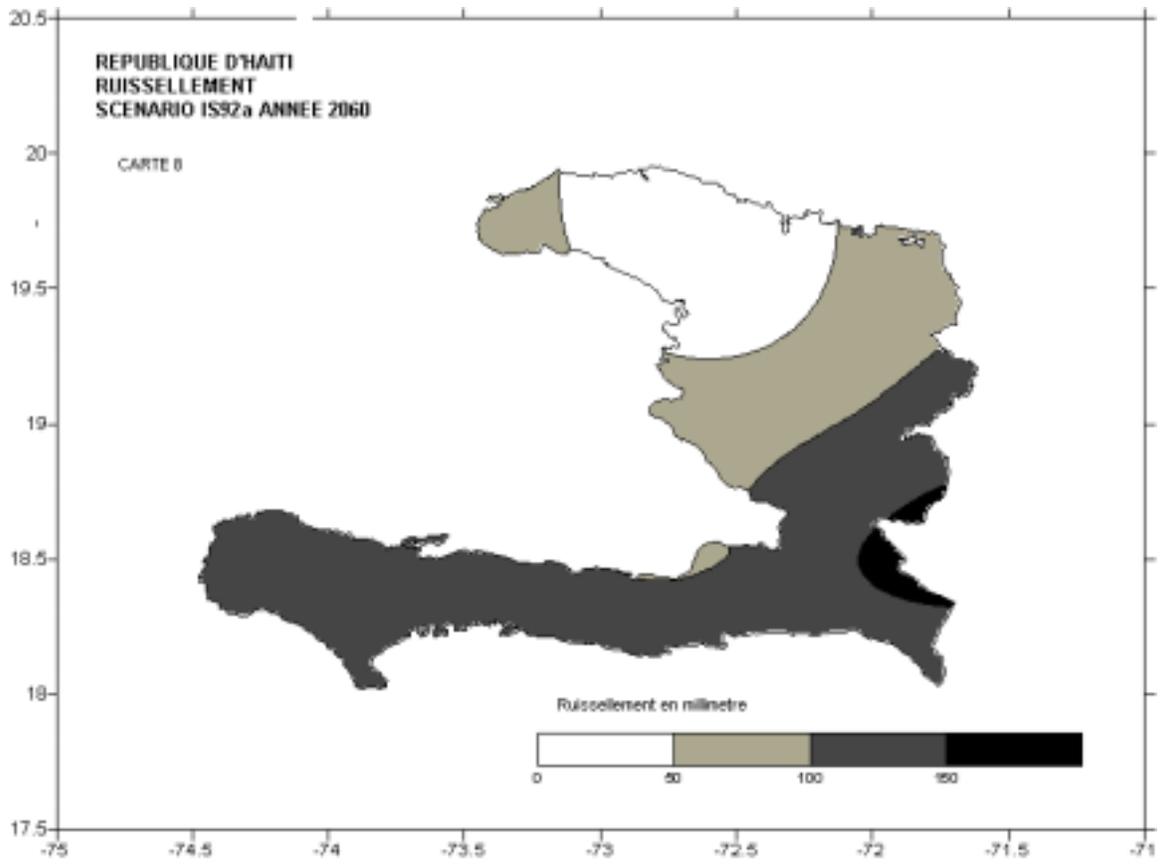


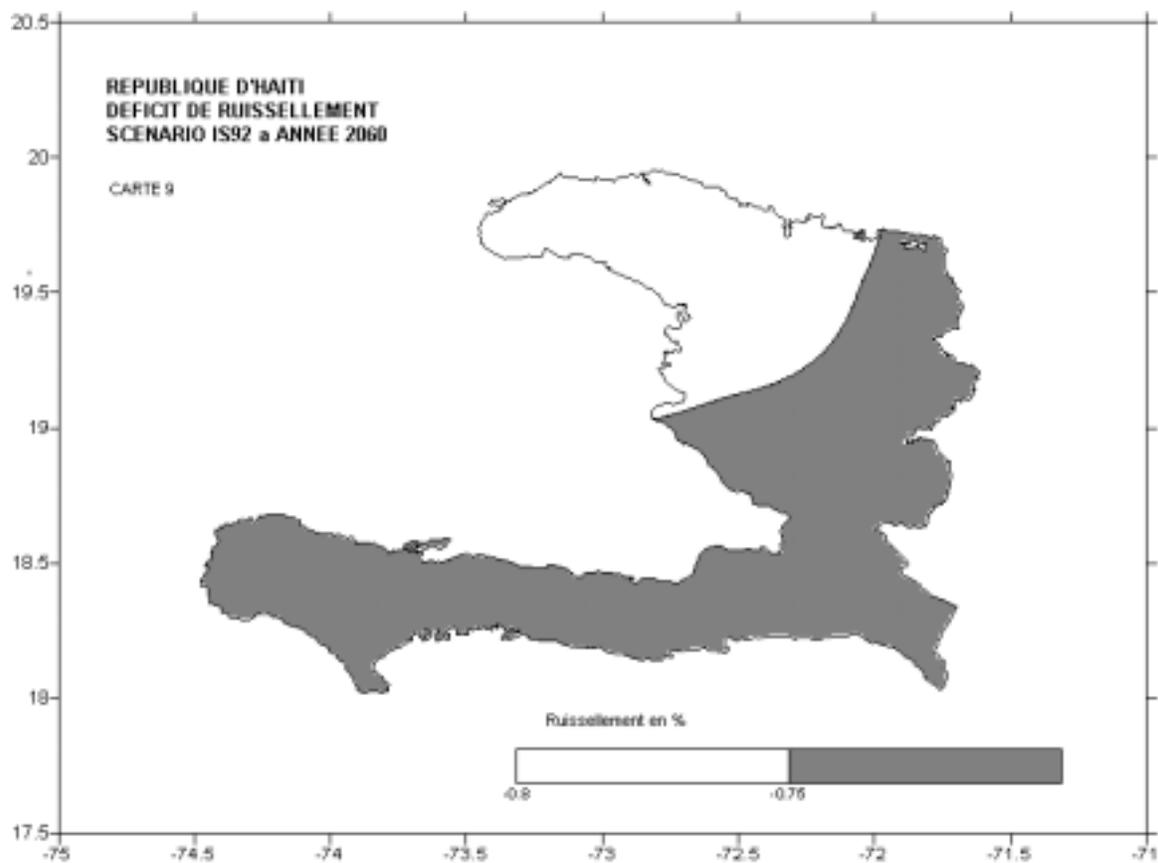












**Tableau 27: Rendements potentiels de matière sèche (kg/ha) pour les cultures du maïs, du riz et de la pomme de terre**

<b>Culture</b>	<b>Localité et date</b>	<b>Rdt potentiel actuel</b>	<b>Rdt. potentiel 2030</b>	<b>Rdt. potentiel 2060</b>
Maïs	Jérémie/1 <sup>e</sup> mars	9647	9253	8897
Riz	Cayes/1 <sup>e</sup> janv	5339	4856	4504
Riz	Cayes/ 1 <sup>e</sup> mars	5384	4930	4583
Pomme de terre	Kenscoff/1 <sup>e</sup> dic	21003	20008	18911

**Tableau 28: Durée relative des phases d'émergence-floraison pour le maïs et le riz - tubérisation pour la pomme de terre**

<b>Culture</b>	<b>Climat actuel</b>	<b>Climat en 2030</b>	<b>Climat en 2060</b>
Maïs	1.00	0,95	0,91
Riz	1.00	0,96	0,92
Riz	1.00	0,96	0,92
Pomme de terre	1.00	1.00	1.00

## BIBLIOGRAPHIE

- Aristide, J.-B. (1999). Investir dans l'humain.
- Barros Mourinho, O. (1997). Variabilidad de la intrusión marina en cuencas costeras cársicas de Cuba. Informe parcial Proyecto Impacto cambio global en la dinámica de la intrusión marina, INRH.
- Barros Mourinho, O. (1982). La intrusión salina y sus efectos en la explotación de acuíferos cársicos. Casos históricos. I Primer Coloquio Hidrología Cársica en la Región del Caribe. Unesco, La Habana.
- Bureau pour le Développement de la Production Agricole (BDPA). (1989). Gestion des Ressources Naturelles en vue d'un Développement Durable en Haïti.
- Benioff, R. (1998). Adapting to climate change. Assessments and Issues. Rapporteur's Statement. Water Resources (pag.209-210). Springer.
- Benioff, R., S. Guill and J. Lee (Eds.) (1996): Vulnerability and Adaptation Assessments: An International Handbook. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.
- Bretous L; Centella, A.; Chéry I. (2001). Scénarios de changement climatique en Haïti. (Document technique).
