



Etude sur les impacts, la vulnérabilité et l'adaptation de la Martinique au changement climatique

Rapport Intermédiaire

25 octobre 2011.

CLIMPACT

Ce document est le rapport intermédiaire de l'étude sur les impacts, les vulnérabilités et les stratégies d'adaptation de la Martinique au changement climatique.

SOMMAIRE

A	Introduction et contexte de l'étude.....	5
B	Caractérisation et vulnérabilités actuelles du territoire	6
1.	Les éléments naturels	6
1.1.	Les éléments statiques de l'environnement.....	6
1.2.	L'air.....	8
1.3.	Le climat.....	8
1.4.	L'eau	9
1.5.	Biodiversité et milieux naturels	10
1.6.	Dynamiques et risques	12
2.	Le développement des activités humaines	16
2.1.	Population, occupation du sol et paysages.....	16
2.2.	Population et santé	20
2.3.	Mobilité, réseau et cadre de vie	21
2.4.	Activités économiques.....	24
2.5.	Les politiques de développement et de gestion de l'environnement.....	31
2.6.	Dépendance en énergie et en ressources premières énergétiques	38
2.7.	Les enjeux et dynamiques face au climat.....	39
3.	Vulnérabilités actuelles au climat.....	40
3.1.	Historique général	40
3.2.	Expositions passées et perspectives	41
3.3.	Synthèse des vulnérabilités actuelles de la Martinique aux changements climatiques	46
C	Scénarios de vulnérabilités futures au changement climatique.....	49
1.	Scénarios de perspectives socio-économiques	49
1.1.	Démographie.....	49
1.2.	Urbanisation et pressions sur les ressources	50
1.3.	Les écosystèmes	50
1.4.	Prospective économique.....	51
1.5.	Autres études	52
2.	Scénarios climatiques	53
2.1.	Des changements observables	53
2.2.	Méthodologie pour la projection des données climatiques futures.....	54
2.3.	Résultats des projections climatiques.....	57
2.4.	Autres résultats	62
3.	Analyse des vulnérabilités futures potentielles.....	64
3.1.	Méthode et présentation des résultats	64
3.2.	Revue des impacts.....	64
3.3.	Analyse de la transversalité des impacts futurs	78
3.4.	Analyse des vulnérabilités futures	82

D	Evaluation économique des impacts du changement climatique	87
1.	Objectifs de l'évaluation économique	87
2.	Méthode et enjeux	87
2.1.	Concepts et méthodologie	87
2.2.	Limites des hypothèses de travail	88
3.	Résultats à l'échelle du territoire	89
3.1.	Estimation globale : les tempêtes, le tourisme et les infrastructures.....	89
3.2.	Agriculture.....	90
3.3.	Ecosystèmes et biodiversité.....	91
3.4.	Submersion	92
3.5.	Synthèse.....	93
E	Vers l'identification des stratégies d'adaptation	95
F	Bibliographie.....	97
G	Annexes.....	101

A Introduction et contexte de l'étude

Dans le cadre de l'élaboration du Schéma Régional Climat Air Energie, la région de Martinique a lancé à travers la DEAL **une étude sur la vulnérabilité et les impacts et l'adaptation de son territoire au changement climatique**, en vue d'identifier les stratégies prioritaires d'adaptation au changement climatique. Ce panel de stratégies constituera une base importante pour **l'élaboration du volet Climat du SRCAE**.

Au niveau national, les volets atténuation des plans climat sont plus souvent développés que les volets adaptation. Ainsi, les guides méthodologiques sont économes en illustrations territorialisées. Cela est en partie imputable aux enjeux propres à l'adaptation. Une incertitude certaine, des horizons lointains, des connaissances rarement locales, une approche nécessairement transversale et des concepts nouveaux entravent l'initiation de projets de réflexion et d'élaboration de stratégies d'adaptation des territoires.

Il est pourtant **urgent d'anticiper l'adaptation au changement climatique** compte tenu de l'inertie des secteurs exposés. Par ailleurs, cette réflexion est d'autant plus bénéfique que certaines actions d'adaptation contribuent à renforcer la **résilience** du territoire, quelles que soient les projections climatiques et leurs incertitudes. En outre, de nombreuses études internationales montrent qu'il est très souvent plus rentable de mettre en œuvre des actions d'adaptation plutôt que de faire face aux impacts, autrement dit que **l'inaction engendre à terme des coûts plus importants que ceux de l'action**.

C'est donc dans ce contexte que la DEAL de Martinique a lancé la réalisation d'une étude sur les vulnérabilités, les impacts et les stratégies d'adaptation de son territoire. Il est à ce titre précurseur et cette volonté témoigne également de la place importante que tiennent l'environnement et les relations avec la société en Martinique. Cette étude a pour but de fournir des éléments permettant **d'éclairer la décision publique et de sensibiliser l'ensemble des acteurs du territoire**.

L'analyse de la vulnérabilité d'un territoire s'appuie sur les **concepts comme définis par le GIEC** (www.ipcc.ch). La vulnérabilité est fonction de l'exposition à un aléa climatique, la sensibilité et les capacités d'adaptation du territoire. Cette étude s'appuie donc sur les études existantes au niveau du territoire et aux niveaux supra territoriaux. Après avoir analysé les vulnérabilités actuelles au changement climatique, l'analyse des projections climatiques permet de dégager les principaux impacts futurs potentiels sur le territoire, en termes de risques, de coûts et de bénéfices. Ce diagnostic est accompagné d'une évaluation économique de certains de ces impacts afin de fournir des données de sensibilisation quantifiées. Enfin, la dernière partie constitue une analyse des stratégies d'adaptation possibles et prioritaires pour le territoire.

Ce document de travail constitue **le rapport intermédiaire de l'étude**. Il est destiné à fournir une vision des impacts du changement climatique en Martinique et propose également une première liste de questions fondamentales et enjeux principaux pour la Martinique face au changement climatique, en vue de l'identification de stratégies d'adaptation principales et prioritaires qui pourrait contribuer à l'élaboration du SRCAE de Martinique.

B Caractérisation et vulnérabilités actuelles du territoire

La Martinique est un des départements d'outre mer de la France, situé dans les Petites Antilles, dans la mer des Caraïbes. Le territoire est marqué par une forte hétérogénéité environnementale, sociale et économique liée à la présence du littoral, à l'exposition Atlantique/Caraïbes, au contexte géologique Nord/Sud et à la diversité des paysages bioclimatiques (monts, mornes et plaines). Sa forte densité de population (356 contre 118hab/km² au niveau national) est d'autant plus élevée sur son littoral qui accueille une activité économique largement dominée par le secteur des services. Fort de France, capitale régionale et économique, et ses communes voisines attirent une population toujours plus nombreuse.



Carte IGN de la Martinique (IGN)

1. Les éléments naturels

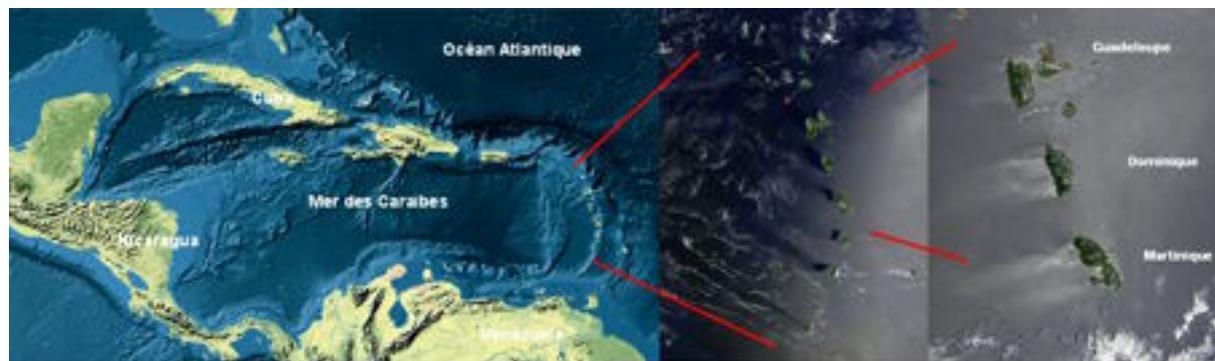
Avant d'analyser les activités humaines présentes sur le territoire de la Martinique, il est nécessaire de comprendre les éléments naturels qui le composent.

1.1. Les éléments statiques de l'environnement

La géologie et la pédologie sont essentielles à la compréhension de l'organisation des paysages qui composent la Martinique. L'échelle de temps de ces éléments leur confère une certaine staticité vis-à-vis de l'environnement et du changement climatique projeté.

1.1.1. Contexte géologique

La Martinique appartient à l'arc des Petites Antilles. Sa formation est liée au phénomène de subduction de la plaque Atlantique sous la plaque des Caraïbes, qui entraîne une activité volcanique le long de cet arc depuis environ 50 millions d'années.



La Martinique au sein des Caraïbes (CLIMPACT, à partir de Jacques Descloitres, MODIS Rapid Response Team, NASA/GSFC, et Serge Jodra).

La **géologie de la Martinique** présente donc des **formations volcaniques** qui, selon leurs âges, leurs types (effusif et explosif) et les phénomènes de sédimentation et d'érosion successifs, se

concrétisent par des **reliefs variés** : mornes, monts, dômes, ravines... Trois grandes zones peuvent être distinguées (Sources : BRGM, Khamsouk 2001, Colmet-Daage et Lagache 1965) :

- la **partie nord montagneuse** avec des centres volcaniques récents : composés de types de substrats géologiques variés : cendres, ponces et laves basalte, andésite, dacite et rhyolite.
- la **partie Centrale avec un graben** (fossé tectonique) ouvert sur la baie de Fort de France : formations intermédiaires volcano-sédimentaires avec bancs de calcaire et brèches pyroclastiques.
- et la **partie sud avec des centres anciens érodés** : principalement constitués de formations détritiques volcano-sédimentaires (tuff lités).

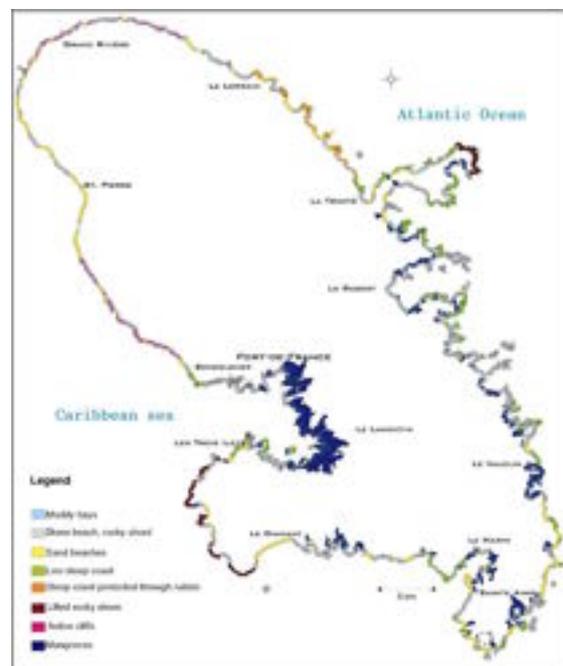
1.1.2. Orographie

En fonction des substrats présents et des variations spatiales et temporelles des **phénomènes d'altération**, la Martinique présente un **relief irrégulier** qui peut être décomposé en trois ensembles (Sources : Khamsouk 2001, DIREN 2009, Schleupner 2009, Saffache 1999) :

- la **partie sud, essentiellement composée de mornes**, anciens massifs volcaniques d'altitude moyenne (Morne Larcher à 477m et Montagne du Vauclin à 504 m) ;
- la **partie Centrale, composée de plaines fragmentées** (plaine du Lamentin) ;
- la **partie nord, composée de reliefs de haute altitude et accidentés**, comprenant notamment la Montagne Pelée (1397 m) et les Pitons du Carbet (1196 m) ;

Enfin la nature différente des substrats explique les **trois grands types de faciès littoraux présents** : les côtes rocheuses au nord, nord-est, les littoraux sableux au sud, sud-ouest et les mangroves.

Par ailleurs, le **plateau continental côté Atlantique est peu profond**, contrairement au côté Caraïbes qui offre un plateau insulaire particulièrement étroit avec des pentes rocheuses accores.



Les différents types de côtes de Martinique (Schleupner 2009)

1.1.3. Pédologie

En Martinique, le processus majeur **d'altération chimique des minéraux est très dépendant du climat tropical humide et de ses précipitations abondantes**. Il en résulte des **sols variés**. Ainsi il est fréquemment distingué 7 grands groupes de sols répartis en deux grandes familles (Sources : BRGM, Khamsouk 2001, Colmet-Daage et Lagache 1965, Albrecht et al. 1992) :

- **les sols évoluant sur les formations volcaniques anciennes** (vertisols, ferrisols et sols ferrallitiques) : sur des matériaux originels peu perméables, ces sols très évolués présentent un bon drainage interne et de bonne teneur en matière organique et argiles, ils sont fertiles ;
- **et les sols sur formations volcaniques récentes**, regroupant des sols peu évolués sur cendres et ponces, andosols, sols brun-rouille à halloysite et sols sur alluvions : sur des matériaux originels très perméables, ils présentent une teneur en sable supérieure, et une forte humidité, ils sont fertiles.

La teneur relativement élevée en **argiles** des terrains volcaniques altérés rend ces sols peu sensibles au phénomène de battance.

Ces sols sont **soumis à diverses sources de pollution** d'origines industrielle, de décharges, des stations d'épuration, ou d'origine agricole ; la plus connue étant la pollution à la chlordécone qui reste effective (après avoir été supprimée des exploitations en 1993) du fait de la stabilité de la molécule dans les sols et des transferts de terre qui favorisent sa dispersion sur le territoire. De plus, les sols ferrallitiques et andosols à allophane sont moins sensibles à la pollution par les nitrates du fait de leur dilution par les flux importants et par leur capacité d'échange anionique (Cabidoche et al, 2002).

1.2. L'air

La surveillance de l'air est assurée par l'Association Madinair depuis 1998. La **pollution atmosphérique d'origine humaine** est principalement imputable à la combustion de dérivés du pétrole (centrales électriques et raffinerie), à la dense et croissante circulation automobile, à l'exploitation des carrières et au transport de matériaux, et à l'épandage de pesticides. On retrouve donc dans l'air une certaine concentration en oxyde de soufre, oxyde d'azote, monoxyde de carbone, poussières, et aérosols. La répartition de certains de ces composants est très localisée : les activités industrielles sont plutôt dans le centre, et l'axe routier nord-sud vers Fort de France concentre le transport de matériaux (Sources : DIREN, 2009, Madinair 2009).

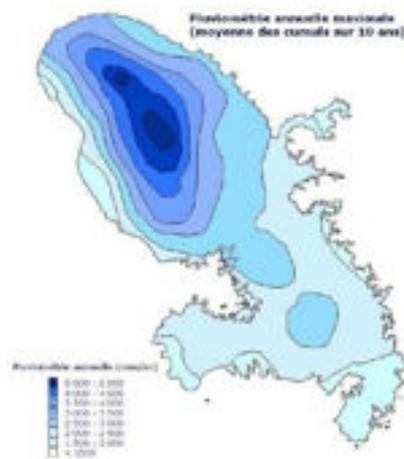
Les enjeux de la qualité de l'air sont cependant sensiblement différents de ceux rencontrés en métropole (Madinair, entretien). Ainsi la **présence des alizés et l'instabilité relative de l'atmosphère ralentissent la formation d'ozone**. La valeur de fond en ozone est donc bien inférieure au taux mesuré en métropole. Par contre, les alizés apportent assez fréquemment des **brumes de sable du Sahara**, principalement durant la saison sèche et chaude.

La pollution entraîne des **impacts sanitaires importants**, en particulier des troubles des voies respiratoires. Les poussières, notamment brumes de sables, entraîneraient des problèmes cardio-vasculaires non négligeables (étude en cours).

Enfin, ponctuellement, **les courants marins apportent des bancs d'algues** qui viennent se déposer sur les côtes de Martinique. Certaines de ces algues sont nocives pour l'environnement et la santé humaine. Ainsi, les algues des « Sargasses » (appelées ainsi du fait de leur lieu de prédilection dans la Mer des Sargasses au nord des Caraïbes, par concentration des algues par les courants circulaires de l'Atlantique) possèdent des « aérocystes » flotteurs qui en s'échouant libèrent du gaz de sulfure d'hydrogène.

1.3. Le climat

Le **climat de Martinique est de type tropical maritime**, fortement influencé par l'Anticyclone des Açores et la Zone de Convergence InterTropicale. Deux saisons se distinguent franchement de par leur régime de pluie (la température restant constante à 3, 4°C d'écart) : **la saison sèche « carême » et la saison des pluies « hivernage », entrecoupées de « saisons de transition »** (Sources : Météo France, DIREN 2009).



Durant le carême, le régime anticyclonique domine de février à avril. Les alizés sont soutenus, le temps ensoleillé et peu pluvieux, et les températures maximales de 28 à 30°C.

L'hivernage a généralement lieu de juillet à octobre lorsque l'Anticyclone des Açores remonte vers le nord et que les alizés diminuent. L'humidité est très forte, les averses nombreuses et intenses, l'air chaud, et les températures maximales de 31 à 32°C. Durant cette période, les ondes tropicales venues d'Afrique peuvent évoluer en dépression ou tempête tropicale et parfois en ouragan.

L'orographie et l'exposition côté atlantique expliquent en partie les variations spatiales observées sur le territoire.

L'alimentation en eau potable se fait à 93% à partir de prélèvements des eaux superficielles. Il en résulte des conséquences significatives sur les débits des rivières (voir Partie Alimentation en eau). Les eaux superficielles alimentent la totalité des eaux d'irrigation qui représentaient en 1997 20 millions de m³ par an, pour 4077 hectares irrigués, dont 60% dans le périmètre situé dans le sud-est. (SAEP, Conseil général).

Le réseau hydrographique et les zones humides de Martinique (DIREN 2009)

1.4.2. Les eaux souterraines

Les aquifères de Martinique sont principalement volcaniques et volcano-sédimentaires. Trois grands types se distinguent (Sources : Khamsouk 2001, DIREN 2009, BRGM 2008) :

- les aquifères calcaires du sud semblent présenter de très faibles volumes et les écoulements de surface sont faibles, ils contribuent aux faibles débits d'étiage des cours d'eau.
- dans le centre, certaines présentent des perméabilités de fissures et sont étendues et pourraient donc présenter un bon potentiel, mais le contexte complexe est encore en étude.
- dans le nord, les aquifères volcaniques situées dans les formations géologiques plus récentes semblent présenter de bonnes capacités de réserves selon les précipitations (moins importantes côté atlantique), écoulements de surface (moins importants côté caraïbes). Ainsi côté ouest de la Montagne Pelée, l'essentiel des transits d'eaux est réalisé de manière souterraine.

Le **contexte hydrodynamique est encore peu connu**, une étude est en cours pour caractériser le comportement des aquifères et les ressources potentielles. Actuellement, seuls 7% de l'eau potable provient de prélèvements souterrains. (voir Partie Alimentation en eau).

1.4.3. Les eaux littorales

La température de l'eau oscille entre 20°C et 26°C. Du fait des précipitations importantes en hivernage et des régimes torrentiels de certains cours d'eau, la **qualité des eaux superficielles a une influence considérable sur la qualité des eaux du littoral.** L'**hyper sédimentation** des baies liée aux activités industrielles, agricoles et urbaines est l'enjeu principal. Le dragage des embouchures participe à l'apport de sédiments dans les zones marines éloignées. De plus, l'Amazone déverse de plus en plus de sédiments (déforestation) qui viennent augmenter la turbidité des eaux marines. Enfin, le problème d'assainissement des eaux usées en Martinique est important : plus de 50% des ménages ne sont pas raccordés, et près de 50% des eaux rejetées par les stations ne sont pas conformes. (Sources : Météo France, Saffache 1999, DIREN 2009)

La qualité des eaux de baignade est donc impactée par ces **pollutions diverses** : prolifération des algues, contaminations des ressources halieutiques en métaux lourds et pesticides, ... Le suivi de la qualité des eaux est en fort développement.

1.5. Biodiversité et milieux naturels

Du fait de la variabilité spatiale et temporelle des éléments physiques, la Martinique présente une diversité biologique remarquable.

La Martinique : un « hotspot » de la biodiversité menacé.

323 espèces de fougères, 396 espèces d'arbres, 202 taxons d'orchidées, 600 espèces de mollusques marins, 9 espèces de reptiles terrestres indigènes, 60 espèces d'oiseaux nicheurs, ... Cette diversité évolue et plusieurs espèces se sont éteintes (aras, perroquets, flamant rose, phoque moine, rat pilori, lamentein, boa constrictor, ...) et d'autres sont menacées (tortues marines, iguane des petites Antilles, 56 espèces d'arbres, 42 taxons d'orchidées, ...).

DIREN Dossier de presse de la manifestation « journée de rencontres sur la préservation de la biodiversité en Martinique » du 29 avril 2004.