- Bureau des Mines et de l'Énergie (B.M.E.). (1999). Haïti, Énergie en chiffres (Dépliant).
- Beurier, J.-P. (1988). Les Zones maritimes et la législation des pêches en Haïti. (Rapport technique adressé à la FAO).
- Breuil, C.(1999) Proposition de politique pour le secteur de la peche et de l'aquaculture et revue du secteur des peches maritimes. (Rapport technique adressé à la FAO)
- Caribbean Renewable Energy Development Project (CREDP). (2000). 12<sup>th</sup> Caribbean Energy Information System Network Meeting. Haiti, November 4, 2000; 13 p.
- Carter, T., E. Holopainen y M. Kannien.(1993). Techniques for developing regional climatic scenarios for Finland. Publications of the Academy of Finland 2/93, Painatuskeskus, Helsinki, 63 pp.
- Carter, T. R., M. I. Parry, H. Harasawa and S. Nishioka (1995): IPCC Technical Guidelines for Assessing Climate Change Impacts and Adaptations. UCL / CGER, London / Tsukuba.
- Cassagnol, R. (1998) "Eléments de suivi et de gestion du Secteur Forestier" in :PNUD, La gestion de l'Environnement en Haïti. Réalités et perspectives, Haiti-Econet (edition spéciale).
- Centella A., T. Gutiérrez, M. Limia and R. Rivero (1999). Climate change scenarios for impact assessment in Cuba. Climate Research, 12, 223-230.
- CEPAL (1993). Cambio climático y gestión del agua en América Latina y el Caribe (versión en Español). LC/G.1765, Naciones Unidas.
- Chapond, G. (1984). La pêche artisanale cotiere en Haiti; elements pour une strategie de développement.(Rapport technique).
- Cordellier, S, et al. (Sous la direction de).(1999). L'état du monde 2000, Ed. La découverte, Paris.
- Cramer, W. P. and R. Leemans. (1993). Assessing Impacts of Climate Change on Vegetation Using Climate Classification Systems. In Vegetation Dynamics and Global Changes (A. M. Solomon and H. H. Shugart, Eds.), Chapman and Hall, New York.
- Diepen, C. A. van, C. Rappoldt, J. Wolf and H. van Keulen .(1988).: Center for World Food Studies, CWFS Crop Growth Simulation Model WOFOST. Documentation Version 4.1. Wageningen.
- Doorenbos, J. y A. H. Kassam. (1988). Efectos del Agua Sobre el Rendimiento de los Cultivos. Estudio FAO de Riego y Drenaje No. 33, FAO, Roma.
- Georges, G. Jr. (1998). Quelques faits marquants du secteur minier en Haiti in: ECMU/PNUD, La gestion de l'Environnement en Haiti; réalités et perspectives, Haiti-Econet (Edition spéciale).
- Government of Haiti. (2000). Haiti Sustainable Energy Plan. Working Draft. September 11,2000; 14 p.
- Guisse, S et Owen K. (1998). Les institutions nationales de l'Environnement in: ECMU/PNUD, La gestion de l'Environnement en Haiti; réalités et perspectives, Haiti-Econet (Edition spéciale), 1998
- Hulme, M., T. Jiang, and T. Wigley. (1995). SCENGEN: A Climate Change Scenario Generator. Software User Manual, Version 1.0. Climate Research Unit, University of East Anglia, Norwich.
- Hulme M. 1996. Climate Change and Southern Africa: an exploration of some potential impacts and implications in the SADC region. Breckland Print Limited, Norfolk, UK. 104 pp.

- Hulme M., TML Wigley, EM Barrow, SCB Raper, A. Centella, S Smith and AC Chipanshi. (2000). Using a Climate Scenario Generator for Vulnerability and Adaptation Assessment: MAGICC and SCENGEN Version 2.4 Workbook, Climate Research Unit, Norwich, UK, 52pp.
- Institut Interaméricain pour la Coopération Agricole. (1991). Haiti: Agricultural Sector Assessment, 1991.