1.5.1. Les écosystèmes terrestres

Quatre grands ensembles de **formations végétales** peuvent être distingués (Sources : DIREN 2009, SDAGE, IFN 2009, Maillard 2004) :

- les **forêts sèches ou xérophiles, situées au sud de l'île**, avec leurs formes dégradées allant jusqu'à la savane : elles se rencontrent plus que très rarement sur des mornes isolées
- les **forêts moyennement humides ou mésophiles : rare dans les Petites Antilles**, elles sont bien représentées au nord, et à préserver dans le sud.
- les **forêts humides ou hygrophiles des hauts reliefs dans le nord**, sont plutôt bien préservées mais soumis aux aléas naturels (cyclone, glissements de terrain,...)
- les **forêts d'altitude**, qui colonisent les dômes volcaniques récents.

Les forêts occupent 42% du territoire. Avec 22 435 ha, la forêt moyennement humide ou humide est le type forestier le plus répandu. Les forêts sèches hautes et les forêts sèches basses, avec respectivement 10 314 et 8 437 hectares, constituent les deuxième et troisième types les plus étendus. (IFN, 2009).

Ces forêts sont très **dégradées par l'élevage et le déboisement**, celles en altitude sont plus préservées. Ce sont les **écosystèmes terrestres littoraux qui sont les plus menacés** par l'urbanisation croissante et la fréquentation du public (fragmentation et pollution principalement), fragilisant les habitats pour des espèces animales spécifiques (oiseaux marins sur les îlets par exemple).



La Martinique vue du ciel (SDAGE 2010)

1.5.2. Les écosystèmes marins du littoral

Trois grands types d'écosystèmes marins littoraux peuvent être distingués :

- les **mangroves** sur plus de 40 km de linéaire, **21 km²**, dans la baie de Genipa et côté sud Atlantique : en phase de progression sur la mer mais soumises aux fortes pressions foncières de la zone économique de Fort de France ;
- les **herbiers de phanérogames marines, ou « prairies marines »** sur **près de 50 km²** dans les baies et hauts-fonds du sud à l'abri des récifs, ont une productivité élevée ;
- les **formations récifales** sur plus de 70 km de linéaire et **55 km²**, le long des côtes sud et sud Atlantique : bien développées face aux houles, entrecoupées par les vallées fluviales au sud, et nécrosées dans les baies abritées du sud-ouest.



Ces trois écosystèmes rendent des **services indispensables pour le territoire** : base de l'alimentation pour certaines espèces, lieu de reproduction ou d'habitat, rôle de filtrage et épuration des eaux, rôle de fixateur de sédiments, rôle protecteur tampon contre les événements extrêmes,...

Ces écosystèmes sensibles sont notamment soumis à des **pollutions de leur environnement** par envasement, ensablement et par la prolifération d'algues et d'autres espèces compétitrices.

Des récifs de coraux en Martinique vue du ciel (SDAGE 2010)

1.6. Dynamiques et risques

Certains de ces éléments naturels présentent des dynamiques plus rapides. Il s'agit de l'évolution du trait de côte, des inondations, de l'érosion des sols et des mouvements de terrains.

1.6.1. Ruissellement et érosion des sols

Plusieurs phénomènes participent à l'**érosion croissante des sols** : le défrichement, l'urbanisation croissante et les techniques agricoles.

Le **défrichement des terres** pour la conversion en terres urbanisées ou agricoles est un enjeu important. En effet, les végétaux arborés contribuent significativement au maintien des sols, notamment dans les secteurs pentus sujets à l'érosion.

L'**urbanisation croissante des terres** a une double conséquence : elle explique une part des défrichement, et engendre souvent des terres artificialisées imperméables qui amplifient le ruissellement lors des périodes de précipitations et augmente les risques d'érosion en aval.

Par ailleurs, les sols de Martinique sont plus ou moins riches en **matière organique**, ce qui peut expliquer la stabilité du sol. Par exemple, les zones où l'activité de maraîchage s'est développée (notamment dans le sud), le taux de matière organique a diminué, engendrant des sols moins stables et plus sujets à l'érosion. Ses volumes de sédiments se retrouvent dans les exutoires des rivières, participant à l'envasement de certaines baies. Les prairies semblent permettre d'augmenter le stock organique des sols au cours des années (Albrecht et al. 1992). Enfin suivant les **techniques agricoles**, l'érosion des sols peut être plus ou moins ralentie (paillage avec résidus des récoltes...).

1.6.2. Inondations

Le climat tropical, l'orographie et la nature du terrain impliquent la **forte exposition aux risques d'inondation** en Martinique. Le BRGM en répertorie plusieurs types :

- **les inondations pluviales** : lorsque l'exutoire n'offre pas ou plus une capacité d'évacuation suffisante (imperméabilisation des terres, ruissellement intense, pentes faibles, saturation des sols,...) ;
- **le débordement de cours d'eau** généralement en aval : par augmentation du débit jusqu'à submersion des berges ou digues ou remontée de l'eau dans les réseaux d'assainissement ;
- **la crue torrentielle** : le débit du cours d'eau déjà élevé est enrichi par une importante charge solide (arrachement des berges, apport de sédiments, ruissellement important,...) ; elle peut évoluer vers une lave torrentielle lorsque la densité du fluide devient très élevée, augmentant son pouvoir destructeur ;
- **la rupture d'embâcle** : lorsqu'un ouvrage naturel obstruant le cours d'eau est rompu provoquant une onde de crue importante.

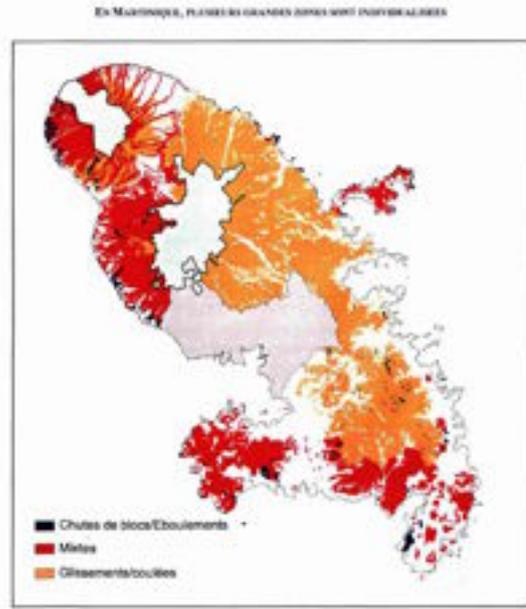
Cet aléa peut être **doublé avec l'aléa mouvements de terrains** qui peut favoriser la formation des embâcles et la mise en suspension de volumes importants de sédiments ou débris.

La nature très encaissée des rivières des Monts du **nord de l'île** et le substrat peu cohérent peuvent augmenter la probabilité d'occurrence des phénomènes de **crues et laves torrentielles**. Les pentes plus faibles et les lits plus larges des rivières dans le **sud et côté Atlantique impliquent une exposition plus élevée aux inondations pluviales**. Enfin, les débordements des cours d'eau peuvent avoir lieu très fréquemment dans les parties en aval des rivières.

1.6.3. Mouvements de terrain

L'altération des terrains volcaniques implique un teneur en **argiles** différenciée suivant la nature et l'âge du substrat. Le sud et l'est ont un sol a priori plus riche en argiles. Ce sont des matériaux très plastiques, notamment sensibles à l'eau, provoquant gonflement, retrait et tassement. Ces mouvements peuvent être importants et provoquent des sinistres au niveau des éléments présents sur ces formations.

Les mouvements de terrain sont nombreux en Martinique : glissement de terrains (déplacement d'une masse le long d'une surface de rupture), coulées de boues (mise en mouvement de matériaux dont la teneur en eau augmente), et éboulements peuvent avoir lieu dans une grande partie de l'île. Le BRGM a effectué un travail de caractérisation de l'aléa.



- **Au nord**, sur les reliefs des Monts, l'instabilité provient principalement de la nature des substrats peu cohérents (nuée, ponces,...) et de la nature très encaissée des cours d'eau. Selon les précipitations (plus humide côté caraïbes), **les glissements tendent vers des coulées de boues ou l'éboulements de blocs.**

- **A l'ouest**, les terrains sont moins altérés et on observe des **glissements et éboulements de blocs près des côtes.**

- **Au sud-est**, les terrains très altérés sont plus argileux et les fortes pentes peuvent engendrer des **glissements-coulées.**

- **Au sud et sud-est**, le climat plus sec et les terrains moins altérés impliquent des **glissements de terrain et chutes de blocs.**

Cet aléa peut être **doublé avec l'aléa inondation** qui peut provoquer l'initiation des glissements de terrain par désolidarisation des couches.

La situation géodynamique de la Martinique engendre une forte **activité sismique** et volcanique. Les conséquences sont variées du fait de la nature du sol : liquéfaction (perte de résistance du matériau), mouvements de terrain de type glissements et éboulements, ...

Les risques de mouvements de terrain en Martinique (BRGM)

1.6.4. Côtes et géomorphologie

Trois grands types de côtes se distinguent (DIREN 2009) :

- « une **côte au vent orientée** à l'est dont la moitié nord peu découpée est battue par la houle atlantique alors que la partie sud très découpée est protégée par une barrière récifale et des récifs frangeants ;

- une **côte abritée sous le vent** dont la moitié nord plonge verticalement dans une mer profonde ; elle est peu découpée alors que le sud offre une vaste baie présentant de nombreux hauts fonds et bordée de zones marécageuses ;

- une **côte méridionale peu exposée** et relativement découpée partiellement protégée par une plateforme immergée à 10 mètres de profondeur environ. »

Le **trait de côte de la Martinique évolue**. « Au nord-ouest de l'île, un recul moyen de 25 à 35 m a été mesuré : aux effets des vagues et des courants se sont ajoutés les prélèvements des carriers. Au sud au contraire, dans le cul-de-sac du Marin, la progression des côtes atteint 30m ; l'évolution des modes d'occupation du sol semble avoir joué un rôle dans ce domaine » (Saffache 1999).

Schleupner (2007) a mené un travail d'analyse spatiale de la vulnérabilité des côtes de la Martinique aux phénomènes d'inondation et érosion. Elle montre que, actuellement, **44% du trait de côte présente un risque élevé d'inondation et érosion côtière** (c'est à dire que les éléments présents sur les zones fréquemment exposées sont à fort enjeu) : 170km² présenteraient un risque élevé aux inondations. Sur ces 170km², 62% des infrastructures de la Martinique et 50% de sa population sont localisées.

La côte Atlantique, le Prêcheur et le Robert apparaissent comme très vulnérables face aux risques naturels du littoral. (Agence des 50 pas)

Erosion

La **côte caraïbes, en particulier au nord, est sujette au phénomène d'érosion**. Le fossé abrupte caribéen implique qu'il n'y a pas de réserves pour alimenter les dynamiques sédimentaires marines, et que la dérive littorale est très faible, ce qui rend le phénomène irréversible. De plus, les houles non amorties par les récifs coralliens conservent leurs énergies érosives. Ainsi, certaines plages ont vu leur trait de côte reculer de 35 mètres en 40 ans, d'autres de 400 mètres en 4 siècles... Les communes du Prêcheur, Carbet et de Saint-Pierre sont particulièrement touchées. **Côté atlantique, les dynamiques sédimentaires latérales expliquent une certaine plasticité du trait de côte**.

Plusieurs phénomènes participent aux érosions marines des côtes de la Martinique (Saffache, entretien) :

- les **activités de prélèvements des sables** dans les rivières en amont et aval qui, en temps normal contribuent naturellement à la recharge du stock sédimentaire des plages ;
- la **nature fragile du substrat peu cohérent et de faible densité** : nuées, ponces, dépôts alluviaux sont plus fragiles que les autres roches massives de type andésite ;
- l'**historique volcanique** qui a tendance à appuyer une certaine subsidence vers le nord;
- les **passages des ouragans** : lors des tempêtes, des portions de plus de 5 mètres peuvent être arrachés/excavés ;
- la **montée du niveau de la mer** qui amplifie la surface de terres exposées.

Progradation

L'**envasement des baies**, notamment dans le sud, est en partie imputable à l'**érosion des sols** en amont des rivières (voir partie Erosion des sols). Le phénomène semble s'accélérer. Par exemple, l'engraissement du cul-de-sac du Marin varie de 0,7 à 2,1 mètres par an (Saffache). Ce sont principalement les **baies du sud** qui sont sujettes à cette progression. Plusieurs études ont été menées à ce sujet dans la Baie du Robert. Par ailleurs, de nombreux remblais artificiels engendrent également des changements du trait de côte, notamment aux Trois Ilets, ou au Robert (Agence des 50 pas).

Marée de tempête, houle cyclonique et submersion

Les **événements cycloniques** peuvent avoir des conséquences importantes sur les côtes, en particulier s'ils sont **combinés à des périodes de fortes houles et de marées de forts coefficients**.

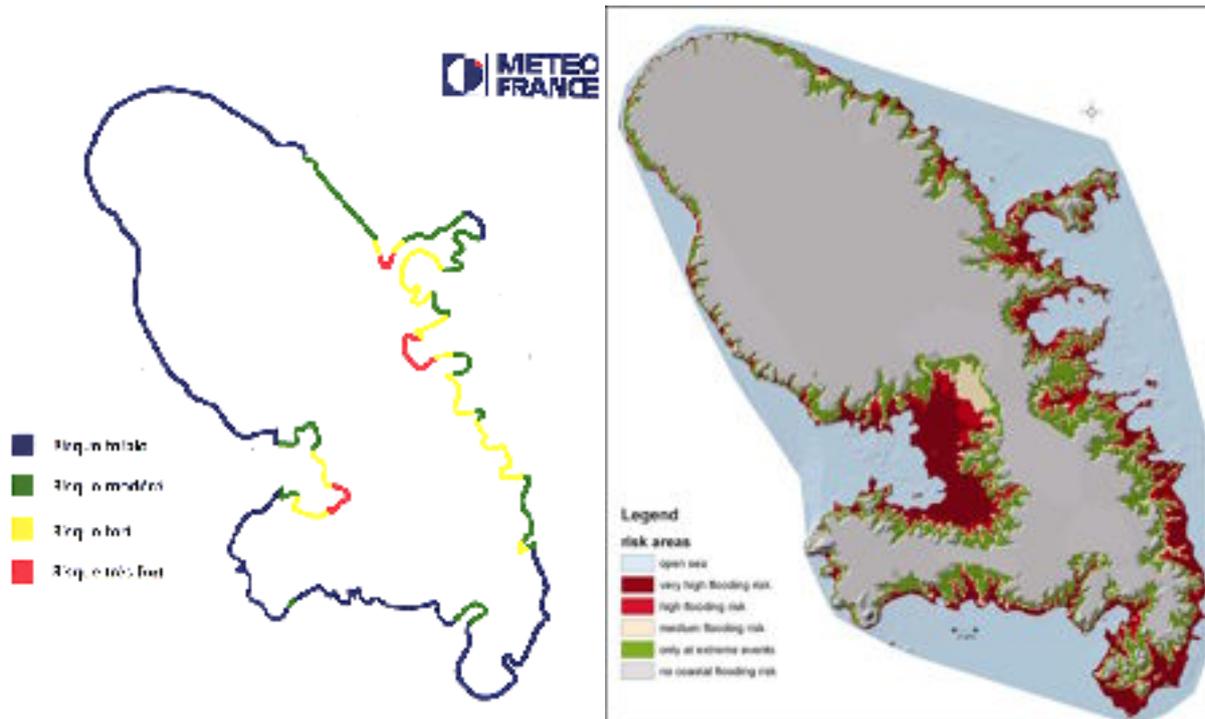
Le littoral peut alors être directement affecté :

-par les **impacts directs des vagues** (érosion), en fonction de la nature du substrat, de la présence de protection (récifale ou artificielle), de la topographie,...

-par la **submersion marine** (inondation par la mer) dépendant de l'énergie des dynamiques marines et de la topographie (les plaines étendues à pente douce, et les baies sont plus exposées).

L'intérieur des terres peut également être affecté si la hausse du niveau de la mer ralentit suffisamment l'écoulement des rivières, des **inondations peuvent ainsi être provoquées en amont**.

Certaines zones sont donc plus sensibles que d'autres, du fait de ces paramètres. La hauteur de la surcôte peut être estimée à travers les événements passés (jusqu'à 4 mètres dans les baies). La côte sous le vent, peu exposée en temps normal, est plus sensible à ces effets.



Risques de surcôtes marines liées aux marées de tempête (Météo France)

Les côtes présentant un risque de submersion (Schleupner, 2009)

2. Le développement des activités humaines

Les conditions climatiques tropicales et les importantes ressources naturelles de la Martinique ont attiré et ont permis d'accueillir une population nombreuse et des activités diversifiées. Cependant, le caractère insulaire, et la relation particulière avec l'Europe ont un impact significatif sur les tendances aujourd'hui observées : la balance commerciale est largement déficitaire, le secteur agricole insuffisant, le tourisme en « érosion régulière » et une émigration importante vers la métropole.

2.1. Population, occupation du sol et paysages

L'histoire particulière du peuplement de la Martinique (la colonisation de l'Amérique, l'esclavage, les guerres d'influence, l'évolution des activités agricoles, l'éruption de la Montagne Pelée de 1902 et les calamités climatiques) explique l'occupation du sol hétérogène du territoire. Aujourd'hui, la Martinique est plus densément peuplée que la moyenne nationale, mais avec une population et des services inégalement répartis entre zones urbaines, zones littorales et terres rurales.

2.1.1. Démographie

	Martinique	France
Population (2010)	402 000 hab	64 669 000 hab
Superficie	1128 km ²	543 965 km ²
Densité de population (2009)	356 hab / km ²	118 hab / km ²
Taux de chômage (2009)	22,4 %	9,5 %
Taux d'urbanisation (2010)	96 %	77 %

Les chiffres clés de la Martinique (Sources INSEE, DIREN, ADUAM)



En 2010, la population de la Martinique est estimée à **402 000 habitants, pour une densité de 356 hab/km²**. La population augmente moins rapidement et est plus jeune qu'en métropole, mais la Martinique est plus concernée par le **vieillesse démographique** du fait de l'allongement de la durée de vie, de la diminution des naissances (taux de fécondité des femmes de 1,9 contre 2,1 au niveau national) et de l'**émigration des jeunes actifs**. Par ailleurs, les migrations ont joué un rôle important dans la démographie de la Martinique ; elles tendent à s'équilibrer (départ des jeunes actifs, retour des retraités).

Cependant, la Martinique présente une **dynamique démographique très contrastée** :

-la **CACEM (Communauté d'Agglomération du Centre de la Martinique)** regroupe 43% de la population, et 25% à Fort de France. La forte densité est expliquée par une périurbanisation très étendue et la concentration des activités économiques, sociales et culturelles.

-l'**Espace sud** est également très peuplé et a un taux de croissance plus élevé, de par sa position géographique et de sa bonne facilité d'accès à Fort de France.

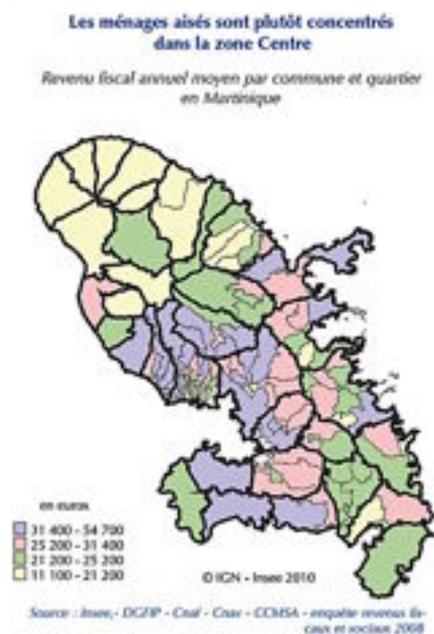
-la **CCNM (Communauté de Communes du Nord Martinique)** par contre présente un recul de sa population dans sa partie le plus au nord et une évolution positive dans le reste.

Répartition de la population en Martinique (ADUAM 2005)

2.1.2. Les villes principales, attraction économique et activité

La Martinique compte **34 communes** dont les principales sont : Fort-de-France (89 794 hab), Le Lamentin (39 442 hab), Le Robert (24 068 hab), Schœlcher (21 510 hab), Le François (19 333 hab), Sainte-Marie (19 249 hab), Saint-Joseph (17 215 hab), et Ducos (16 122 hab).

Fort-de-France, capitale administrative, concentre une majeure partie des activités économiques. Les ménages travaillant à Fort de France habitent dans les communes voisines qui sont desservies par les axes de communication : Centre Agglomération, Centre Atlantique et une partie du sud.



L'analyse des revenus moyens par ménage montre également une **grande disparité de richesse** puisque le Centre Atlantique et Centre-Agglomération concentrent 60% des foyers fiscaux avec un revenu moyen imposable de 25629 euros en 2006. Le sud reste également bien placé avec 49% des foyers fiscaux, mais un revenu moyen imposable de 26784 euros en 2006. Enfin le nord héberge des ménages moins aisés que le reste de l'île puisqu'il héberge seulement 11% des foyers fiscaux et un revenu moyen de 22 806 euros en 2006. Le nombre de foyers fiscaux non imposables restant majoritaire élevé (2/3).

Enfin, la **distribution des salaires est plutôt atypique** par rapport au schéma national puisque les salaires du privé sont beaucoup moins élevés que ceux du public (médiane de 1100 à 1300 euros pour le privé en 2010 contre 2200 à 2600 euros dans le public). (Sources : ADUAM 2005, INSEE.)

Répartition des ménages selon les revenus en Martinique (ADUAM 2005)

2.1.3. Dynamique du logement

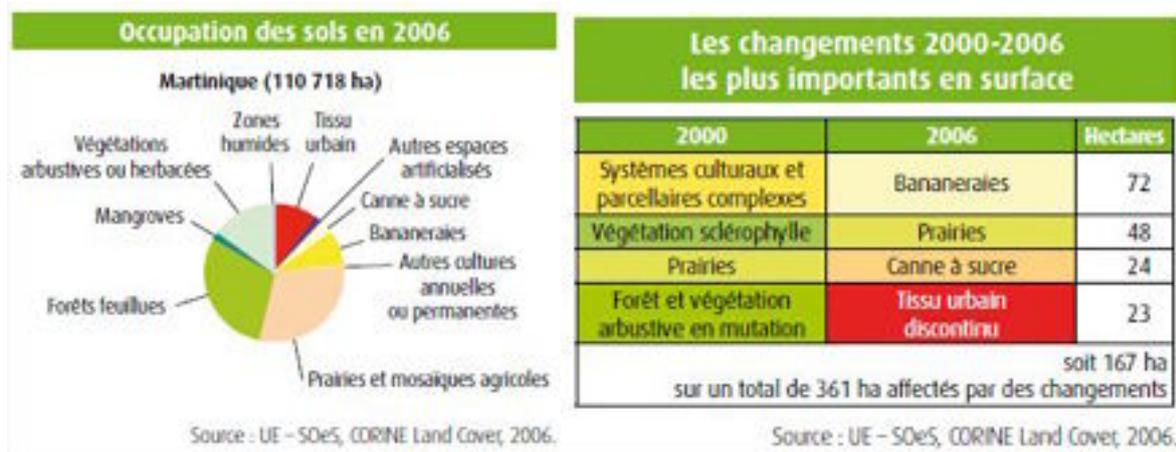
La **croissance démographique (+0,7 % par an)** et l'évolution de la structure dynamique (plus de ménages isolés, ou de petite taille) alimentent la dynamique du logement. (Sources: INSEE, ADUAM 2008, ADUAM 2005, CGDD 2011, IFEN)

Le parc de résidences principales a un taux de **développement croissant de 2,3% par an**. Il est composé au deux tiers par des **logements individuels** (en forte progression) et un tiers de logements collectifs. Les nouvelles constructions sont principalement situées dans le **sud de l'île** au détriment du Centre et du nord. Parmi les logements collectifs, une partie est destinée à la location et sont majoritairement situées dans le Centre-Agglomération alors que les maisons individuelles dominent dans le sud. Le **marché immobilier est très actif**, notamment suite à la mise en place de facilités de financement ; les prix de l'immobilier et du foncier augmentent régulièrement, respectivement de 7 et 13% par an entre 2000 et 2005 (ADUAM 2005).

Par ailleurs, les **habitats « insalubres » ou « indignes »** sont une problématique non négligeable en Martinique (Letchimy 2009). 5000 constructions seraient concernées, représentant 71 quartiers dans 25 communes (Publication de la DDE Martinique). Ils présentent fréquemment des équipements publics insuffisants ou inexistantes et souvent situés dans des zones exposées aux risques, dans les zones des 50 pas, sur des terrains communaux ou privés.

2.1.4. Occupation du sol et pression foncière

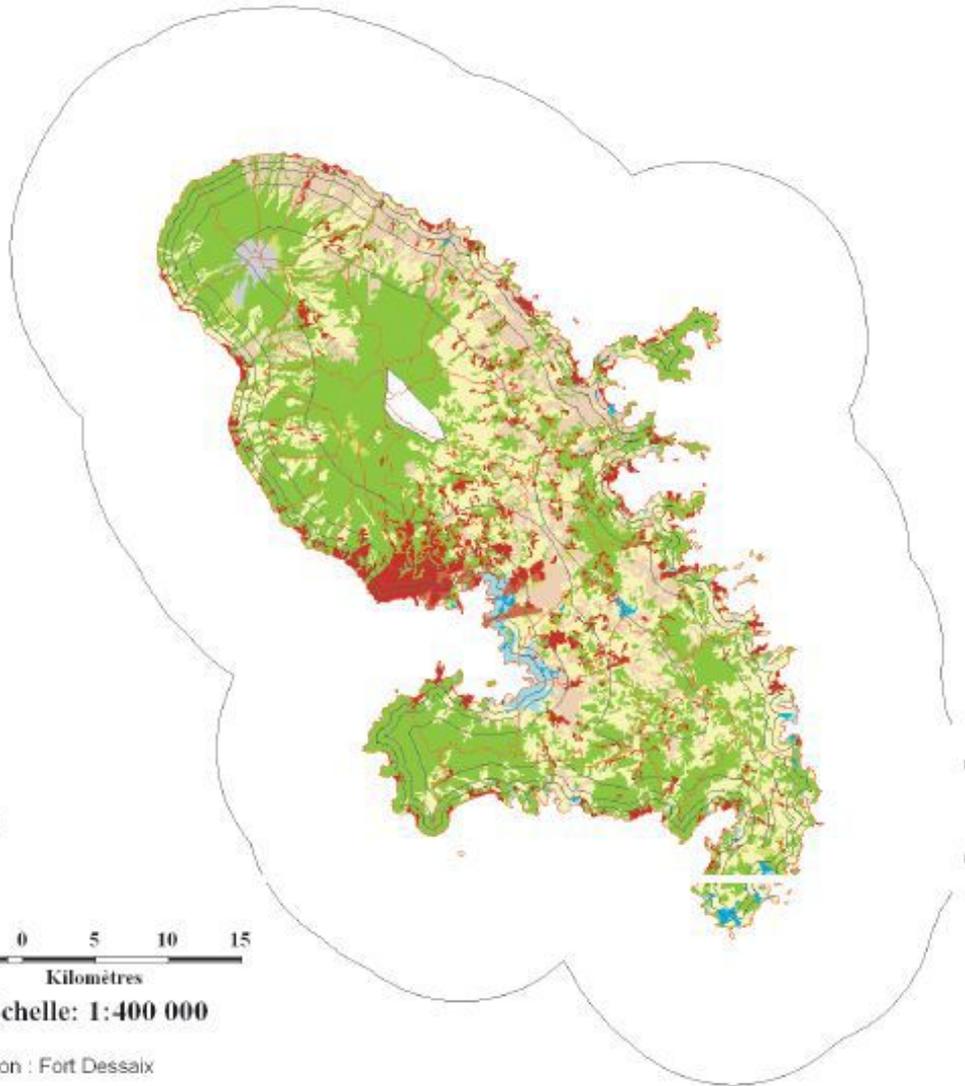
Le **taux d'artificialisation de la Martinique est supérieur à celui de la métropole**. Selon le CGDD et son étude de juin 2011, il dépasse **11 %**, les terres agricoles occupant 42 % (SAU à 25 000 ha en 2008, ADUAM 2008) de la surface et les milieux naturels 46 % (CGDD 2011). Selon les sources et les classes, les proportions diffèrent légèrement, en particulier par rapport aux terres agricoles déclarées et réelles et aux zones artificialisées ou régularisées.



Changement d'occupation du sol en Martinique (CGDD 2011)

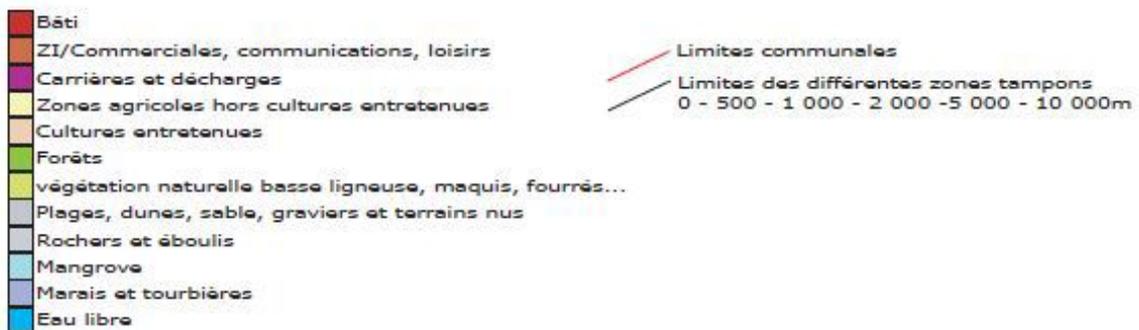
En 2004, l'emprise urbaine totale représente 26 416 ha, progressant de 7000 ha en 10 ans dans les zones identifiées comme espaces d'urbanisation par le SAR à 60%, et 40% en dehors de ces zones et en majorité sur les hauteurs de la côte sud-ouest du territoire (ADUAM, 2008). Les **sols qui ont été artificialisés entre 2000 et 2006 sont majoritairement des prairies ou mosaïques agricoles, des zones de végétations arbustives ou herbacées** et, de manière moins significative des forêts et cultures annuelles ou permanentes. (CGDD 2011).

Enfin, pour des raisons liées à la pression économique globale et à la détérioration élevée de la qualité des sols, **la valeur des terres agricoles est en baisse constante** passant de 7115 euros en 2000 à 5122 euros par hectare en 2010. (Agreste 2011). En moyenne, la valeur vénale des terres agricoles en 2010 était comprise entre 4000 (terres pour des cultures spécialisées dans le nord Atlantique) et 7610 euros (terres à bananes dans le nord Atlantique) par hectare, ce qui la situe dans la tranche inférieure des départements d'Outre mer français.



5 0 5 10 15
Kilomètres
Échelle: 1:400 000

Projection : Fort Dessaix



Occupation du sol en Martinique (ADUAM 2010).

La dynamique d'occupation du sol est également à mettre en parallèle de la topographie et de l'attractivité du littoral. En effet, le taux d'artificialisation a une forte variabilité spatiale: 17,9 % à moins de 500 mètres de la mer puis environ 8 % jusqu'à 5 000 m du rivage. La part de l'ensemble des espaces naturels (forêt, végétation basse, dunes, sable, rochers et éboulis) varie assez peu suivant la distance à la mer. Elle est d'environ 50 % jusqu'à 5 000 m de la mer. La végétation basse et les plages et dunes sont peu importantes alors que la forêt couvre 39,9 % du bord de mer et jusqu'à

53,4 % entre 5 000 et 10 000 m de la mer. Enfin, la mangrove couvre 10 % des territoires du bord de mer (IFEN).

Cependant, ces statistiques ne dévoilent qu'une **portion de la dynamique du logement puisque que seules les habitations régulières/autorisées sont comptabilisées**. Pourtant, beaucoup de constructions existantes ne sont pas encore répertoriées. Ainsi, dans la zone littorale des 50 pas géométriques (81,2 mètres), le processus de régularisation des constructions peine à faire état des lieux des plus de 42% des habitats illégaux estimés aujourd'hui (Agence des 50 pas).

La zone des 50 pas géométriques, des 50 pas du Roi, une zone critique

Ce périmètre des 50 pas géométriques représente 3552 ha répartis tout le long du littoral. Cette ceinture intérieure qui fait le contour de l'île était déjà présente en 1674 (courrier adressé à Colbert) et était réservée pour servir de fortifications, de lieux de passage transitoires pour les capitaines de navires et de première concession aux immigrants.

A l'origine, elle a été dessinée à partir de la ligne des plus hautes marées. Aujourd'hui, elle appartient au domaine maritime public, elle est donc en théorie inaliénable (l'État ne peut en principe pas la vendre à des particuliers) et imprescriptible (une installation prolongée, même pendant plusieurs dizaines d'années, d'un particulier sur cette zone ne lui confère aucun droit de propriété). Cependant la forte proportion d'habitats non régularisés aujourd'hui et le caractère historique de cette occupation rendent possible cette prescription (régularisation) et la vente dans les espaces « occupés par une urbanisation ». L'agence des 50 pas est chargée de la gestion de cette zone.

Sources : Loi n°96-1241 du 30 décembre 1996, et Agence des 50 pas

L'urbanisation constatée en Martinique met en avant des enjeux forts. L'étalement urbain, lorsqu'il existe concerne davantage **le mitage** le long des axes routiers. Ce **morcellement des terres** amplifie la fragmentation des espaces naturels, en particulier du littoral, et les problèmes d'accès aux réseaux et services d'assainissement, et de pollution de l'environnement. **L'exposition aux risques** reste également un enjeu de premier plan pour ces nouvelles constructions.

2.2. Population et santé

L'Indice de Développement Humain (IDH) de la Martinique est un des plus élevé des Petites Antilles, notamment grâce à son offre développée de services de santé.

L'espérance de vie élevée (celle des hommes est supérieure à celle de métropole), le taux de natalité et l'indice de fécondité élevés et l'indice de mortalité plus faible qu'en métropole indiquent une situation socio-sanitaires de bonne qualité. **Par ailleurs, par rapport à la métropole, la Martinique se caractérise par une très nette surmortalité pour les maladies vasculaires cérébrales et le diabète. Les maladies transmissibles telles que le SIDA et la dengue, et les maladies infectieuses telles que la leptospirose et les maladies entériques sont également en recrudescence.**

Enfin la chlordécone semble avoir un impact significatif sur la santé des populations à travers des perturbations durables sur l'organisme. La stabilité de la molécule et sa présence sur une large proportion des terres de l'île implique un risque élevé. **L'exposition de la population par la contamination de la chaîne alimentaire à la chlordécone est en cours d'évaluation.**

La **dégradation des milieux naturels implique également d'autres risques sanitaires** pour la population qui sont exacerbés par le climat tropical humide favorable au développement des maladies parasitaires et à leur transmission : la pollution des eaux par apport de matière organique, matière en suspension et azote (élevages intensifs principalement, industries,), la contamination par la chlordécone par les sols et l'eau, le non respect de la filière assainissement et déchets, et la précarité de certains habitats. (Source : Plan régional Santé Environnement)

2.3. Mobilité, réseau et cadre de vie

La Martinique accueille une population nombreuse répartie de manière inégale sur le territoire. L'accès aux réseaux et aux services ainsi que la qualité du cadre de vie est également hétérogène.

2.3.1. Transports et déplacements

La Martinique dispose d'un réseau de transport présentant des enjeux organisationnels problématiques.

Récemment développé et remis en état, le **réseau routier** est de bonne qualité. Il est structuré en étoile autour de Fort de France. Le réseau est en bon état mais la **sur fréquentation** de certains axes est problématique : **l'axe nord-sud est un des axes routiers les plus empruntés de France et est souvent saturé**. L'orographie complexifie et rallonge la **liaison entre l'est et l'ouest de l'île**, et l'axe nord-sud peut se trouver rapidement coupé lors des périodes de pluies. Une grande partie des matières premières transite pourtant par ces axes principaux, en direction de Fort de France.

Les **transports en commun sont très peu développés**, seuls les systèmes de taxi et taxi-co fonctionnent, mais ne ralentissent pas pour autant la forte progression du transport individuel, et les problèmes d'encombrement quotidiens. (DIREN 2009) 21% des ménages auraient 2 voitures (DIREN 2010), et l'INSEE observe qu'en 1999, 69% des actifs utilisent uniquement leur voiture particulière pour se déplacer (14% transports en commun, 4% plusieurs modes de transports).

Le système de **transport en commun maritime est également peu développé**. Seule une compagnie de navette existe et relie 3 à 5 lieux autour de la baie de Fort de France. Le nombre de navires de croisières ayant fait escale au port de Fort de France était de 117 en 2007, mais en diminution de 3% par an (idem pour les navires inter îles). Le **port de Fort de France** voit l'essentiel du transit de navires et **96% du transport de marchandises**. Ce dernier représente près de 1000 escales de navires par an et 3.1 millions de tonnes de marchandises embarquées et débarquées (dont 80% provient de France métropolitaine et le reste d'Europe, Guadeloupe et Caraïbes). Les matières principales importées déchargées sont les **produits pétroliers** (pétrole en diminution, produits raffinés en augmentation), les **céréales, les engrais, et le clinker** (constituant du ciment, en forte diminution). Il existe également des ports de plaisance qui accueille un certain nombre voiliers et pour des durées plus ou moins longues, notamment au Port du Marin. (Port Maritime, CCI, Antiane)

Le **transport aérien est assez développé**, l'aéroport de Fort de France étant classé 10^{ème} de France en 1997 en termes de volume de transit. Cependant, les différentes crises économiques (dont celle de 2009) et climatiques (notamment les passages d'ouragans), ont ralenti la dynamique de développement. L'aéroport a drainé 1,67 millions de passagers (dont 58% liée à la liaison transatlantique France métropolitaine) en 2010 (tirée en grande partie par les dessertes internationales pour les autres aéroports). Le transport aérien ne représente que 4% du transport de marchandises de l'île. (INSEE, DIREN 2010)

2.3.2. L'accès aux services et réseaux et le cadre de vie

L'offre de services est étroitement liée aux caractéristiques orographiques, démographiques et économiques du territoire. Elle est plus fragile dans les territoires qui se trouvent éloignés de Fort de France, en particulier dans le nord.

Santé

La Martinique bénéficie d'une **offre de services de santé très développée** par rapport à son ensemble régionale. L'accès aux services de soins et santé est assez inégalement développé sur le territoire. **Trois enjeux structurels sont à mettre en avant : le nombre d'établissements de santé insuffisant, la démographie médicale en diminution et l'accès aux réseaux ponctuellement difficile.** (ARS, entretien)

Alimentation en eau

L'alimentation en eau potable se fait à 93% à partir de prélèvements des eaux superficielles, et 7% des eaux souterraines. La ressource est principalement située dans le nord de l'île. En période de carême, le transfert d'AEP (Alimentation en Eau Potable) du nord vers le sud atteint fréquemment 30% (DIREN 2009). 75% de l'eau est utilisé par les consommateurs. Les activités industrielles et agro-alimentaires sont de gros consommateurs en eau, prélevée à 85 % dans le réseau AEP pour des raisons de qualité. L'industrie agro-alimentaire rejette 50% de l'eau prélevée, la plupart des industries rejettent la totalité.

En termes de prélèvement, 22 captages en eaux superficielles et 15 en eaux souterraines fonctionnent, dont 4 fournissent 75% du volume d'eau. 140 000 m³/jour sont prélevés par jour en moyenne. Il existe un certain nombre de petits réservoirs mais **très peu de grands réservoirs de tête de réseaux** (SAEP).

Les **3300 km de réseaux doivent faire face à un relief difficile** et relier les différentes zones, notamment durant le carême où le sud de l'île dépend fortement de la production du nord. Le **rendement des réseaux est d'environ 65%** du fait de la vieillesse des canalisations (45% à Fort de France). Par ailleurs l'environnement spécifique volcanique et tectonique induit une pression supplémentaire sur le matériau. (SAEP, Calia 2011).

En période de **carême, des problèmes de turbidité de l'eau sont observés**. Les principales sources **d'altération de la ressource** en eau sont les pesticides (chlordécone) et macro polluants (matière organique d'origine industrielle (85% : distilleries) et urbaine, nitrate d'origine urbaine et agricole) pour la masse terrestre, et l'eutrophisation, l'hyper sédimentation (voir érosion) et l'écotoxicité pour les masses d'eau côtières. (SDAGE). L'eau est soumise à **d'autres sources de pollution** qui ne sont pas forcément répertoriées, comme les rejets des habitats non réglementés, les établissements industriels non surveillés... Le plus faible débit des cours d'eau dans le sud implique une plus forte pression polluante, notamment en matière organique.

<p>L'hyper sédimentation : l'érosion des sols et les transports solides vers le milieu marin, les mauvaises pratiques culturales, l'urbanisation mal maîtrisée, les carrières de granulats, les nombreux travaux de terrassement sur les côtes, la destruction massive des mangroves (zones de décantation et de filtration entre la terre et la mer), sont à l'origine d'une dégradation générale de la limpidité des eaux côtières. <i>Extrait du SDAGE 2010, page 32</i></p>
--

Déchets

Environ **620 000 tonnes de déchets** sont produites par an en Martinique : 60% de déchets municipaux et 40% de déchets des entreprises (construction principalement) non collectés par les services publics.