- Institut Haitien de Statistiques et d'Informatique. (2000). Enquête industrielle. Résultats définitifs. (Rapport)
- Institut Haitien de Statistiques et d'Informatique. (1996). Haiti en chiffres, 1996
- INSMET. (1999). Impactos del Cambio Climático y Medidas de Adaptación en Cuba. Informe Final Proyecto No. FP / CP / 2200-97-12, Instituto de Meteorología, La Habana
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (1996). Climate Change 1995: Impacts, Adaptation and Mitigation of Climate Change: Scientific – Technical Analyses. Cambridge University Press, Cambridge.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (1990). Climate changes. The IPCC Response Strategies. Island Press, Washington D.C., USA.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. 1992: Climate change 1992: The supplementary report to the IPCC scientific assessment (eds.) Houghton J. T., Callander B. A. and Varney S. K. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 200 pp.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. 1995: Climate Change 1994: Radiative forcing of climate change and an evaluation of the IPCC IS92 emission scenarios, J. T. Houghton, L. G. Meira Filho, J. Bruce, H. Lee, B. A. Callander, E. Haites, N. Harris and K. Maskell (eds.), Cambridge University Press, Cambridge, UK, 339 pp.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. 1996: Climate change 1995: The science of climate change (eds.) Houghton J. T., Meira Filho L. G., Callander B. A., Harris M., Kattenburg A. and Maskell K. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 572 pp.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. 1997: An introduction to the simple climate models used in the IPCC Second Assessment Report. (eds.) Houghton J. T., Meira Filho L. G., Griggs D. J. and Maskell K. IPCC Technical Report II. 47 pp.
- Iverson, I. R., S. Brown, A. Prasad, H. Mitasova, A. J. R. Gillespie and A. E. Lugo. (1993). Use of GIS for Estimating Potential and Actual Forest Biomass for Continental South and Southeast Asia. In Effects of Land Use Change on Atmospheric CO<sub>2</sub> Concentration; Southeast Asia as a Case Study. Springer-Verlag, New York.
- Le Brun, O. (2000). Composante "Recherches et Surveillance relatives aux milieux marin et côtier haitiens". (Rapport technique)
- Leggett J., Pepper W. J. and Swart R. J. (1992). Emissions scenarios for the IPCC: an update pp. 75-95. In Climate change 1992: The supplementary report to the IPCC scientific assessment (eds.) Houghton J. T., Callander B. A. and Varney S. K. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 200 pp.
- Limia, M. (2001). Escenarios climáticos de la República Dominicana, Informe de Consultoría.
- Magny, E. (1991). Haiti: Ressources Naturelles et Environnement. Une nouvelle approche, 1991.
- Ministère de l'Environnement (M.D.E.) et al. (2001). Inventaire National des Gaz à effet de serre: sources et puits, 2001. (Rapport final d'études)
- Ministère de l'Environnement (M.D.E.). (1999). Plan d'action pour l'environnement.
- Ministère de l'environnement (M.D.E.). (1999 a). Programme de formulation de la politique de l'eau, 1999 a (Rapport final)
- Ministère de l'Environnement (M.D.E.). (1998). Haiti et Environnement: indicateurs de base.
- Ministère de l'Environnement (M.D.E.). (1997). Haiti dans le dernier carré, actes du colloque sur la gestion des aires protégées et le financement de la conservation de la biodiversité.
- Ministère de l'Environnement (M.D.E.). (1999). Programme de formulation de la politique de l'eau. Rapport principal.
- Ministère de l'Éducation Nationale de la Jeunesse et des Sports (M.E.N.J.S.). (1998) Le Plan National d'Éducation et de formation, présentation et points de vue des acteurs.
- Metz, B., O.R. Davidson, J-W Martens, S.N.M. van Rooijen and L.V.W. McGrory. (2000). Methodological and Technical Issues in Technology Transfer. A Special report of IPCC Working Group III. Cambridge University Press, New York, N.Y., USA, 466p.

- Millich, I. (1999). The role of methane in global warming: where might mitigation strategies be focused?. *Global Environmental Change*. Vol. 9 No.3: 179-201.
- Nova, H. (1992). Evapotranspiration calculations using the AMOR model. *Climate changes and evapotranspiration modelling*. NHP Report 31. The Nordic Coordinating Committee for Hydrology. (pag. 85-98)
- Organisation Panaméricaine de la Santé et al. (1999). *Analyse de la situation sanitaire ; Haiti 1998*.
- Parry, M. y T. Carte. (1998). *Climate impact and adaptation assessment. A guide to the IPCC approach*. Earthscan Publication, London, 166 pp.
- Planos, E. (1996a). Evaluación y estrategias para la gestión de los recursos hídricos en la República de Cuba. Conferencia Evaluación y estrategias de gestión de recursos hídricos en América Latina y el Caribe. Organización Meteorológica Mundial-Banco Interamericano para el Desarrollo. San José Costa Rica. (pag. 119-124).