Les **déchets ménagers représentent 60%** de l'ensemble des déchets qui sont collectés par des prestataires privés. La production par habitant est équivalente à la moyenne nationale de **420 kg/habitant/an**. Par contre la **part de déchets valorisés est très faible** (moins de 1%) contre 20% en métropole. Les autres déchets assimilés (30%) sont constitués des déchets industriels et des déchets agricoles. Les décharges et sites de stockage sont saturés et reçoivent parfois des déchets dangereux (amiante, goudrons,...). Enfin les déchets des collectivités (7%) comprennent les boues de stations d'épuration, les matières de vidange et les déchets de nettoyage. (DIREN 2009)

Traitement des eaux usées

La **moitié des ménages (45%) sont reliés au réseau collectif d'assainissement**, le reste des eaux usées est dirigé vers les fosses septiques ou directement rejeté dans l'environnement, souvent en milieu sensible telles que les zones de baignade ou les mangroves. **Beaucoup de zones ne sont donc pas desservies** : le taux de raccordement théorique est de 17% dans la zone nord Atlantique,

30% dans le Centre et sud, 52% dans la zone Caraïbes nord ouest (Calia 2011). Peu d'industries sont équipées de dispositifs de traitements d'effluents et 28% renvoient leurs rejets vers une station d'épuration mais la plupart rejettent directement dans le milieu naturel. (Conseil Général 2006).

Parmi les **stations d'épuration qui traitent les 50% des eaux collectées, 55% émettent des rejets non conformes aux normes**. Le dépôt en décharge des boues est leur destination finale. Il est prévu que leur valorisation agronomique soit considérée pour 40% d'entre elles, le reste pouvant être incinéré. (DIREN 2009) **Les rejets du réseau d'assainissement non collectif serait à 99% non-conformes** (Calia 2011).

Par ailleurs, **les périodes de pluies impliquent fréquemment des intrusions d'eaux claires et surcharges hydrauliques importantes, l'intrusion de matière de vidange conduisant à des surcharges organiques**.



Densité de population par commune en m2 par habitant : permet de mettre en évidence l'étalement des zones urbanisées et du coût de mise en place de réseau collectif dans les zones où la densité est faible (Agence des 50 pas)

Energie

La **production électrique dépend à 98% des ressources fossiles importées**. Elle est produite à partir de 3 centrales thermiques, et 2 centrales de cogénération (ADEME 2009). En effet 50% des énergies fossiles sont utilisées pour la production électrique, l'autre moitié par les transports. La consommation énergétique finale par habitant est de 17,9 MWh, bien inférieure à la métropole (cf pas de chauffage mais plus de climatisation) mais supérieure à celle de la Réunion (14MWh). Le **niveau d'émissions de gaz à effet de serre par habitant est très élevé, de 6,3 teqCO2 par habitant**, (4 en Guadeloupe, 4,7 en réunion, 6 en métropole).

Les **réseaux électriques totalisent 4310km de lignes dont 50% des lignes MT enfouies** (30% en métropole). Suite à l'ouragan Dean, le Groupe EDF va suivre une politique d'enfouissement accélérée pour rendre les réseaux plus résistants aux aléas cycloniques (EDF).



Réseau de distribution de l'énergie électrique (Source EDF)

2.4. Activités économiques

L'histoire et la géographie de la Martinique a une influence certaine sur les activités économiques qui ont été développées sur le territoire.

Structure du PIB

La Martinique contribue au PIB national à hauteur de 0,4%, à environ **7,9 milliards d'euros (en 2008)**.

		VAB en millions d'euros courant	Part dans le PIB	Emplois
Agriculture	Agriculture	159	2,21	6 234
Industries	TOTAL	1 066	14,80	19 402
	Industries agricoles et alimentaires	112	1,55	
	Industries produits manufacturés	274	3,80	
	<i>dont biens de consommation</i>	62	0,86	
	<i>dont biens d'équipement</i>	83	1,15	
	<i>dont biens intermédiaires</i>	129	1,79	
	Energie	218	3,03	
	Construction	462	6,41	
Tertiaire	TOTAL	5 039	69,95	107 255
	Commerce	831	11,54	
	Transports	396	5,50	
	Administratifs: éducation, santé et administration	2 559	35,52	
Ensemble des branches		7 204	100,00	133 890

Structure du PIB de la Martinique (2009, Source : DEAL Chiffres clés, calculs Insee)

Balance commerciale

La Martinique a une **balance commerciale fortement déficitaire**. En 2008, elle était de 2,4 milliards d'euros et le taux de couverture de 13% demeure faible (INSEE, AMPI).

Les **exportations martiniquaises sont composées à 58% de pétrole raffiné** (dont plus de 80% est destiné à la Guadeloupe), de produits agricoles (12% de banane en 2008) et **de produits agro alimentaires** (10% de rhum). Les biens d'équipement ne représentent plus que 6% des ventes en 2008 contre 17% en 2007. Les **importations martiniquaises sont composées à plus de 63 % de produits manufacturés, 20% de produits énergétiques, 16% de produits agroalimentaires**. Les importations de produits agricoles sont marginales (2%).

Par ailleurs, **les exportations de banane constituent pour les compagnies maritimes 80 % du trafic en volume**. Ces volumes de fruits exportés « **justifient à eux seuls, l'existence de lignes dédiées au transport maritime** dont bénéficient les autres secteurs d'activité de la Martinique », surtout pour le fret « retour » (Temple et al. 2008).

Part de la zone partenaire dans les échanges de biens avec la Martinique et le solde en 2008 (Unités : % et millions d'euros)					
	Importations	%	Exportations	%	Solde pour la Martinique
Métropole	1 519	55	90	25	-1 429
Union européenne hors France	569	21	4	1	-566
Guadeloupe	44	2	210	57	166
Guyane	8	0	38	11	30
Caraïbe hors ACP*	157	6	5	1	-152
Caraïbe ACP	32	1	7	2	-25
Autres	436	16	13	4	-423
Total	2 766	100	367	100	-2 399

* ACP = Asie, Caraïbes, Pacifique

Répartition des échanges commerciaux de la Martinique en 2008 (Source : Douanes, calculs INSEE)

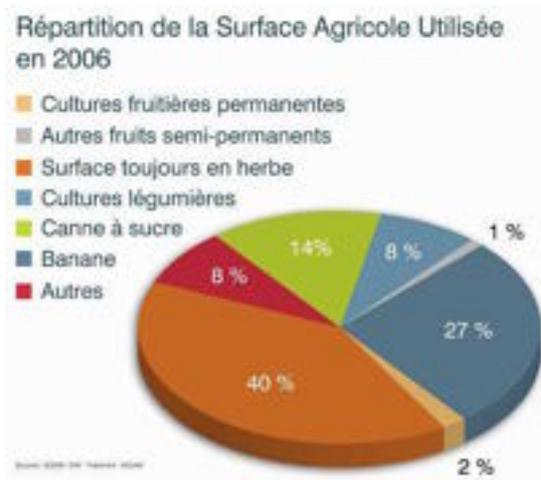
2.4.1. L'agriculture et l'élevage

L'agriculture contribue à hauteur de **4% du PIB** (ou 2,2% de la valeur ajoutée brute selon les sources), 12% de la population active, et occupe près de 30% de la surface de l'île. **Les cultures de la banane, de la canne à sucre, et de l'ananas** contribuent majoritairement à la valeur ajoutée agricole, complétées par des petites exploitations maraîchères.

La surface agricole déclarée représente 21% du territoire, autour de **30 000 hectares** (25 000 ha de SAU) (Agreste, 2008). Près de la moitié est occupée par des exploitations de plus de 20ha, la moyenne étant de 7ha (**94,9 % font moins de 24,7 hectares** et 5,1 % sont au dessus). En 20 ans, le nombre d'exploitations a été divisé par 4, et la surface agricole diminué d'un tiers. En 2000, la **régression annuelle des terres agricoles a été estimée à 1000 hectares** (DIREN, 2009).

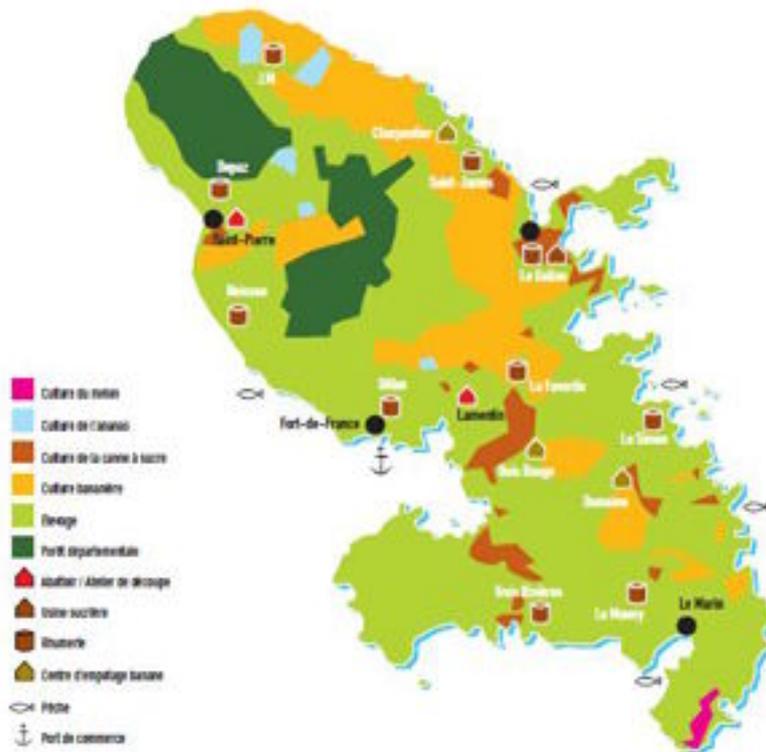
Une douzaine de **périmètres d'irrigation** compose la desserte collective ce qui représente environ 4000 hectares irrigués. Les irrigations individuelles sont estimées à 180 points de desserte (source DAF 2005) ce qui représente une surface de 3000 hectares.

Répartition de la SAU par type de culture agricole en Martinique (ADUAM 2008)



Un agriculteur sur deux pratique l'**élevage** qui représente 15 % de la valeur de la production agricole, à destination unique du marché local, et qui concerne principalement les porcs et les volailles. L'élevage bovin est essentiellement extensif.

Les exploitations agricoles tirent **89% de leurs revenus de la production végétale**. Les productions agricoles principales sont la banane, la canne à sucre, l'ananas, le melon, et les tubercules.



Répartition spatiale des principales cultures agricoles de Martinique (ODEADOM 2005)

La **banane** représente 207 000 tonnes en 2008 et représente 51% de la valeur ajoutée agricole en 2005. Les surfaces cultivées ont tendance à diminuer et le volume de production exportée également. La **canne** (207 000 tonnes en 2008) voit sa surface cultivée augmenter mais sa production diminue également. Le nombre d'actifs diminue, essentiellement dans la banane, alors que le nombre de salariés temporaires saisonniers augmente. (Source : FranceAgrimer)

Le **maraîchage** voit sa surface diminuer par l'introduction de cultures de rotation et de jachères dans les itinéraires techniques. Le maraîchage hors sol se développe depuis les années 1980 mais de nombreux problèmes techniques liés au climat humide et chaud ont perturbé les rythmes de **développement prévus**.

En effet, malgré son climat humide et chaud, ses terres fertiles, l'agriculture est très largement impactée par les perturbations de l'environnement :

-les **sols pollués** : la chlordécone persiste dans les sols et induit une contamination des racines et tubercules (cultivés dans ces sols pollués) qui sont assez sensibles au transfert de la molécule. Les conséquences phytosanitaires sont négatives pour la santé, les analyses de sol deviennent obligatoires, ce qui ralentit la consommation et la production de légumes racines et tubercules locaux. En 2006, l'INRA estimait à 20% la part de la SAU moyennement à fortement contaminée par la chlordécone (Cabidoche et al., 2006).

-les **risques climatiques** : les événements extrêmes de type cyclonique ont des conséquences souvent désastreuses sur les récoltes agricoles de l'année et les impacts sont perceptibles durant les années suivantes (cultures pérennes ou pluri annuelles). Ces événements ne sont pas si rares et cela engendre un ralentissement des projets de développement agricole.

-les **risques naturels** : érosion, glissement de terrain, inondation sont des risques fréquents dans certaines vallées fertiles. Les conséquences sont parfois désastreuses pour les récoltes et certains terrains sont parfois abandonnés durant quelques années.

-l'invasion par des **maladies** : le climat chaud et humide est propice au développement de certaines espèces parasites (bactéries, insectes, champignons, nématodes). Certaines années, plus de la moitié des récoltes (par exemples tomate, banane, igname) peut ainsi être affectée et perdue.

En termes de **sécurité alimentaire**, l'approvisionnement des marchés locaux dépend très fortement des importations. **Seuls les tubercules, les produits de la pêche et les produits laitiers locaux gardent une place importante dans l'alimentation locale**, mais également complétés par un volume importé.

Par ailleurs, la forte densité en grandes surfaces commerciales et le marché français ont causé des **changements importants sur les comportements alimentaires**. De plus en plus, les habitants font leur course dans des grandes surfaces, en **suivant les tendances françaises**, favorisant l'importation de produits alimentaires présents sur le marché français avec des conséquences négatives sur les produits locaux. (US DA 1997)

Par ailleurs, l'étude des **indices de prix à la consommation** en Martinique indique une variation annuelle supérieure à la métropole (2,5 contre 2,1 entre 2007 et 2008, hors énergie).

Commerce extérieur des produits en 2008

	Importations		Exportations	
	Quantité tonne	Valeur 1000 €	Quantité tonne	Valeur 1000 €
01 - Animaux vivants	62	1 166	1	6
02 - Viandes et abats comestibles	23 234	65 489	22	68
03 - Poissons, crustacés, mollusques	8 913	36 470	290	1 411
04 - Lait et produits laitiers, œufs, miel	27 252	52 204	293	583
05 - Autres produits d'origine animal	214	717	0	0
06 - Plantes et floriculture	189	2 115	0	1
07 - Légumes, racines, tubercules alimentaires	21 144	19 853	515	901
08 - Fruits, écorces d'agrumes et de melons*	9 404	13 147	1	2
09 - Café, thé, maté, épices	1 027	4 287	2	26
10 - Céréales	56 235	19 787	1 129	1 482
Total 24 premiers chapitres*	283 056	435 502	35 067	55 749

*hors banane variété exportation

Source : Douanes

Le contexte agricole et alimentaire est donc complexe et pour le moment dans une trajectoire laissant peu de marges de manoeuvres.

Commerce extérieur de Martinique des produits agricoles en 2008 (Agreste 2009)

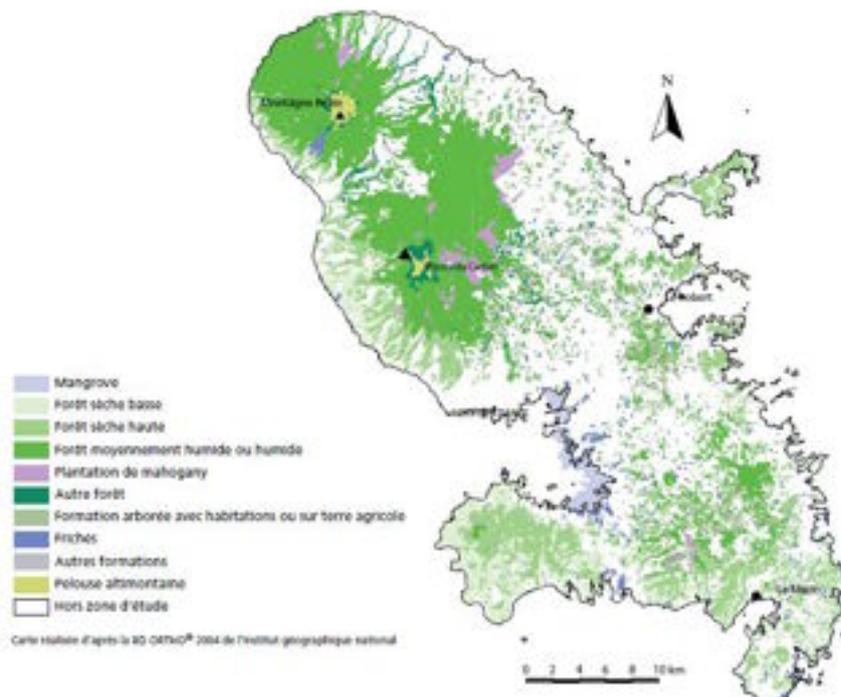
2.4.2. La sylviculture

La **forêt occupe 47 500 hectares des terres martiniquaises** (IFN 2009). Plus de **60% de ces forêts sont privées**. Le reste est géré par l'ONF et le Conservatoire du Littoral. Les forts prélèvements lors de la colonisation ont fait disparaître la forêt primaire originelle. Dès 1903, des plans de **reforestation ont été mis en place, en particulier de Mahogany royal** (*Swietenia macrophylla* : Acajou du Honduras). Cela a participé à initier le **commerce de bois précieux** sur l'île. Autrefois, de nombreuses espèces locales furent utilisées en construction, menuiserie, et ébénisterie par des structures et artisans locaux. **Aujourd'hui, il subsiste une exploitation en forêt privée portant sur des plantations de Mahogany, quelques essences indigènes (Poirier Pays), et la fabrication de charbon de bois** (ONF 2011). La production de charbon de bois est mal connue.

L'Acajou couvre aujourd'hui 1500 hectares (essentiellement sur les forêts publiques), et supporte un cycle de production en 50 ans. 4500 m³ par an (dont 50% de bois moyens et gros bois et 50% de petit bois) sont produits en moyenne, alimentant les 4 scieries locales depuis 1970. Cette production alimente essentiellement les artisans locaux du travail du meuble « antillais ». (Conseil Général 2006)

D'autres **volumes de bois sont importés, composés à 30% de bois tropicaux** provenant du Brésil et de Guyane française (en 2003, 43263 tonnes pour une valeur de 28,1 millions d'euros). (Conseil Général 2006)

La filière bois dans son ensemble compte 650 entreprises de petite taille et emploie environ 1700 personnes pour un **chiffre d'affaires global estimé à 122 millions d'euros**. Elle se caractérise par un très faible nombre d'entreprises de type PME-PMI, et à l'inverse une multitude d'entreprises artisanales. Le plus grand nombre des entreprises appartient à la filière de seconde transformation : ébénisterie, menuiserie, fabrication de meubles et construction de charpentes et de maisons en bois. (ONF 2011)



Cartographie des types de formations végétales forestières en Martinique en 2004 (IFN 2009)

Le **relief accidenté conditionne l'accessibilité des zones à productions forestières** (la pente, la distance horizontale au réseau routier et au réseau forestier, l'absence d'obstacles...). (IFN 2009)

2.4.3. La pêche et les activités conchylicoles

La **pêche en Martinique est essentiellement artisanale et vient alimenter la consommation locale**. Environ 18 000 tonnes de produits de la mer sont consommées chaque année en Martinique et la production locale de la pêche est estimée à 8 400 tonnes pour l'année 2007. (DIREN 2009) En 2008, le volume enregistré était de 6200 tonnes, représentant **52 millions d'euros**. (FranceAgrimer 2010) Le nombre de **marins-pêcheurs en Martinique a crû de 33 % durant les 10 dernières années**.

Du fait des Dispositifs Concentrateurs de Poissons (DCP), les débarquements de poissons augmentent pour certaines espèces. Les pratiques sont essentiellement côtières côté plateau insulaire (Atlantique) et ont entraîné certains déséquilibres dans les peuplements. Les baies et lagons sont très exploités par la pêche plaisancière.

La production aquacole a bénéficié d'un appui pour son développement et la structuration de sa filière par l'Ifremer. **L'aquaculture en mer en particulier est en train de se développer** et représente environ 100 tonnes par an (DIREN, 2009).

2.4.4. Ressources minières et minérales, et construction

Le sous sol martiniquais comprend peu de ressources minières exploitables. Par contre, **les sables marins du plateau insulaire (Ifremer), l'exploitation des granulats**, contribuent fortement à l'activité économique de l'île.

L'exploitation des ressources est très dépendante des **besoins exprimés en matériaux de Martinique** : les granulats pour le béton ou comme remblai des routes, le ciment, le rechargement des plages, l'argile pour la fabrication de tuiles, briques et poteries... qui **représentent 2,1 Mt par an** (2,5 d'ici 2015, BRGM 2005). Les ressources utilisées pour le BTP :

-le granulat à andésites concassées à 50%, à travers 10 carrières situées dans le centre et nord Caraïbes ;

-les sables situés principalement à Saint-Pierre et représentent également 50% de la production totale, (4 carrières) ;

-les autres matériaux (granulats alluvionnaires, granulats marins, formations pyroclastiques et volcano sédimentaires, matériaux de démolition, résidus industriels, les deux derniers étant peu exploités bien que durables).

La production d'argile est de l'ordre de 30 000 t/an (2 carrières).

La production de matériaux est en moyenne de 2,7 Mt/an dont 700 000t de sables sont destinés à l'exportation notamment vers la Guadeloupe (50% de l'export). **D'ici 2015, si aucune carrière n'est autorisée, la production ne sera pas suffisante pour fournir la Martinique en matériaux** (« sables » et « andésites») (BRGM, 2005). En 2001, tous secteurs confondus (production de sables et granulats, industrie des produits minéraux et la construction), l'extraction des matériaux représentait directement ou indirectement, 4263 emplois et un chiffre d'affaire de 646 M€.

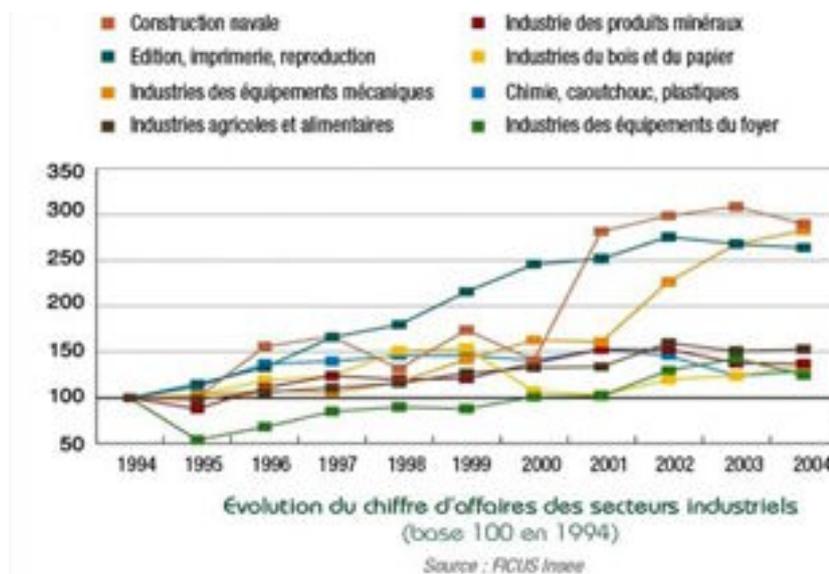
Les principaux lieux de consommation sont dans le centre de l'île (Fort-de-France, Lamentin, Schoelcher, Le Robert,...). Il en résulte un **besoin en transport important, empruntant notamment l'axe routier nord sud déjà saturé**. Le BRGM (2005) note cependant « qu'une seule barge quotidienne d'une capacité de 2000 tonnes entre St Pierre et Fort-de-France réduirait de manière non négligeable (40%) le trafic routier sur la RN2 pour un coût moindre » mais nécessiterait une infrastructure particulière à Fort de France.

2.4.5. Activités industrielles et agro-alimentaires

Les **industries représentent 14% de la valeur ajoutée** et emploient 7,8% de la population active. **L'industrie manufacturière, les industries agro alimentaires et l'énergie** en sont les principales composantes, viennent ensuite l'industrie des produits minéraux, la chimie et matières plastiques, les industries des équipements mécaniques, la construction et la réparation navale, le bois et l'ameublement, l'imprimerie et le traitement des déchets.

Les indicateurs sectoriels ont progressé en termes de nombre d'entreprises et d'effectif salarié : 2 435 contre 2 058 entreprises en 1995 soit + 18,3 % et 8 922 emplois salariés en 2005 contre 6 997 en 1995 soit + 27,5 %. Elles réalisent un chiffre d'affaires de **1,6 milliards d'euros**. L'investissement dans le secteur industriel s'est élevé à 84 millions d'euros en 2004. Sur les 188 entreprises créées en 2005 dans le secteur industriel, 30 % relèvent de l'industrie agroalimentaire et 25 % de l'industrie des équipements mécaniques.

Sources : AMPI, et <http://martiniqueindustrielle.net>



Evolution du chiffre d'affaires des secteurs industriels en Martinique (<http://martiniqueindustrielle.net>)

2.4.6. Activités de services

Le **secteur tertiaire est sur représenté** en Martinique. Il représente plus de **80% du PIB, 70% de la valeur ajoutée brute et 75% de l'emploi**. Les services non marchands représentent 50% de cette activité à travers l'éducation, la santé, et les autres services administratifs. Les services de commerce, transports et liés au tourisme (hôtellerie, restauration) complètent l'activité. Les **administrations publiques procurent environ 40% des emplois** (Durance, 2010)

Le **tourisme** a connu un fort développement à partir des années 80 et de la démocratisation du transport aérien. Mais à partir des années 90, le **tourisme en Martinique connaît « une érosion régulière »** (Dehoorne). En 1998 la Martinique enregistrait son maximum d'arrivées : 1 039 761 personnes pour des revenus touristiques de l'ordre de 1,7 milliards de francs. Mais la Martinique a perdu plus de 40 % des ses visiteurs au cours des sept dernières années. En 2008, les touristes croisières étaient 87 000 et les touristes de séjour 520 000.

	Guadeloupe	Martinique
Part directe dans le PIB	2,1%	1,8%
Part directe et indirecte dans le PIB	12%	9,2%
Part directe des emplois	2,2% (2900)	2,3% (3000)
Part directe et indirecte des emplois	11,1% (14000)	9,7% (12000)

Poids du tourisme en Guadeloupe et en Martinique en 2010 (Sénat)

Basé principalement sur l'image « carte postale » des caraïbes, la Martinique héberge pourtant un patrimoine naturel très diversifié qui pourrait permettre le développement rapide d'autres formes de tourisme (vert, eco, lodge,...). Mais la **concurrence régionale est forte**. Par exemple en 2001, le coût moyen d'un salarié en Martinique était de 1500 euros/mois alors qu'il était d'environ 190 euros/mois à Saint-Domingue.

Par ailleurs, se pose l'enjeu du **développement durable** face à ce tourisme dont les **investissements** se développent sur les différentiels économiques entre pays. En outre, Dehoorne (2009) note que les revenus réels du tourisme sont bien inférieurs à ceux officiellement annoncés, que les consommations touristiques engendrent des effets inflationnistes, et que lorsqu'on « soustrait le prix du transport, le coût du séjour semble bien dérisoire ».

Enfin, le tourisme apporte une **pression foncière supplémentaire sur le littoral**, en particulier dans le sud de l'île. Cette concentration des activités sur la frange côtière génère un phénomène de périurbanisation considérable (Jeunes chercheurs 2002). Ainsi en 10 ans, la progression du nombre d'établissements touristiques est de 132% sur la totalité du linéaire côtier du sud. En outre, la privatisation de l'accès aux ressources au profit d'une catégorie de consommateurs (Dehoorne 2009) pose la question d'optimisation des bénéfices pour les communautés et leurs environnements.

2.5. Les politiques de développement et de gestion de l'environnement

Il existe plusieurs cadres d'action et de gestion de l'environnement et de planification du développement. Ces instruments sont dessinés à différentes échelles (national, régional, départemental, pays, ville, ...) et destinés à différentes thématiques (eau, urbanisme, espaces naturels, risques) ou à vocation générale (aménagement, développement durable).

2.5.1. Les outils de planification de développement durable

La Martinique bénéficie et applique l'ensemble des outils et mesures de planification du développement durable présents en France, avec parfois quelques spécificités.

Schéma d'Aménagement Régional

Pour les collectivités françaises d'Outre-mer, le SAR est l'outil principal de planification de l'aménagement du territoire, en fixant les priorités de développement, de protection du territoire régional et de mise en valeur de ce territoire et du patrimoine naturel, historique, matériel, culturel et humain. De par la loi n° 95-115 du 4 février 1995, il vaut Schéma Régional d'Aménagement et de Développement du Territoire.

Approuvé en 1998, le SAR de Martinique reprend l'ensemble des dispositions de protection existantes au titre de l'urbanisme, en particulier celles de la Loi Littoral. Elles s'imposent aux Plans d'Occupation des Sols (POS) et aux Plans Locaux d'Urbanisme (PLU) : seuls des aménagements légers peuvent être réalisés dans les espaces naturels remarquables. La révision du SAR est actuellement en cours. (DIREN 2009)

Le littoral bénéficie de schéma de valorisation intégré dans le SAR et la loi du Littoral de 1986 qui donne des objectifs régionaux spécifiques au milieu côtier et à sa forte attractivité. La zone des 50 pas géométriques bénéficie également de mesures particulières (voir la partie Occupation du Sol).

Schéma martiniquais de développement économique

La loi de 2004 relatives aux libertés et responsabilités locales a confirmé le rôle des Régions en matière économique et les a encouragées à élaborer, à titre expérimental, un schéma régional de développement économique (SRDE) aux fins de coordonner les différentes actions menées sur leur territoire. Dans ce cadre, fin 2005, la Région Martinique a décidé de construire son propre schéma, rebaptisé pour l'occasion « schéma martiniquais de développement économique et social » (SMDE), en utilisant la méthode de prospective stratégique et participative développée au sein du Laboratoire d'innovation, de prospective stratégique et d'organisation (Lipsor) du Conservatoire national des arts et métiers de Paris (CNAM). Deux ans plus tard, le Congrès martiniquais, assemblée plénière de l'île réunissant les élus de la Région et du département, a entériné à l'unanimité un document stratégique prospectif conçu par et pour les Martiniquais. (Durance 2010)

L'élaboration de ce schéma a permis de lancer une réflexion sur le territoire martiniquais à l'horizon 2025, un exercice de prospective assez novateur, et de définir des objectifs scénarisés.

Climat et Energie

Le changement climatique est aujourd'hui pris en compte dans les plans de développement des territoires. Il existe une myriade d'instruments et de plans à l'échelle d'un département.

Les collectivités et l'adaptation au changement climatique (Source : MEDD, 2007).

Le rôle des collectivités territoriales dans la lutte contre le changement climatique n'est apparue que très tardivement. En 2004, les Plans Climat leur sont proposés et il faut attendre 2010 pour qu'ils deviennent obligatoires. Au niveau national, la création de l'ONERC en 2002, la publication de rapports et de guides sur l'adaptation en 2004 et 2005, et l'adoption d'une stratégie nationale d'adaptation en 2006 traitent de l'adaptation au niveau national mais les actions d'adaptation sont souvent pensées comme « des prolongements des politiques de gestion des risques naturels, l'approche en termes de « risques climatiques » s'avère dépasser largement les seuls risques naturels (en intégrant également les risques sanitaires, les risques économiques...). Si bien qu'il semblerait plus approprié de parler de « méta-risque »¹⁶⁶ pour désigner le « risque climatique », c'est-à-dire de considérer le changement climatique comme un « facteur de fond » qui vient accentuer un ensemble de dysfonctionnements socio-économiques et écologiques déjà existants, de la même manière qu'il vient « forcer » le fonctionnement du système climatique global. » (MEDD, 2007)

A l'échelle du territoire, les **Agenda 21** sont issus des recommandations de la Conférence des Nations Unies de Rio en 1992. Ils se traduisent par : « Ce qui doit être fait » (agenda en anglais) pour le XXIème siècle, dans un objectif à long terme de développement durable, à l'échelle d'un territoire. Ils s'appuient « sur les 5 finalités du développement durable :

- lutte contre le changement climatique et protection de l'atmosphère
- préservation de la biodiversité, des milieux et des ressources
- cohésion sociale et solidarité entre les territoires et les générations
- épanouissement de tous les êtres humains
- modes responsables de production et de consommation. »

Il existe deux Agenda 21 en Martinique : celui du Conseil Général et celui local de Sainte-Anne.

Les **Plans Climat Energie Territoriaux** (PCET) sont des déclinaisons du Plan Climat National qui se développe autour de deux finalités : réduire les émissions de gaz à effet de serre à l'échelle du territoire (volet atténuation) et réduire les vulnérabilités du territoire au changement climatique (volet adaptation). Depuis la loi Grenelle II de juillet 2010, « les PCET sont obligatoires au 31 décembre 2012 pour les régions, départements, communautés urbaines, communautés d'agglomérations, communes et communautés de communes de plus de 50 000 habitants a minima dans le champ de leurs patrimoines et compétences ». Par ailleurs, le PCET peut être le volet climat de l'agenda 21 et les documents d'urbanisme (SCOT, PLU, PDU) devront prendre en compte (non contradiction) le PCET.

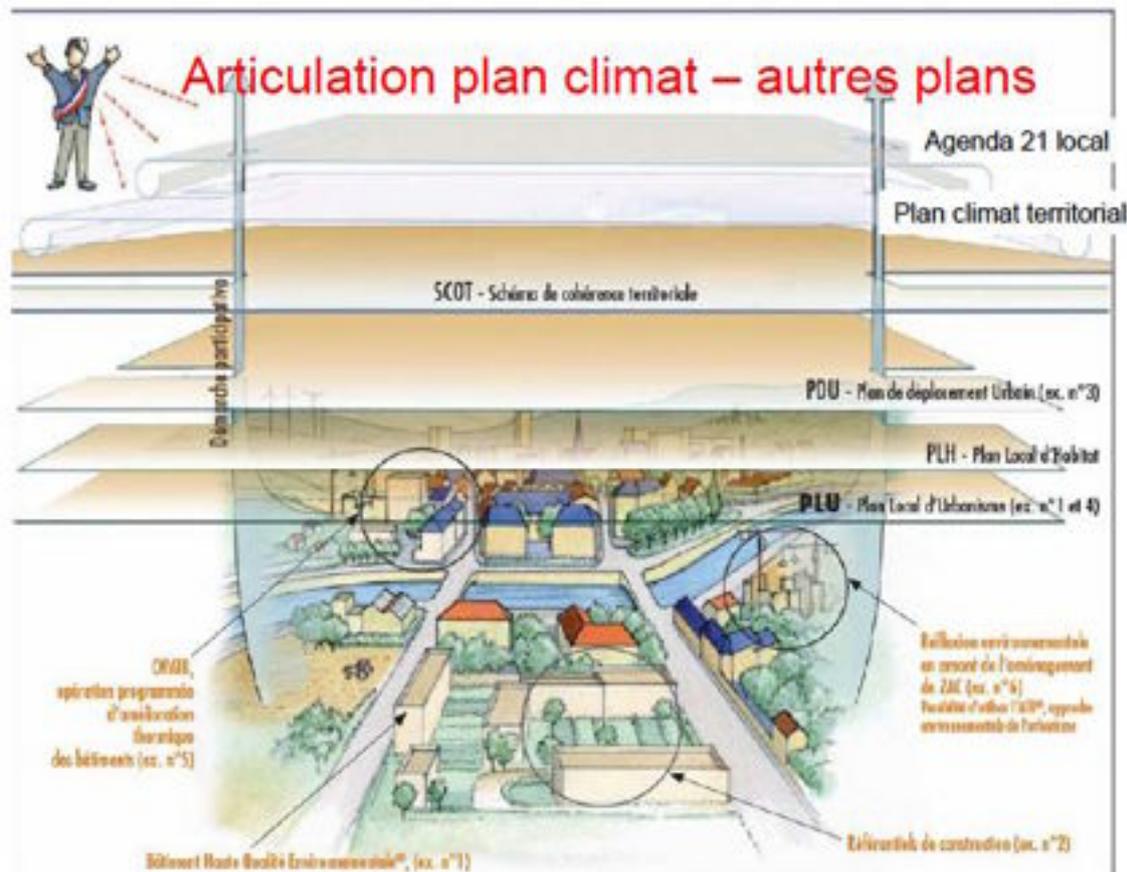
La loi Grenelle II rend également obligatoire la réalisation de **SRCAE (Schéma régional du climat de l'air et de l'énergie)**. Il s'agit d'un « document stratégique et unique qui intègre toutes les dimensions climat, air et énergie en réalisant un état des lieux et un diagnostic régional et en définissant des orientations et objectifs territorialisés aux horizons 2020 et 2050 sur :

- la qualité de l'air, la réduction des polluants atmosphériques, (remplace le PRQA)
- la réduction des émissions de gaz à effet de serre,
- la maîtrise de la demande énergétique et l'amélioration de l'efficacité énergétique,
- le développement de l'ensemble des filières Energies Renouvelables,
- l'adaptation aux effets du changement climatique » (DREAL nord Pas de Calais, 2010)

De plus, « les actions et mesures des PCET doivent être compatibles avec les orientations et objectifs du SRCAE (les SCOT et PLU prennent en compte les PCET). Les PPA et les PDU doivent être compatibles avec les orientations et objectifs du SRCAE. »

En 2011, le Conseil Général (PCEM), la Communauté d'Agglomération du Centre de la Martinique, la Ville de Fort de France sont les trois collectivités ayant lancé l'élaboration de leur PCET. Cependant, l'essentiel de la réflexion se concentre sur le volet atténuation, au détriment du volet adaptation.

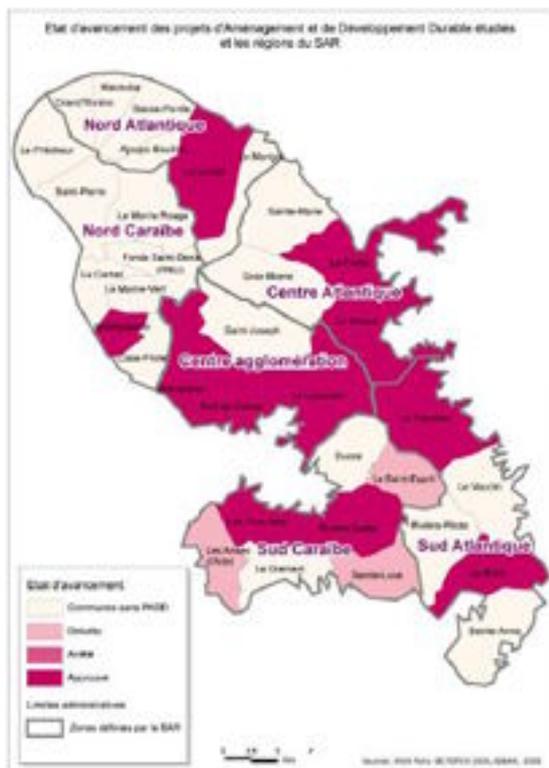
Le Schéma Régional Climat Air Energie (SRCAE) de la Martinique est en cours d'élaboration.



Articulation des outils de planification intégrant le climat (Agence Locale de l'Energie de l'Agglo Lyonnaise, 2009).

Le **SCOT (Schéma de Cohérence Territoriale)** fixe les objectifs d'aménagement et d'urbanisme en prenant en compte les politiques de l'habitat social et privé, des infrastructures, de voirie et de transports collectifs, des déplacements, d'implantations commerciales, de protection de l'environnement. Le SCOT fédère les outils des politiques sectorielles existant sur son périmètre. En Martinique, les 3 communautés de communes ont lancé leur SCOT : celui de la CCNM, de la CACEM et la CESH étaient en cours d'élaboration en 2010.

A l'échelle plus locale, une palette d'instruments et politiques fixe des orientations en terme d'aménagement d'urbanisme, de construction, et de l'environnement. Le **PADD ou Projet d'Aménagement et de Développement Durable** est le document cadre du **Plan Local d'Urbanisme (PLU)**. Il définit les objectifs du développement et de l'aménagement de la commune pour les dix années à venir. C'est à partir de ces objectifs que seront ensuite établis le règlement et le zonage du PLU qui porte sur l'occupation des sols et les principes de construction. En septembre 2008, 14 PADD ont été validés pour les 34 communes que compte la Martinique et 24 PLU prescrits. 8 communes qui n'ont pas encore de PADD validé ont délibéré pour réviser leur POS ou PLU :



- Saint-Pierre, le Carbet, le Marigot et Gros-Morne pour le nord,
- Saint-Joseph pour le centre,
- Ducos, le Vauclin et Sainte-Anne pour le sud.

Etat d'avancement des projets d'aménagements et de Développement durable (ADUAM, PADD)

2.5.2. Les schémas de gestion de l'eau

La loi sur l'eau de 1992 a chargé les Comités de Bassin d'élaborer un **Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE)**. Le SDAGE fixe les orientations fondamentales d'une gestion équilibrée et durable de la ressource en eau. Pour être opérationnelles, ces orientations ont été arrêtées dans le cadre d'une concertation de tous les acteurs de l'eau. En 2010, la révision du SDAGE de Martinique a été validée. En parallèle au SDAGE, un programme de mesures est établi par le Préfet Coordonnateur de Bassin. Il comprend les actions clé à engager entre 2010 et 2015 pour atteindre les objectifs fixés dans le SDAGE. (SDAGE) En outre, il concerne les eaux continentales et côtières.

Le **Schéma Directeur d'Alimentation en Eau Potable (SDAEP)** établit l'état des lieux et le diagnostic de la situation des services publics de distribution d'eau potable dans leurs divers aspects : technique, réglementaire, économique, de gouvernance. Cette connaissance de la situation, actualisée, harmonisée et mise en commun sert de base à des propositions d'actions pour ces divers aspects. Il a été validé en 2009. (SDAEP, Conseil général).

Le « **contrat de milieu** » est un des autres outils de gestion locale de l'eau. Il peut s'appliquer à une rivière, à une baie, etc. Actuellement en Martinique, il existe deux contrats de baie GIZC : celui de la Baie du Robert, et celui en construction de la baie de Fort de France.

Enfin, un **réseau d'observation** de l'état des eaux superficielles a été constitué dans le cadre de la DCE pour le suivi des milieux aquatiques et un réseau de surveillance de la qualité biologique des masses d'eau littorales a été déployé en 2007.

2.5.3. La gestion des espaces naturels

Déclinaison de la «Stratégie Nationale pour la Biodiversité», la «**Stratégie Locale pour la Biodiversité**» a été validée en janvier 2005. Elle a pour objectif d'atteindre à l'horizon 2010 l'arrêt de la perte de biodiversité.