- Planos E., González, P., Huerta, J. (1995). *La Hidrología Operativa: Base para el desarrollo de la hidrología aplicada y de los aprovechamientos hidráulicos. Experiencia cubana*. <http://unesco.org.uy/phi/libros/cuba/tapa/html>. ORCYT-Unesco
- Planos, E. (2001). Vulnerabilidad y Adaptación al cambio climático en el sector de los recursos hídricos de la Republica Dominicana. Informe de consultoría.
- Planos, E. (2001). Evaluación de la vulnerabilidad y la adaptación al cambio climático en el sector de recursos hídricos de la República Dominicana. Informe de Consultoría, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Santo Domingo.
- Programme des Nations Unies pour le Développement. (2000). *Rapport mondial sur le développement humain*, De Boeck Université, 2000, Paris, Bruxelles.
- Programme des Nations Unies pour le Développement . (1998) *La Gestion de l'Environnement en Haïti, Réalités et Perspectives*.
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (1996). *Handbook on Methods for Climate Change Impact Assessment and aptation Strategies*. Draft Version 1.3
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente et al. (1990). *Desarrollo y Medio Ambiente en América Latina. Una visión evolutiva*.
- Ramnathan, R. (1999). Selection of appropriate greenhouse gas mitigation options. *Global Environmental Change*. Vol. 9 No.3: 203-210.
- Riábchikov, A. M. (1976). *Estructura y Dinámica de la Esfera Geográfica*. Editorial Mir, Moscú.
- Rivero, R. E. (1999). *Modelo Integrado del Impacto Agrícola de los Cambios Climáticos: Un Estudio de Caso en Camaguey, Cuba*. Informe Científico Técnico, Centro Meteorológico de Camaguey, Camaguey
- Rivero, R. E. (2000). *Modelo del Impacto Forestal de los Cambios Climáticos. Segunda Versión*. XIII Tercer Forum de Ciencia y Técnica, Centro Meteorológico de Camaguey, Camaguey.
- Rivero, R. E. (2001). *Evaluación del Impacto de los Cambios Climáticos Sobre la Agricultura y los Bosques*. Taller de Vulnerabilidad y Medidas de Adaptación al Cambio Climático, Santo Domingo, 2 al 6 de Abril 2001.
- Rivero, R. E., N. E. Rivero y R. R. Rivero. (1998). *Modelo Bioclimático para la Evaluación de los Bosques y del Impacto de los Cambios Climáticos Sobre Estos en Cuba*. II Congreso Forestal Camagüeyano, Universidad de Camaguey, Camaguey.
- Rivero, Z. I. y R. E. Rivero. (1998). *Evaluación Comparada del Efecto Directo de la Concentración Atmosférica de CO<sub>2</sub>, en Condiciones del Cambio Climático, Sobre los Rendimientos y Uso del Agua en Gramíneas Tropicales C3 y C4*. Informe Científico Técnico, Universidad de Oriente / Centro Meteorológico de Camaguey, Camaguey.
- Rivero, Z. I. y R. E. Rivero. (2000). *Impacto de los cambios climáticos, con y sin inclusión del efecto de fertilización por CO<sub>2</sub>, sobre los pastizales camagüeyanos sometidos a explotación ganadera*. XIII Forum de Ciencia y Técnica, Centro Meteorológico de Camaguey, Camaguey.
- Rivero, R. E., R. R. Rivero, M. Sánchez, A. Alvarez, G. Gómez et al. (1998). *Agricultura y Selvicultura*. En *Evaluación Rápida del Impacto del Cambio Climático en Cuba* (T. Gutiérrez, A. Centella y M. Limia, Eds.), Instituto de Meteorología, La Habana.
- Rivero, R. E., R. R. Rivero, N. E. Rivero, M. Sánchez, A. R. Roque, D. R. García and E. C. Lavado. (2000). *Preliminary Assessment of the Biophysical Impacts of Climate Change On Forests and Main*

- Crops in Camaguey, Cuba. International Workshop on National Assessments Results of Climate Change: Impacts and Responses, San José.