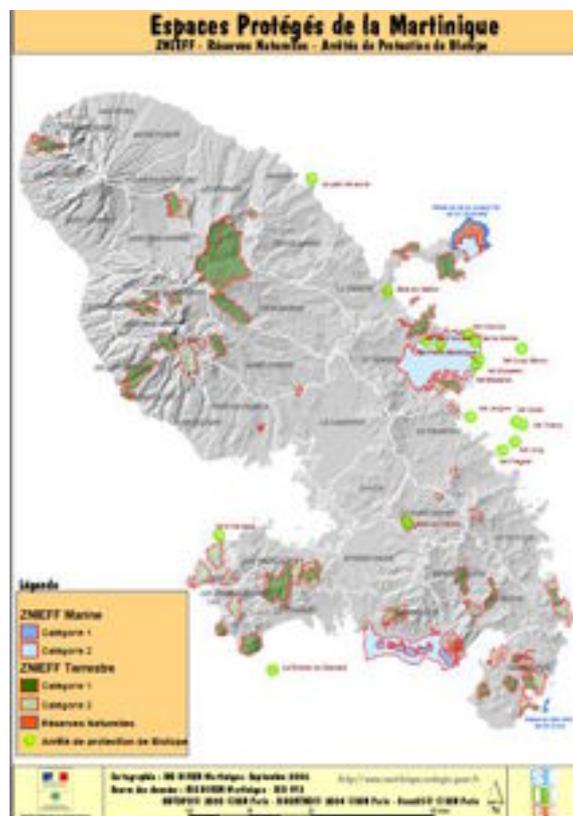
Le **Parc Naturel Régional de Martinique** couvre environ une superficie de 63 500 hectares, soit plus de la moitié de l'île mais il ne dispose pas d'un pouvoir réglementaire spécifique.

Les inventaires et les zones de protection (DIREN 2009)

Le programme d'inventaire des **Zones Naturelles d'Intérêt Faunistique et Floristique (ZNIEFF)** concerne fin 2007, 52 espaces terrestres du territoire martiniquais sur 10 883 hectares, soit environ 10% de la région. 5 zones marines ont aussi été inventoriées sur une superficie de 3 823 hectares. Par ailleurs, seule 1,5% de cette superficie inventoriée bénéficient de protection réglementaire (besoins en hiérarchisation de l'importance des secteurs et en diffusion de l'information).

Les **17 Arrêtés de Protection de Biotope en Martinique** offrent un premier niveau de protection réglementaire nationale pour des espèces menacées en mettant en place des mesures contraignantes de conservation des biotopes. Ils couvrent à la fin de l'année 2005 une superficie d'environ 177 hectares pour 17 sites. En 2001, la surface protégée était de 44 hectares pour 9 sites. Elle a quasiment doublé en 2003 puis de nouveau entre 2004 et 2005. La majorité des Arrêtés de Protection de Biotope sont actuellement situés sur des îlets.

Enfin, la Martinique possède **deux réserves naturelles** : la Réserve Naturelle de la Caravelle (R.N.C.) d'une superficie de 387 hectares et la Réserve Naturelle des Îlets de Sainte-Anne (R.N.I.S.A.) d'une superficie de 5,8 hectares.



Les espaces protégés (ZNIEFF, réserves naturelles et arrêtés de protection du biotope) de Martinique en 2006 (DIREN, SIG972).

Concernant les massifs forestiers, l'ONF met en place un réseau de **réserves biologiques domaniales**. Le Département de la Martinique a de son côté acquis la maîtrise foncière de 1 314 hectares d'espaces forestiers.

En ce qui concerne le littoral, le **Conservatoire du Littoral** procède à l'acquisition foncière d'espaces littoraux pour une protection définitive. Fin 2007, les espaces ainsi acquis couvrent environ une superficie de 1 850 hectares.

La **bande des 50 pas géométriques** est particulièrement soumise à une forte pression liée à l'urbanisation et la fragmentation des espaces naturels et bénéficie d'une agence dédiée à la régularisation des propriétés foncières et la réalisation de programmes d'équipement, pour la protection des espaces naturels et la mise en valeur du littoral.

Pour le cas spécifique des **mangroves**, elles sont l'objet de multiples mesures réglementaires de protection de par leur nature amphibie (terre et mer), leur présence sur le littoral menacé et leur importance biologique (zones humides) et les services rendus.

2.5.4. Les plans de gestion des risques

La connaissance des risques et l'accessibilité aux données (MEDDTL, 2009 ; BRGM, 2011) est de plus en plus développée au niveau national et en Martinique.

Les politiques de réduction des risques (Extrait de MEDDTL, 2009. Direction Générale de la Prévention des Risques. Rapport du Délégué aux Risques majeurs, Année 2009).

« La réduction de la vulnérabilité. (...) Divers outils existent, dont certains ont un succès mitigé. Par exemple, les PPR peuvent prescrire des mesures obligatoires de réduction de la vulnérabilité, à réaliser dans les cinq ans suivant l'approbation du PPR ; ces mesures sont subventionnables via le fonds de prévention des risques naturels majeurs. Or, le montant moyen des dépenses sous cette rubrique, de l'ordre de 400K€ annuel correspond à la mise aux normes de l'ordre d'une centaine de logement. Il est donc utile d'examiner les mesures efficaces pour réduire la vulnérabilité des territoires et augmenter leur résilience (fonctionnement du territoire et des réseaux en particulier) : la première priorité est d'améliorer la connaissance et l'observation des enjeux. »

« Les événements exceptionnels. (...) Les événements survenus ces dernières années, qui ont souvent de beaucoup dépassé les événements de référence connus jusque là ont mis en évidence l'intérêt de mieux identifier et répertorier, par des recherches historiques, les événements majeurs du passé (la mise en place de bases de données historiques homogènes au plan national est en cours, en collaboration avec d'autres ministères dont le ministère de la culture) (...). L'affichage de ces événements rares sera systématique pour les inondations à partir de 2013 avec la cartographie des aléas inondations et des risques pour trois types d'événements imposés par la directive européenne sur l'évaluation et la gestion des inondations : événements fréquents, événements moyens (d'occurrence au moins centennale) et événements extrêmes. »

De par son exposition historique à de multiples risques, la Martinique fait l'objet de nombreux PPR multi risques. Les **Plans de Prévention des Risques** ont été approuvés pour les 34 communes de l'île en fin d'année 2004 (voir Annexe 1 pour la liste des communes). Le document s'intéresse à cinq aléas différents : inondation de cours d'eau, littoral (submersion marine, houle et érosion), mouvements de terrain (glissements, coulées de boue, chute de blocs, éboulements), séisme (effet direct, liquéfaction, présence de faille supposée active) et volcanisme.

Ces **aléas** ont été cartographiés pour l'ensemble de la Martinique et classés par niveau selon leur **intensité et leur occurrence**. Les degrés sont les suivants :

- aléa majeur : aléa très exceptionnel, risques de dommage extrêmement graves et immédiats. Vies humaines directement menacées
- aléa fort : risques de dommage très redoutables. Pas de mesures de protection efficaces

- aléa moyen : manifestations physiques dommageables sur le secteur concerné. Mesures de protections possibles.

- aléa faible : manifestations limitées. Toutefois, on n'y est pas à l'abri localement des conséquences de tout autre aléa, notamment en cas d'événement très exceptionnel.

Les enjeux ont été définis selon les critères suivants :

- enjeux très forts : centre historique, zone urbanisée dense des centres villes

- enjeux forts : zones à enjeux y compris zone des 50 pas géométriques d'urbanisation dense et diffuse

- enjeux modérés : zone naturelle ou agricole, peu urbanisée

Les zones réglementaires du PPR sont nées du croisement des aléas et des enjeux :

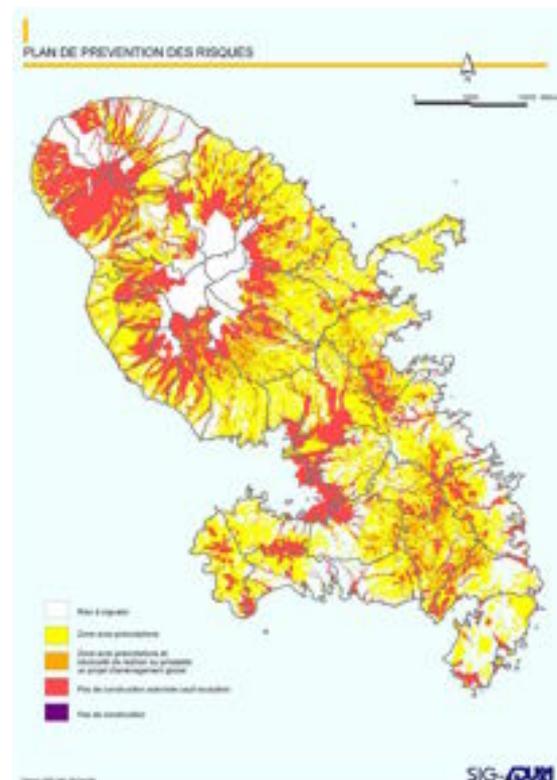
- La zone violette (secteur d'aléa majeur) : toutes les constructions, aménagements (sauf les travaux de protection contre les risques) sont proscrits.

- La zone rouge : constructions interdites mais certaines activités restent autorisées

- La zone orange : obligation d'un aménagement global

- La zone jaune : constructions nouvelles autorisées mais avec des prescriptions. Défrichements interdits (ADUAM 2008).

En terme de zonage supérieur à la zone orange (au moins nécessitant un aménagement global), 8.7% du territoire est en zone orange (risque moyen demandant de aménagements particuliers), 81.3% du territoire en zone rouge (zones inconstructibles) et 0.02% en zone violette (risque majeur).



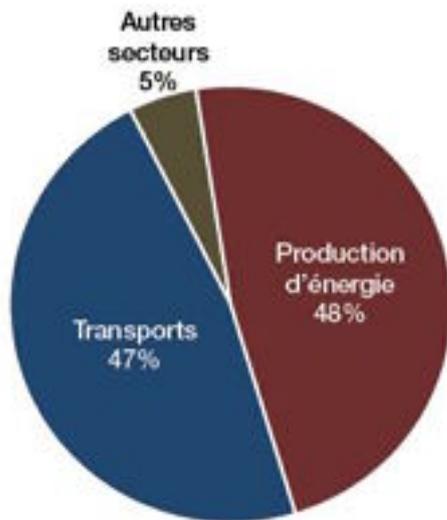
Zones couvertes par un PPR en Martinique (ADUAM) et types d'aléas (Climpact à partir de Agence des 50 pas)

La Martinique bénéficie de la mise en place de plusieurs systèmes d'alerte pour les risques cycloniques, de tsunami (en cours de mise en place), sismique, et de crues (SDAC). Il existe également un Observatoire Volcanologique et Sismologique de Martinique. La culture du risque est assez développée du fait de son exposition, mais certains seuils d'alerte engendrent inévitablement d'importants dommages.

2.6. Dépendance en énergie et en ressources premières énergétiques

La sécurité énergétique de la Martinique est un enjeu essentiel à prendre en compte dans tout exercice de prospective. Largement dépendant des produits issus du pétrole, la Martinique présente pourtant un fort potentiel de développement des énergies renouvelables.

Quels usages des énergie fossiles



Le **pétrole est la principale source d'énergie primaire** en Martinique.

Il est raffiné à la SARA, présent sur le territoire.

Les différents produits fossiles obtenus sont utilisés à 47% pour le transport, et à 48% pour la production d'énergie. Les autres secteurs consommant les 5% restant.

En effet, 98% de l'énergie électrique est issue de ressources fossiles importées (moteurs diesels et turbines à combustion de fiouls).

Usages des énergies fossiles en Martinique (Ademe 2010)

Parmi les énergies renouvelables, 50% est issue de la biomasse, en particulier la bagasse, résidu de la canne à sucre. L'incinération des déchets contribue également à l'augmentation de la part des énergies renouvelables. Cependant en termes d'évolution depuis 2005, le solaire thermique a progressé de 14% de capacité installée en litres et la production d'électricité provenant du solaire photovoltaïque a été multipliée par 10. (Ademe 2010)

2.7. Les enjeux et dynamiques face au climat

L'étude des caractéristiques du territoire de la Martinique permet de mettre en valeur la richesse et la diversité de son patrimoine. L'ensemble géologique, le climat tropical, les contraintes orographiques et le rôle historique du littoral expliquent pour beaucoup l'organisation spatiale de la majorité des activités humaines qui ont su profiter des ressources naturelles présentes. Par ailleurs, le caractère insulaire et la relation économique privilégiée avec la métropole apportent une vulnérabilité supplémentaire.

Ce paysage a été largement façonné par l'Homme et par les événements extrêmes climatiques et volcaniques. Plusieurs enjeux et dynamiques importantes en découlent :

1. Le climat tropical engendre une **exposition élevée aux nombreux risques naturels** en termes d'intensité et d'occurrence (inondation, mouvements de terrain, tempêtes, ouragans, sécheresse, ...). La **relative plasticité biophysique des éléments naturels** leur confère un degré de résilience assez élevé.
2. Le **caractère insulaire** renforce le fait que les ressources naturelles sont finies et explique que les **impacts des activités humaines** apparaissent comme très importants et s'accumulent de manière presque irréversible (pollution, érosion, sédimentation, ...).
3. **L'histoire socio économique** du territoire implique une **vulnérabilité économique** certaine, une dépendance étroite et un développement basé sur les relations économiques avec la métropole : les services dominent en termes d'activités économiques, l'agriculture et le tourisme sont en difficulté.

Plus particulièrement face au climat, le territoire de la Martinique se caractérise par :

1. une **capacité d'adaptation des activités économiques relativement faible** du fait des relations d'interdépendance entre les différents secteurs et de celle avec la métropole, qui peut impliquer des choix d'activités artificiels par rapport aux potentiels de développement (agriculture, tourisme vert...), des marges de manœuvre faibles, des activités de recherche et développement insuffisantes, une offre de formation inadaptée et une intégration dans la région Caraïbes presque inexistante.
2. **l'artificialisation croissante des terres** à travers de l'étalement et du mitage urbains implique des problématiques d'imperméabilisation des sols et d'accroissement des risques et de leurs impacts, un accès aux services collectifs coûteux et une fragilisation des écosystèmes pouvant aller jusqu'à leur disparition.
3. la **pression appliquée sur les ressources naturelles** est importante : les traits côtiers, les sols, les eaux littorales, souterraines et superficielles, et les habitats sont soumis à des pollutions d'origines diverses et de natures plus ou moins réversibles : sédimentation, érosion, pollution chimique, pollution organique, ...
4. une **très forte hétérogénéité spatiale** des éléments et des enjeux : le littoral densément peuplé est très exposé à ces dynamiques, les centres de vie économique concentrent également les populations, l'accès aux réseaux et services s'en trouve saturé sur certains axes, et les risques sanitaires facilités.

3. Vulnérabilités actuelles au climat

L'étude précédente a permis de mettre en valeur les enjeux prioritaires du territoire ainsi que les lignes de forces et faiblesses. Quelles sont les sensibilités de ces éléments au climat ? Quelles sont les vulnérabilités actuelles du territoire au changement climatique ?

3.1. Historique général

Un tour d'horizon des principaux événements climatiques passés montre clairement que des aléas nombreux et variés ont touché la Martinique au cours des dernières années.

Les **événements cycloniques** tel que Edith en 1963, Dorothy en 1970, David en 1979, Allen en 1980, Hugo en 1989, Klaus en 1990, Cindy en 1993, Iris en 1995, ou encore Dean en 2007 et Omar en 2008 ont apporté **vents violents et pluies intenses**. Combinés à des grandes marées, des périodes de **surcôtes** ont été relevées fréquemment, en particulier dans la zone nord-est (jusqu'à 4 mètres) et l'ouest ; des plages ont été **érodées** ; des routes inondées...

Les périodes de **pluies intenses** tels qu'en mai 2009, mai 2010 ou juin 2010 ont provoqué des dégâts importants sur les infrastructures de réseaux (canalisations, routes, électricité, ...), parfois jusqu'à rupture (mai 2010 : canalisation d'approvisionnement en eau potable de la partie Atlantique). Les pluies peuvent engendrer des **inondations** plus ou moins réversibles dans les 80 ravines qui sont identifiées comme présentant un terrain à risque. Le comportement des rivières est spécifique au terrain et relief et le temps de concentration va de 3 heures à quelques minutes. Ces pluies intenses peuvent aider à déclencher des **mouvements de terrain** (rapides ou lents) tels que ceux de 1984, 1995, 2002, 2004, 2009 ou 2010.



Dégâts sur le littoral au Carbet après l'ouragan Omar en 2008. (Agence des 50pas, Henri Salomon)

Les **périodes de sécheresse** sont également très impactant sur les ressources en eau et la végétation comme en 2003 et en début d'année de 2010, et de manière générale impliquent des tensions économiques lorsque l'enjeu devient trop problématique. Des **feux de forêts** se sont même déclenchés en février et mars 2010 sur des zones de broussailles et sur le flanc ouest du Mont Pelée.

Les **périodes de fortes chaleurs** comme en 2005 ou 2010 ont engendré une qualité de l'air détériorée et peuvent être associées à des risques de propagation de dengue amplifiée (juin à septembre 2005, et 2010).

Les aléas sont très variés et les risques étendus à toute l'île. Cependant, une analyse plus approfondie est nécessaire pour comprendre les zones et éléments les plus vulnérables face aux événements passés et actuels.

3.2. Expositions passées et perspectives

Les épisodes de conditions climatiques extrêmes de type inondation, tempête, canicule ou sécheresse ont affecté la Martinique à plusieurs reprises, à des intensités variables. L'étude de ces événements de grande ampleur et facilement perceptibles permet de mettre en exergue les éléments exposés et leurs vulnérabilités passées et actuelles. Cette analyse est menée par type d'aléa (inondation, sécheresse et canicule, tempête) et étudie l'impact sur les différents éléments sensibles qui ont été observés. Parmi ces éléments, ont été retenus :

- Milieux : Littoral, Plaine, Vallée soumise à risques naturels, Urbain, Rural, Montagne
- Secteurs : Agriculture-Elevage, Pêche, Sylviculture, Energie, Industries, Infrastructures et Habitat, Réseaux et accès aux services publics et cadre de vie, Tourisme
- Thématiques transversales : Eau, Diversité Biologique et Ecosystèmes, Santé, Emploi, Risques, Population et Santé

Cette analyse des événements passés est réalisée à partir de données de sources hétérogènes mais essentiellement locales : archives de médias locaux et nationaux (journaux papiers, télévisés issus des archives de l'INA-Institut National de l'Audiovisuel, bulletins thématiques des observatoires), arrêtés préfectoraux, rapport de commission du Sénat, études scientifiques particulières, ... Cette analyse non exhaustive dresse un panorama des impacts de ces événements passés sur le territoire de la Martinique. Elle permet également de mettre en évidence les secteurs pour lesquels il n'existe pas de suivi ou qui paraissent moins importants en termes de sensibilité aux événements extrêmes climatiques.



Bananiers couchés après le passage de l'ouragan Dean de 2007 (AFP) et Axes de communication paralysés après inondations de 2009 (Catnat.net) en Martinique.

3.2.1. Pluies intenses et inondations

Occurrence	Impacts	Autres
Eau		
2004	Baisse de qualité des eaux de baignade (littoral et rivière)	Facteurs aggravants : Exutoire naturel bouché, mauvais dimensionnement des canalisations
Agriculture-Elevage		
2004	Nombreuses inondations et des pertes de cultures Les terres détrempées n'ont pas toujours permis l'accès des machines aux parcelles En particulier la banane et la canne	
Mai 2009	Presque toutes les productions agricoles locales sont déclarées sinistrées : cultures maraîchères, vivrières, melon, agrumes, goyaviers, banane, canne à sucre et élevage. La production de bananes a été freinée par le blocage du port et les inondations.	Facteurs aggravants : Transport paralysé
Accès réseau et services		
Mai 2010	Glissement de terrain, casse d'une canalisation principale de 800 mm de diamètre Partie de l'île sans alimentation en eau potable	
Avril 2009, Octobre 2008, Octobre 2010 (Fontaine Didier)	Axes routiers coupés	
Mai 2009, Juin 2010	Canalisation et réseaux d'assainissement saturés car sous dimensionnés Réseaux de transport affaiblis ou coupés Réseaux énergie perturbés (Trinité) Maison de retraite sinistrée, destruction d'un pont Ecole fermée, transports collectifs arrêtés	Adaptations existantes : Renforcement des digues et des moyens de transports, Inventaire réseaux, Catnat, Cellule de crise Facteurs aggravants : Vents, Succession de périodes d'inondations avec infrastructures déjà affaiblies ou sol déjà gorgé d'eau, Fragilisation antérieure
Risques		
Mai 2010, Octobre 2008	Coulées de boues Glissement de terrain	Adaptations existantes : Cartographie des aléas, études, PPR, Sécurité civile, Pompiers, Déblayage Facteurs aggravants : Socle géologique argileux, types de construction, Plan d'urbanisme (construction dans le lit majeur, déforestation en amont intensifie le ruissellement)
Littoral		
	Dommages plus ou moins réversibles Flux de sédiments et dépôts modifiés	Facteurs aggravants : Artificialisation des zones d'évacuation (exutoire)
Economie		
Avril 2009 (précipitations La Niña en période sèche), Octobre 2010, Mai 2009	Axes routiers coupés Paralysies du transport Chômage technique Dégâts matériels	
Population et Santé		
Juin 2010, Octobre 2010	Isolement de quartier, impossibilité d'approvisionnement, familles sinistrées (Prêcheur) Blessés	Adaptations existantes : Catnat, évacuation, acheminement de denrées, cellule d'écoute, solidarité
Mai 2010	Rupture d'approvisionnement en eau potable dans le Centre et sud (Trinité, Robert) Recrudescence de maladies (maladies parasitaires)	
Mai 2009	2 morts (automobilistes) Pertes de véhicules (Rivière Pilote)	Adaptations existantes : Cellule de crise
Infrastructures et Habitat		
2009, 2010	Rivière Salée, RN5 inondée et coupée	
Octobre 2010	Dommages plus ou moins réversibles, pertes de biens matériels (Schoelcher)	Adaptations existantes : Assurance, PPR, solidarité, dons, association d'urgence, déblayage, relogement d'urgence Facteurs aggravants : Plan d'urbanisme (construction dans le lit majeur, déforestation en amont intensifie le ruissellement)

Vulnérabilités passées face aux pluies intenses et aux inondations en Martinique.

3.2.2. Sécheresse et canicule

Occurrence	Impacts	Autres
Eau		
2010, avril 2007, (el 1997 Nino)	Baisse du niveau hydrologique des rivières Problèmes d'approvisionnement, tensions socio économiques	Adaptations existantes : Veille de l'ARS, développement de l'exploitation des eaux souterraines, mesures de restriction de l'usage de l'eau, cellule sécheresse, enquête sur les besoins, coupures tournantes Facteurs aggravants : Déboisement le long des cours d'eau, Mauvaise gestion des ressources en eaux
	Moindre dilution des eaux usées a impacté la qualité des eaux littorales (cf rejet)	
Industries et Economie		
Février 2010	Augmentation des prix des produits agricoles	
2003, 2010	Industrie liée à la transformation de la canne affectée : usine privilégiée à la distillerie (cf prix) en approvisionnement en canne Bonne année pour le rhum	Adaptations existantes : Aide conjoncturelle ou plan de soutien Facteurs aggravants : Mauvaise gestion des stocks
Population et Santé		
2010	Population vulnérable aux poussières du Sahara et aux pollutions	Adaptations existantes : Recensement des populations vulnérables, Comité d'alerte, suivi de la qualité de l'air
2010	Epidémie de dengue (période chaude en début d'année)	Adaptations existantes : Recensement des populations vulnérables, Comité d'alerte, sensibilisation,
Agriculture-Elevage		
2003, 2010	Canne à sucre : rendement diminué, teneur en saccharose augmente Agriculture maraîchère affectée (surtout dans le nord Caraïbes) Mortalité des semis Impact sur le bétail	Adaptations existantes : Nouveaux semis, Adaptation des points de ventes, aides
1968, 1977	Cultures maraîchères, fruitières, bananières affectées dans le sud	Adaptations existantes : Mise en place de systèmes d'irrigation avec prélèvement dans la Lézarde, et barrage (cf petites retenues non viables car sources non pérennes et épuisement rapide)
Sylviculture		
2010	Réduction de la croissance des végétaux, perte des feuilles de certaines espèces caduques.	Adaptations existantes : Dégâts et dysfonctionnements sur le long terme Facteurs aggravants : Peuplement homogène, Espèces sensibles au stress hydrique
Risques		
2010	Favorise le risque d'érosion	
Accès réseau et services et cadre de vie		
	Fragilisation des axes routiers et infrastructures	
Infrastructures et Habitat		
	Dessiccation des argiles Dommages des maisons : fractures, fissures, écroulement	Adaptations existantes : Assurance, cartographie de l'aléa argiles, Etudes de terrain préalables à la délivrance de permis de construire, Arrêtés catastrophe naturelle actualisés
Ecosystèmes		
2005	Perte de 15% des récifs coralliens	Adaptations existantes : suivi Facteurs aggravants : pollution, dégradation
Février et mars 2010	Feux de forêt et broussailles	Adaptations existantes : aucune
2010, 2003	Dépérissement de certaines espèces ligneuses caduques.	Facteurs aggravants : Stress hydrique
2010	Pertes de biodiversité	

Vulnérabilités passées face aux sécheresses et aux canicules en Martinique.

3.2.3. Tempêtes et cyclones

Alors que la majorité des ouragans et tempêtes suivent une trajectoire est/nord-ouest, la tempête Omar est arrivé sur la Martinique par le sud-ouest, ses impacts ont donc été différents.

Occurrence	Impacts	Autres
Eau		
Dean	Impact positif sur les eaux souterraines : pluies efficaces uniquement sur le Centre, Côté Atlantique, et dans le sud (mais vidange progressive de la nappe de Rivière Pilote après)	Adaptations existantes : Suivi piezométrique
Milieu Littoral		
Omar	Submersion marine Erosion côtes sableuses, côtes rocheuses	Adaptations existantes : Atlas des zones situées sous le niveau des marées centennales, Facteurs aggravants : précipitation, épisodes venteux précédents
Dean	Inondation, vagues Submersion Houle cyclonique de 5 à 10 mètres (creux des vagues) Erosion des plages (Carbet)	Adaptations existantes : Prévention, systèmes d'alerte, arrêté Catnat Facteurs aggravants : Coefficient de marée haut, houle forte
Ecosystèmes		
David (1979), Edith (1963)	Au voisinage des côtes (mangroves, forêts marécageuses) : morts, arrachement, ou coupure,	Facteurs aggravants : les peuplements de mangroves les plus hauts et les plus denses seraient les plus touchés Facteurs aggravants : sous-estimation de la puissance de cet ouragan en raison de relevés anémométriques tronqués par la déficience des transmissions et du matériel de mesure lors du cataclysme (Météo France 2007)
Dean	Inondation par la mer, submersion Intrusion d'eaux salines dans les marais Arbres arrachés	Facteurs aggravants : Dépend d'un ensemble de paramètres climatiques (houle, niveau de la mer, ...), Fragilisation des cordons dunaires et des barrières naturelles
Risques		
Iris	3 morts (dont 2 provoqués par un glissement de terrain) Mouvements de terrain sur la chaîne Vauclin-Piteau,	Facteurs aggravants : Fortes pluies dans le sud Martinique, fortes densités de constructions et ramifications multiples, pas d'Atlas des zones touchés
Dean	Inondation Vauclin a vu son front de mer ravagé par des trains de vagues de plusieurs mètres Sud particulièrement touché	Facteurs aggravants : Pression antérieure
Omar, Emily	Erosion accrue Mouvements des falaises d'argiles gorgées d'eau Coulées de boues Perte de sol et des éléments	Adaptations existantes : Plan de prévention, Suivi littoral Facteurs aggravants : Artificialisation des côtes peut bouleverser le rythme d'érosion, Fortes précipitations
Infrastructures et Habitat		
Dean	Toitures arrachées, chutes d'arbres Camping au Marin dévasté Infrastructures touristiques endommagés Aéroport peu touché	Facteurs aggravants : Sous-estimation de la puissance de cet ouragan en raison de relevés anémométriques tronqués par la déficience des transmissions et du matériel de mesure lors du cataclysme (Météo France 2007)
Omar	Ouvrages portuaires (Schoelcher, Saint-Pierre) endommagés Equipements touristiques (Case Pilote, Carbet, Saint- Pierre, Trois Ilets)	Adaptations existantes : Assurances, arrêté Catnat Facteurs aggravants : Coefficient de marée élevé bloque l'exutoire, et avancée de la mer jusqu'à submersion et débordement
Réseaux et accès aux services		
Dean	Coupures d'électricité (95% des 180 000 foyers) Arbres arrachés, routes impraticables Inondations à Rivière Pilote Voiries impraticables par inondation (RN5) Canalisations touchées	Adaptations existantes : Cellule de crise, Renfort et Réquisition rapide de services de réparation (FIRE) Facteurs aggravants : Centre de secours endommagé, caserne des pompiers en zone inondable
Omar, Tomas (Oct 2010), Emily (2011)	Voiries impraticables par inondation Coupures d'électricité (800 abonnés privés de courant) Prêcheur isolé	Adaptations existantes : Réquisition rapide de services de réparation, Déviations mises en place, arrêté Catnat Facteurs aggravants : Age du réseau, Constructions dans des zones à risques, ou directement exposées
Economie et emploi		

Dean	Chômage technique du secteur agricole Fret-import manque de flux de retour Impact sur l'outil de production : tourisme, commerce, industries agroalimentaires BTP et services favorisé post cyclone Image touristique impacté	Adaptations existantes : Aide de l'Etat, des collectivités et de l'Europe pour l'agriculture, assurances
Omar	Transport paralysé (routier, maritime et aérien), pertes de matériels (bateau, stock, ...)	Adaptations existantes : Anticipation des chaînes de production et des ressources humaines
Population et Santé		
Emily (2011)	1 mort	
Dean	1 mort et 6 blessés Isolement 200 maisons ont été totalement détruites et 5000 partiellement touchées 60 % de la population n'avait pas accès à l'eau courante et qu'environ 600 personnes avaient été regroupées dans des foyers d'hébergement d'urgence. Recrudescence de maladies (leptospirose, maladies parasitaires)	Adaptations existantes : Renfort de la sécurité civile, cellule de crise Facteurs aggravants : Centre de secours endommagé, Sous-estimation de la puissance de cet ouragan en raison de relevés anémométriques tronqués par la déficience des transmissions et du matériel de mesure lors du cataclysme (Météo France 2007)
Omar	Isolement et zones dangereuses Certaines chambres d'hôtels inondées aux Trois Ilets	Adaptations existantes : Mise en place de systèmes d'alertes, Réquisition des services de sécurité civile, arrêté Catnat, prévention
Edith (1963)	10 morts	
Dorothy (1970, tempête tropicale)	44 morts	Facteurs aggravants : Pluies intenses (153mm en 1heure à Fort de France)
Pêche		
Omar, Dean	Embarcations échouées et détruites Des bateaux rompent leur ancrage Infrastructures de pêche endommagées (DCP et Vauclin)	
Agriculture		
Iris, Tomas (2010)	Destruction de la bananeraie (nord Atlantique)	Adaptations existantes : Aides, Arrêté Catnat, Conséquences directes sur le court terme et long terme, récolte prématurée
Dean	Bananeraies dévastées à 100% Canne à Sucre à 30% Cultures maraîchères et horticulture	Adaptations existantes : Aides, Arrêté Catnat, Conséquences directes sur le court terme et long terme
Sylviculture		
Dean	Arbres arrachés	Adaptations existantes : Conséquences directes sur le court terme et long terme

Vulnérabilités passées face aux tempêtes et aux cyclones en Martinique.

3.3. Synthèse des vulnérabilités actuelles de la Martinique aux changements climatiques

Face au changement climatique, **la Martinique** de par sa position géographique et son caractère insulaire fait **partie des territoires très vulnérables : les petites îles des Caraïbes** (Small Islands of Caribbean). Elle constitue donc un **indicateur privilégié de suivi du changement**. De plus, en tant que territoire français, elle bénéficie des aides françaises et européennes et des **outils de planification du développement et de l'aménagement** de pays développés. Cette double appartenance confère à la Martinique un profil original qui doit être souligné.

La réponse du territoire face aux événements climatiques passés indique la capacité de résilience du territoire face au changement climatique. Plusieurs enjeux sont ainsi mis en valeur :

1. Une exposition élevée aux événements extrêmes

La Martinique est fréquemment soumise à des événements climatiques extrêmes : **tempêtes, submersions marines, fortes précipitations entraînant des inondations, mouvements de terrain, sécheresses et érosion**. La forte **densité de population** (surtout sur le littoral) et la présence **d'activités économiques** directement liées aux caractéristiques physiques du territoire (agriculture, industries agro alimentaires, transport,...) impliquent que les impacts sont souvent importants.

2. Les infrastructures très vulnérables

L'intensité élevée des événements applique une **pression forte sur les infrastructures**, qu'elles soient de **transport, de communication, de stockage, ou d'acheminement de l'eau et de l'énergie**, qui peut aller jusqu'à leur **rupture**. La paralysie des réseaux de transport peut **ralentir l'activité économique** des autres acteurs industriels, et toute la population en général pour qui **l'accès aux réseaux et services est alors rendu plus difficile** voire impossible pour des périodes plus ou moins longues.

3. L'ensemble du tissu économique impacté

L'agriculture, qui dépend largement des conditions climatiques, est lourdement et fréquemment impactée par les événements extrêmes. La **paralysie des réseaux** de transports et d'acheminement de l'énergie et les **dommages sur les infrastructures** de stockage engendrent des impacts significatifs de court et moyen terme sur toutes les activités. Les **entreprises du bâtiment et du transport** sont directement impacté après des dommages importants : plus d'activités pour les premiers (reconstruction,...) et moins pour les deuxièmes (par manque de matériels ou par réduction des volumes à exporter et importer...). Sur le long terme, le **tourisme** est impacté à travers l'image des risques et dommages véhiculés par les médias, et par les dégâts sur les infrastructures.

4. L'accès aux réseaux et services et les risques de pollution et sanitaires

Les **réseaux de transport et d'acheminement de l'eau ou de l'énergie** ainsi que l'accès aux services (de soins) sont très souvent déjà **sur fréquentés ou mal dimensionnés**. Les événements climatiques extrêmes peuvent accentuer cette vulnérabilité ou favoriser la formation d'un terrain propice aux **risques de pollution ou de risques sanitaires**.

5. Les ressources naturelles sous pressions

Le **climat tropical est de nature extrême** : une saison humide et une saison sèche conditionnent l'essentiel des ressources naturelles. Déjà soumises à des **pressions fortes naturelles** (risques, extrêmes,...) et **humaines** (pollution, sédimentation, fragmentation...), les événements climatiques extrêmes apportent un **stress supplémentaire sur les ressources en eau, la biodiversité et les sols**.

Ces vulnérabilités sont **renforcées par l'artificialisation des terres de Martinique**. En effet, l'occupation du sol détermine largement la nature et le degré des impacts de ces événements

extrêmes sur le territoire. La nature très artificialisée d'une grande majorité des surfaces, et l'utilisation de techniques agricoles parfois peu adaptées **fragilise les terrains vulnérables**. La forte densité explique aussi la **forte utilisation des réseaux** et services qui, lorsqu'ils sont impactés, paralysent les activités. Elle explique également les **externalités négatives significatives sur les écosystèmes** à travers des perturbations physiques (e.g. fragmentation) ou chimiques (e.g. pollution). Pourtant, ces écosystèmes (mangroves, récifs coralliens, herbiers, forêt,...) offrent des services de régulation et de protection non négligeables en périodes de crues ou tempêtes.

La Martinique est fréquemment soumise aux événements extrêmes. Les **systèmes de suivi et d'alerte sont développés** et permettent de préparer la population aux événements, et ainsi de minimiser les impacts, au moins humains. Les zones présentant un risque naturel élevé sont pour la plupart identifiées, et **la notion de risque est intégrée** dans un certain nombre de documents de planification et d'aménagement. Cependant, les **restrictions en termes d'urbanisation** qui en découlent sont **difficilement mises en œuvre à l'échelle locale**.

Enfin, il existe de **fortes disparités spatiales des enjeux**. L'organisation des éléments est étroitement liée à la dualité terre/mer, urbain/rural et à la répartition des ressources entre le sud et le nord de l'île et entre la côte Atlantique et la côte Caraïbes. Ainsi, les problématiques de l'eau, des écosystèmes, des traits géomorphologiques, de l'économie et du cadre de vie sont très différentes suivant les milieux et communes.

Par ailleurs, si cette analyse permet d'étudier les éléments vulnérables face aux événements climatiques passés, elle permet également de mettre en évidence le manque d'études existantes sur l'évolution de la qualité des ressources et sur les écosystèmes lors de ces événements passés : par exemple impact des sécheresses sur les habitats, impact des inondations sur la qualité de l'eau,...

C Scénarios de vulnérabilités futures au changement climatique

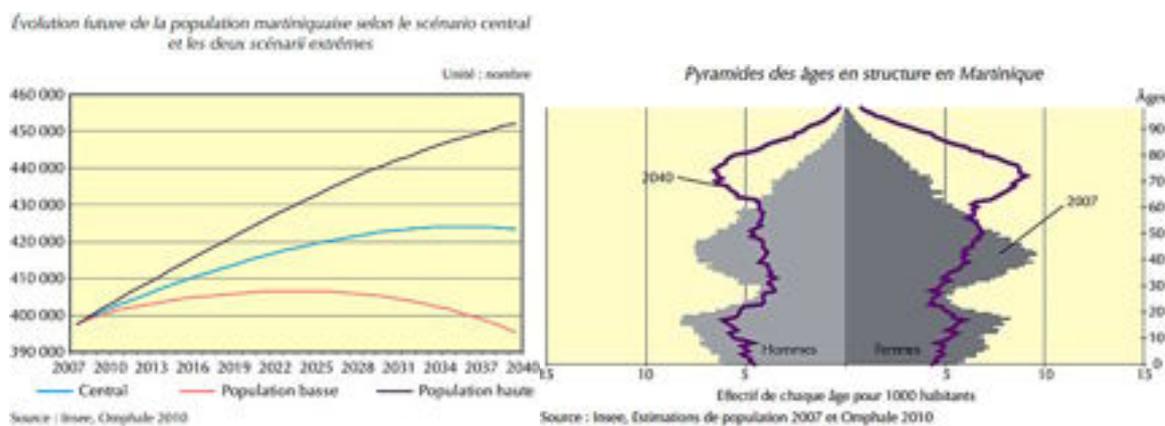
1. Scénarios de prospectives socio-économiques

Un certain nombre d'études de prospectives ont été initiées ces dernières années à l'échelle nationale, en particulier sur l'agriculture, l'alimentation, l'énergie, l'eau et les mutations des territoires périurbains. Cependant, la **spécificité des territoires d'Outre mer** n'est que très rarement voire pas du tout pris en compte.

« Des changements, voire des ruptures, se profilent à un horizon relativement proche : la baisse des aides européennes, le problème de l'énergie, les questions d'environnement exacerbées par le changement climatique, le vieillissement de la population, etc. » (Durance 2010, à propos du SMDE)

1.1. Démographie

L'INSEE a construit plusieurs scénarios prospectifs d'évolution démographique à l'horizon 2040 pour les régions de France (INSEE 2011, Breton et al 2009).



Evolution future de la population martiniquaise d'ici 2040 (INSEE)

Selon le scénario tendanciel, en **2040, la population martiniquaise sera de 423 000 habitants**. Le rythme de croissance de la population de 0,19% serait alors trois fois plus faible qu'aujourd'hui. Les décès seront plus nombreux que les naissances et l'augmentation modérée de la population sera portée uniquement par l'excédent migratoire. Le **vieillessement s'accroîtra** : 40% des Martiniquais auront plus de 60 ans, alors que ce ne sera le cas que de 31% des Français.

Les **échanges migratoires** de la Martinique s'effectuent principalement avec l'Île-de-France, la Provence-Alpes-Côte d'Azur, la Guadeloupe, l'Aquitaine, le Rhône-Alpes et le Midi-Pyrénées. Ces régions, à l'exception de la Guadeloupe, auraient un plus fort dynamisme démographique que la Martinique. Ainsi, la population « susceptible » de quitter la région augmenterait moins vite que celle qui pourrait la rejoindre. Cela entraînerait une amélioration du solde migratoire martiniquais. Les migrations accéléreraient le rythme du vieillissement de la population. En effet, la région continuerait à être attractive pour les personnes aux âges de la retraite. Dans le même temps, les jeunes 18 à 30 ans seraient plus nombreux à quitter la Martinique qu'à s'y installer.

1.2. Urbanisation et pressions sur les ressources

Les documents de planification tels que les SAR, PLU, SCOT, PCET introduisent fréquemment des objectifs chiffrés, comme le nombre d'hectares de terres agricoles minimum à conserver sur le territoire, ou le taux d'artificialisation de la bande de 50 pas. Ainsi en 2008, le SAR prônait la conservation de 40 000 hectares agricoles alors que la SAU était de 32 000 ha en 1995 et qu'elle est de 25 000 ha en 2008.

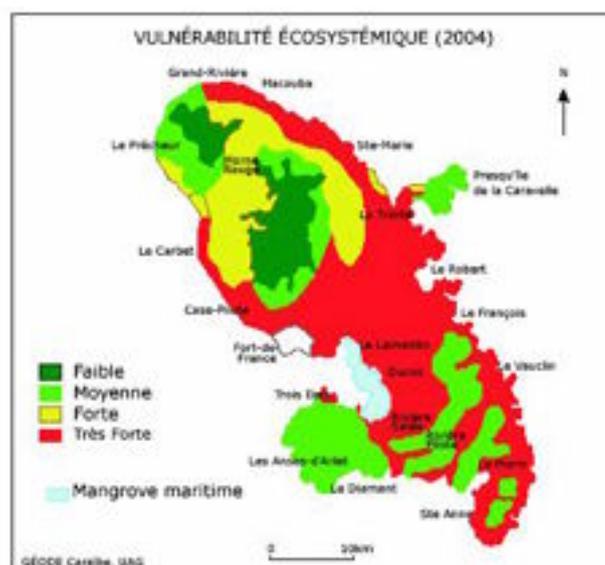
Il est donc délicat de prendre le résultat de ces démarches de réflexion comme base prospective puisqu'ils représentent des objectifs et pas forcément des tendances potentielles.