- Rivero, R. E., R. R. Rivero, M. Sánchez, A. Alvarez, G. Gómez et al. (1999). Agricultura y Selvicultura. En Impactos del Cambio Climático y Medidas de Adaptación en Cuba. Informe Final Proyecto No. FP / CP / 2200-97-12, Instituto de Meteorología, La Habana
- Rivero, R. E. y R. R. Rivero. (1992). Metodología Para la Estimación Indirecta de los Términos del Balance de Radiación, Hídrico y Energético de la Superficie Activa, y Sus Índices Climáticos Principales. Informe Científico Técnico, Centro Meteorológico de Camaguey, Camaguey.
- Rivero, R. R. y R. E. Rivero. (1998). Un Nuevo Tipo de Escenarios Climáticos: Los Escenarios Semisintéticos. XII Forum Municipal de Ciencia y Técnica, Camaguey.
- Roar Saelthun. (1992). Modelling hydrological effects of climate change. Climate changes and evapotranspiration modelling. NHP Report 31. The Nordic Coordinating Committee for Hydrology. (pag. 73-80)
- Salabarría, D. (1997). Vulnerabilidad de los ecosistemas insulares. II Conferencia Regional Convención Mundial para la Lucha contra la desertificación y la sequía. La Habana, Cuba.
- Sellers, W. D. (1970): Physical Climatology. Instituto del Libro, La Habana.
- Shiklomanov, I. A. (1998). Comprehensive Assessment of the Freshwater Resources of the World. World Meteorological Organization-Stockholm Environment Institute.
- Singh, B., J. Boivin, G. Kirkpatrick, B. Houle and B. Hum. 1994. The Surface Energy and Water Balance System (SEWBS): a computer-assisted approach to irrigation scheduling. West Indian Journal of Engineering. Vol. 17, No. 1, 29-45.
- Singh, B., J. Boivin, G. Kirkpatrick, B. Houle, and B. Hum. 1995. Automatic Irrigation Scheduling System (AISSUM): Principles and Applications. Journal of Irrigation and Drainage Engineering. Vol. 121, No. 1, 43-56.
- Sokolov, A.A. y T.C. Chapman. (1981). Métodos de cálculo del balance hídrico. Guía internacional de métodos de investigación (versión en Español). Instituto de Hidrología de España-UNESCO
- Toussaint, R. (1998). La situation de la Biodiversité d'Haiti à l'aube de 1998: Quel Bilan ?, in: ECMU/PNUD, La gestion de l'Environnement en Haiti; réalités et perspectives, Haiti-Econet (Edition spéciale).
- Toussaint, R.(1998a) Diversité biologique et Environnement, in MDE, Résumés des documents thématiques.
- Tsuji, G., Y. G. Uehara and S. Balas (Eds.) (1994). DSSAT V.3. University of Hawaii, Honolulu.
- UKMO (1998). Climate change and its impacts: a global perspective. Dept of the Environment, Transport and the Regions, The Meteorological Office, Bracknell.
- UNESCO – OMM .(1997). ¿Hay suficiente agua en el mundo?. Día Mundial del Agua. [www/http/unesco.org.uy](http://unesco.org.uy)
- United Nations Environment Program. (1996). Handbook on methods for climate change impact assesment and adaptation strategies. Draft, version
- Victor, J-A. (1998) Le droit de l'Environnement en Haiti, in: ECMU/PNUD, La gestion de l'Environnement en Haiti; réalités et perspectives, Haiti-Econet (Edition spéciale), 1998.
- Villard, P. (2000). L'effet de serre, le principe in: *Le Progrès(Supplément)*.
- Vinner D. and Hulme M. (1992). Climate change scenarios for Impact studies in the U. K. Climatic Research Unit, UEA, UK.
- Vinner D. y Hulme M, (1993). Construction of climate change scenarios by linking GCM and STUGE output. Technical Note No. 2, Climate Impacts LINK Project, Climate Research Unit, University of East Anglia, 20 pp.
- Watson, R., M.C. Zinyowera, R.H. Moss and D.J. Dokken. (1996). CLIMATE CHANGE 1995. Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change: Scientific-Technical Analyses. IPCC Second assessment Report. Cambridge University Press., London, 878p.
- Wigley et al. (2000). Technical Manual of MAGICC
- Wolf. J. and C. A. van Diepen. (1993). Effects of Climate Change on Crop Production and Land Use in the Rhine Basin. In Climate Change: Crops and Terrestrial Ecosystems (S. C. van de Geijn, J. Goudriaan and F. Berendtse, Eds.), Agrobiologische Thema's 9, 71 - 75.