Cependant, **certaines tendances lourdes sont à noter en termes d'urbanisation :**

- le mitage ;
- l'attractivité du sud Caraïbes ;
- le logement collectif en baisse ;
- des disponibilités foncières pour les zones d'activités ;
- une urbanisation croissante de la bande des 50 pas avec préservation d'espaces naturels fragmentés.

1.3. Les écosystèmes

Les différentes prises de possession et les stades d'anthropisation ont modifié le degré de complexité écosystémique et la résilience des écosystèmes (Joseph 2011). Certains **écosystèmes semblent plus vulnérables** que d'autres, **en particulier les étages intermédiaires correspondant aux habitats forestiers déjà dispersés et forêt mésophile** (moyennement humide).



La vulnérabilité des écosystèmes de Martinique (Joseph 2011)

Par ailleurs, il est noté que les écosystèmes de la Martinique sont très variés. Cette richesse floristique associée aux différents bioclimats, stades dynamiques, variations de topographie, sols et inversions de végétation « leur confèrent **une plasticité notable relativement aux changements environnementaux** » (Joseph 2011).

1.4. Prospective économique

En 2005 est lancé l'élaboration du schéma régional de développement économique d'après la loi de 2004 confirmant le rôle des régions en matière économique. En décembre 2007, le document stratégique prospectif conçu et baptisé « **schéma martiniquais de développement économique et social** » (**SMDE**) est entériné. Les principaux résultats, issus d'un processus de concertation, sont synthétisés ci-dessous. (Durance 2010)

Extraits du schéma martiniquais de développement économique et social :

La nouvelle stratégie est portée par une ambition : remettre l'Être Humain au coeur des préoccupations Il s'agit de garantir pleinement au Martiniquais les bénéfices d'un meilleur développement économique, social et environnemental. Cet objectif repose sur trois piliers fondamentaux reposant sur le principe de **solidarité** :

- La **solidarité sociale** avec la mise en place d'un environnement propice à l'épanouissement humain, garantissant une meilleure participation à la construction de chacun de la Martinique
- La **solidarité économique**, sur la base de la structuration du tissu autour de filières performantes créatrices de richesses et d'emplois nouveaux
- La **solidarité territoriale**, par le biais de Pôles d'Activités Stratégiques, susceptibles de véhiculer les fruits du développement et de l'innovation sur les zones les plus sensibles du territoire, pour toucher les populations les plus fragiles.

Le Plan d'Actions est articulé autour de thématiques suivantes :

- une ambition : Eco-labelliser le Territoire et structurer le tissu autour de la valorisation des richesses naturelles
- des outils : pour anticiper et accompagner les mutations
- un objectif : mettre l'Homme au coeur du développement
- un moyen : garantir l'efficacité des politiques publiques

5 scénarios ont été construits sur la base d'échanges et d'analyse des enjeux et pistes d'actions envisageables. Les 2 scénarios « redouté » et « souhaité » permettent de comprendre les enjeux prospectifs identifiés et recherchés.

ENTREPRENDRE EN MARTINIQUE (scénario souhaité)	LA FAILLITE ECONOMIQUE (scénario redouté)
<p>Relations internationales apaisées Globalisation poursuivie avec équité Reconnaissance du statut particulier des régions ultrapériphériques (UE, OMC)</p> <p>Transport aérien libéralisé, transport maritime encouragé, avec obligations de service public entre les îles et avec l'Europe</p> <p>Réduction du taux de chômage, meilleure adéquation formation-qualification-besoins, bonne politique d'insertion sociale</p> <p>Collaboration public-privé</p> <p>Maîtrise du foncier par la collectivité Implantation des pôles d'activités et entreprises facilitée</p> <p>Consommation énergétique maîtrisée, énergies nouvelles locales développées</p> <p>R&D et innovations soutenues, accompagnement des entreprises en réseau, système bancaire partenaire,</p>	<p>Relations internationales durcies Fractures et conflits multipliés Soutien de l'UE non assuré, Caraïbe éclatée</p> <p>Transport aérien libéralisé et sans limite, transport maritime sous forme de cabotage, pas d'aide des collectivités</p> <p>Population vieillie, main d'oeuvre insuffisante et inadaptée, services à la personne insuffisants</p> <p>Une collectivité à pouvoir législatif, politique fiscale incohérente, Peu de collaborations, pas de vision commune</p> <p>Foncier non maîtrisé, urbanisation désordonnée Développement anarchique des équipements commerciaux Infrastructures de réseau (énergie, communication) coûteuses et inadaptées Energie chère, consommation croissante, peu d'énergies renouvelables</p> <p>Produits alimentaires importés omniprésents, agriculture et pêche disparues, Industries et artisanats marginalisés, R&D</p>

Tourisme patrimonial valorisé,
Nouveaux produits agro-alimentaires à haute
valeur ajoutée, agriculture de qualité, aquaculture
développée, débouchés extra territoriaux

marginales, Tourisme international en chute
Entreprises se tournent vers aide extérieure
Culture créole non valorisée

Résumé des deux scénarios prospectifs issus de la concertation du SMDE (à partir de Durance 2010)

1.5. Autres études

Il existe assez peu d'études de prospectives sur certains enjeux pourtant majeurs tels que l'état des ressources en eau (qualité et quantité), l'accès aux services de soin et santé, l'agriculture et la sécurité alimentaire, ou encore le transport et l'énergie. La spécificité des territoires d'Outre Mer est en effet rarement intégrée aux exercices de prospectives menés à l'échelle nationale.

2. Scénarios climatiques

Les projections climatiques ont été produites par CLIMPACT dans le cadre cette étude. Réalisées à l'aide des résultats des modèles du GIEC et selon les scénarios d'évolution socio économique du GIEC, elles donnent une première vision des changements possibles du climat de Martinique.

2.1. Des changements observables

Météo France a initié en 2011 une étude de caractérisation de l'impact du changement climatique aux Antilles-Guyane et en Martinique en particulier. La première phase, achevée en septembre 2011, a permis d'analyser les **données historiques**. (Météo France 2011)

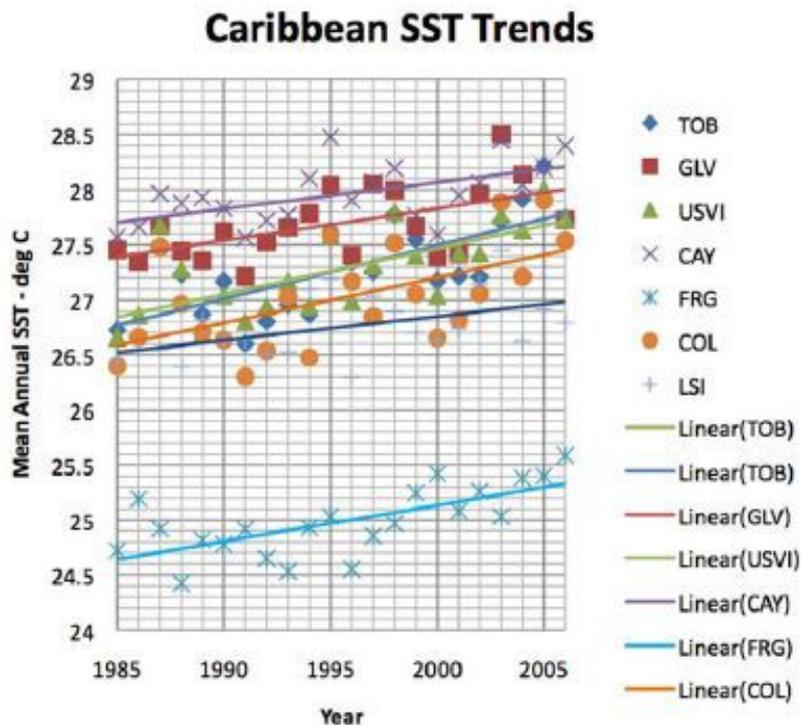
Sur la période **1965-2009**, l'étude montre que la **température moyenne a augmentée de 1,47°C**, la température maximum de 1,21°C (en particulier pendant l'hivernage), la température minimum de 1,26°C (en particulier pendant l'hivernage). Concernant **les précipitations, leur moyenne annuelle semble avoir diminué** mais leur moyenne sur la période de transition mai-juin aurait augmentée. Cependant, les résultats pour les précipitations ne sont pas significatifs, c'est-à-dire que statistiquement, aucune tendance ne se dégage.

Les **phénomènes cycloniques présentent une forte variabilité interannuelle** entre 1967-2009. La moyenne est de 10,7 phénomènes par an dont 6,1 sont des ouragans en moyenne, de 67 jours d'activité cyclonique par an dont 27 sont des ouragans, et de 2,2 ouragans majeurs par an. Depuis 1995, le nombre d'ouragans majeurs est en hausse.

L'**activité orageuse entre 1971 et 2009 présente également une forte variabilité interannuelle**, avec une moyenne de 28,5 jours par an, et est en hausse également.

Enfin, le **niveau de la mer entre 1993 et 2005 serait monté de 3,5mm** par an au niveau des Petites Antilles. La **température de surface de la mer augmente également** (Simpson et al. 2009).

Figure 17: SST time-series of seven representative Caribbean Virtual Stations: 1985-2006.



Evolution et tendance à l'élévation de la température de la mer dans les Caraïbes (Simpson et al. 2009)

2.2. Méthodologie pour la projection des données climatiques futures

La méthodologie employée par CLIMPACT est résumée dans cette partie, l'intégralité de la méthodologie et des résultats sont fournis en Annexe 2.

Le travail est en cours ; la significativité des résultats n'est pas encore traitée. Aussi, les résultats présentés ci-dessous sont à prendre avec précaution.

2.2.1. Méthodologie

Les **modèles climatiques du GIEC ont généralement une résolution spatiale de l'ordre de 100 à 200 km**. Ils ont ainsi des difficultés à représenter correctement des phénomènes climatiques de petite échelle, et plus particulièrement ceux des petites îles de l'arc antillais. Le recours à la **descente d'échelle** est ici d'autant plus nécessaire pour réaliser des études d'impacts locaux (CLIMPACT 2011).

La méthode de descente d'échelle choisie est **statistique**. Ce choix est dicté (i) par la nécessité de désagréger plusieurs variables climatiques, ce qui serait beaucoup trop coûteux en ressources informatiques (temps et infrastructure) dans le cas de la descente d'échelle dynamique, et (ii) par le fait que la descente d'échelle statistique corrige de façon intrinsèque le modèle climatique, ce que ne fait pas un modèle régional qui suit le forçage de la grande échelle, qu'il soit réaliste ou non.

Afin d'intégrer l'**incertitude liée à l'exercice de modélisation** des phénomènes climatiques, il est proposé d'utiliser les **résultats des 24 modèles de climat utilisés par le GIEC** dans son dernier Rapport AR4 (2007) et ainsi de dresser un panorama de l'incertitude pour chaque scénario. Il est à noter que les 24 modèles ne sont pas tous disponibles suivant les variables et scénarios considérés, notamment pour Tmin et Tmax.

Les principaux éléments de la méthodologie sont donc :

- l'utilisation des données historiques : 1965-2009 pour la climatologie de référence ;
- des données mensuelles ;
- 2 scénarios choisis : A2 pessimiste, et B1 optimiste;
- 3 horizons futurs : 2021-2040 pour l'horizon 2030, 2041-2060 pour l'horizon 2050, 2061-2100 pour l'horizon 2080 ;
- les sorties des 24 modèles du GIEC ;
- les résultats de la descente d'échelle.

Les 3 scénarios du GIEC (Source ONERC, 2011).

« Le scénario A1 est associé à une croissance économique rapide, une population mondiale atteignant un maximum au milieu du siècle avant de décliner et de nouvelles technologies plus efficaces. Il est aussi caractérisé par une convergence entre régions, en particulier du revenu par habitant. Dans le cas du scénario A1B, l'évolution technologique respecte un équilibre entre les sources d'énergie.

Le scénario A2 est associé à un monde très hétérogène avec un développement économique essentiellement régional, un accroissement continu de la population et une évolution technologique plus lente que pour les autres scénarios.

Le scénario B1 décrit un monde convergent avec une population mondiale culminant au milieu du siècle comme pour le scénario A1. L'accent est placé sur des solutions mondiales orientées vers une viabilité économique, sociale et environnementale, y compris une meilleure équité. »

2.2.2. Les indicateurs étudiés

Les données historiques existantes sont issues des bases de données de Météo France en Martinique. Ces séries homogénéisées sont disponibles pour un certain nombre de stations, et pour un certain nombre de variables (Tmin, Tmax, Précipitation RR). Les séries mensuelles de précipitation et celles de température couvrent respectivement les périodes 1962-2005 et 1965-2009.

Il est proposé ici de sélectionner 5 stations : les 3 stations complètes (avec trois variables par station : Tmin, Tmax et précipitation RR), et 2 stations situées dans des zones climatiques distinctes (climat plus sec dans le sud et est) permettant d'illustrer une partie de la diversité du climat martiniquais et du fait du poids économique de ces régions. Pour ces deux stations, seule la précipitation est disponible.

* TMIN, TMAX, RR pour Le Lamentin (poste N° 97213004, altitude=3m).

* TMIN, TMAX, RR pour Fort-de-France (poste N° 97209004, altitude=143m).

* TMIN, TMAX, RR pour Fonds-Saint-Denis (poste N° 97208001, altitude=510m).

* RR pour Le Vauclin (poste N° 97232003, altitude=12m).

* RR pour La Trinité (poste N° 97230002, altitude=2m).

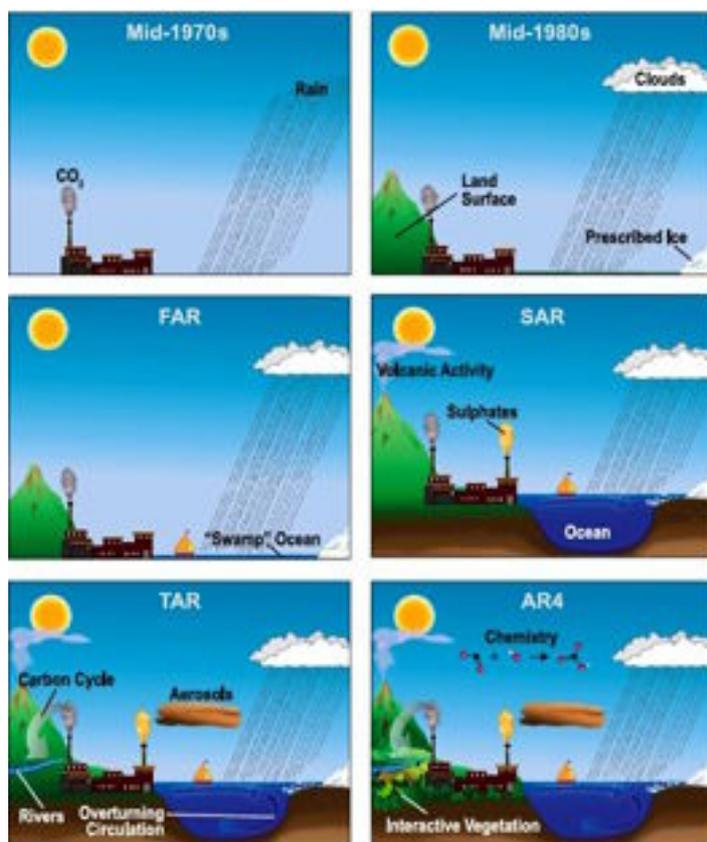
La variable Température moyenne sera déduite des variables Tmin et Tmax, à travers la formule $T_{moy} = (T_{min} + T_{max}) / 2$.

2.2.3. Limites de résultats

Plusieurs types d'incertitude existent et sont à prendre en compte lors de l'utilisation des résultats. Ces incertitudes sont liées à plusieurs sources :

- **la modélisation des systèmes climatiques :**

La construction d'un modèle implique forcément des simplifications de la réalité des processus. De plus, la complexification des modélisations exige des capacités de calculs importantes. L'évolution et l'amélioration des modèles sont donc également liées à l'avancée des capacités de calculs des processeurs.



Evolution du degré de complexité des modèles depuis leurs débuts, mise en parallèle des différents rapports du GIEC (GIEC, 2007).

- **les scénarios d'émissions de gaz à effet de serre (SRES)**

Les projections climatiques sont basées sur 3 scénarios du GIEC. Prévoir les évolutions futures exactes de nos économies est, par construction, impossible et source d'incertitude. Il est donc presque certain que notre futur ne sera pas identique à un de ces scénarios, mais il est sûr qu'il suivra une tendance comprise entre le scénario le plus optimiste et le plus pessimiste. Il est donc intéressant de raisonner en termes de palette des possibles en travaillant avec des « fourchettes » d'évolutions ou d'écarts plutôt que de se limiter à une unique estimation quantitative.

- **les précipitations**

La variabilité des projections est plus importante pour les précipitations que pour les températures. Cette différence est en partie due à la complexité du phénomène et à l'influence considérable du local, qui ne sont pas identiquement pris en compte dans les modèles. Il semblerait qu'il y ait donc plus d'incertitude pour les précipitations que pour les températures.

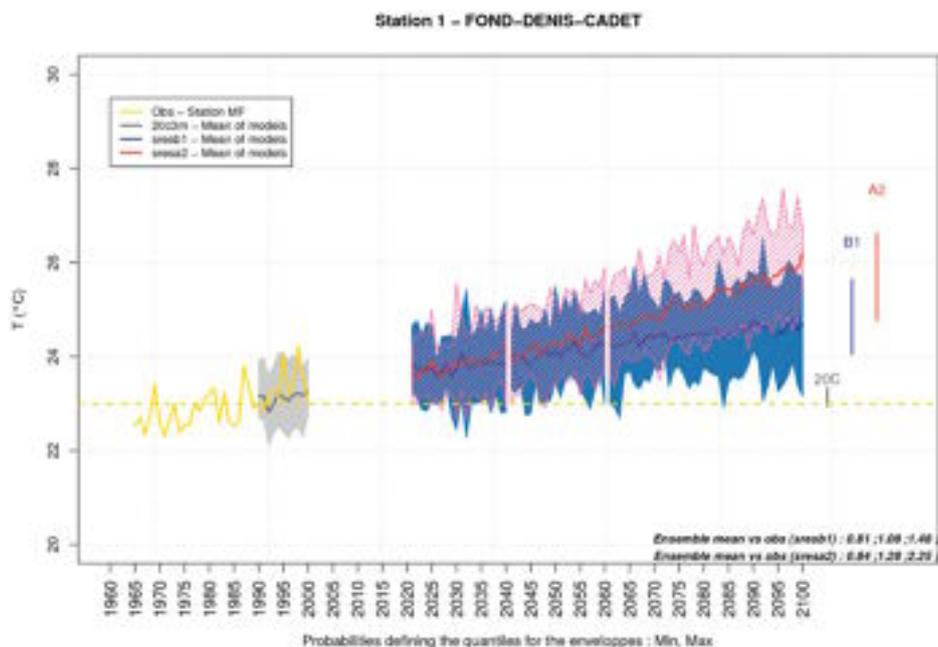
2.3. Résultats des projections climatiques

Les principaux résultats sont présentés ici ; l'intégralité de la méthodologie et des résultats sont fournis en Annexe 2.

Le travail est en cours ; la significativité des résultats n'est pas encore traitée. Aussi, les résultats présentés ci-dessous sont à prendre avec précaution.

2.3.1. Évolution des moyennes annuelles pour les températures

Pour les 3 stations (Fonds-Saint-Denis, Fort-de-France et Le Lamentin), **quelque soit le scénario considéré, les températures moyennes augmentent régulièrement sur le 21ème siècle.** L'augmentation la plus forte est observée pour la fin du 21ème siècle, sur la période **2061-2100** (en moyenne **de 2,3°C pour SRESA2 et 1,5°C pour SRESB1**). Sur les deux périodes de projection les plus proches, les scénarios se distinguent moins et les augmentations sont de l'ordre de 0,8°C pour la période 2021-2040 et de 1,1-1,3°C pour la période 2041-2060.



Évolution de la température annuelle moyenne à la station Fonds-Saint-Denis. Observations (ligne jaune en gras), moyennes d'ensemble des projections climatiques downscalées (lignes grises, rouges et bleues en gras) et enveloppes pour la période 1990-1999, 2021-2040, 2041-2060 et 2061-2100 pour les scénarios 20C3M (gris), SRESA2 (rouge) et SRESB1 (bleu). La ligne jaune en pointillés définit la moyenne des observations sur la période 1965-2000. Les barres de couleur à droite représentent l'étendue des projections climatiques moyennées sur la dernière décennie du 21ème siècle (2091-2100). Unités en °C.

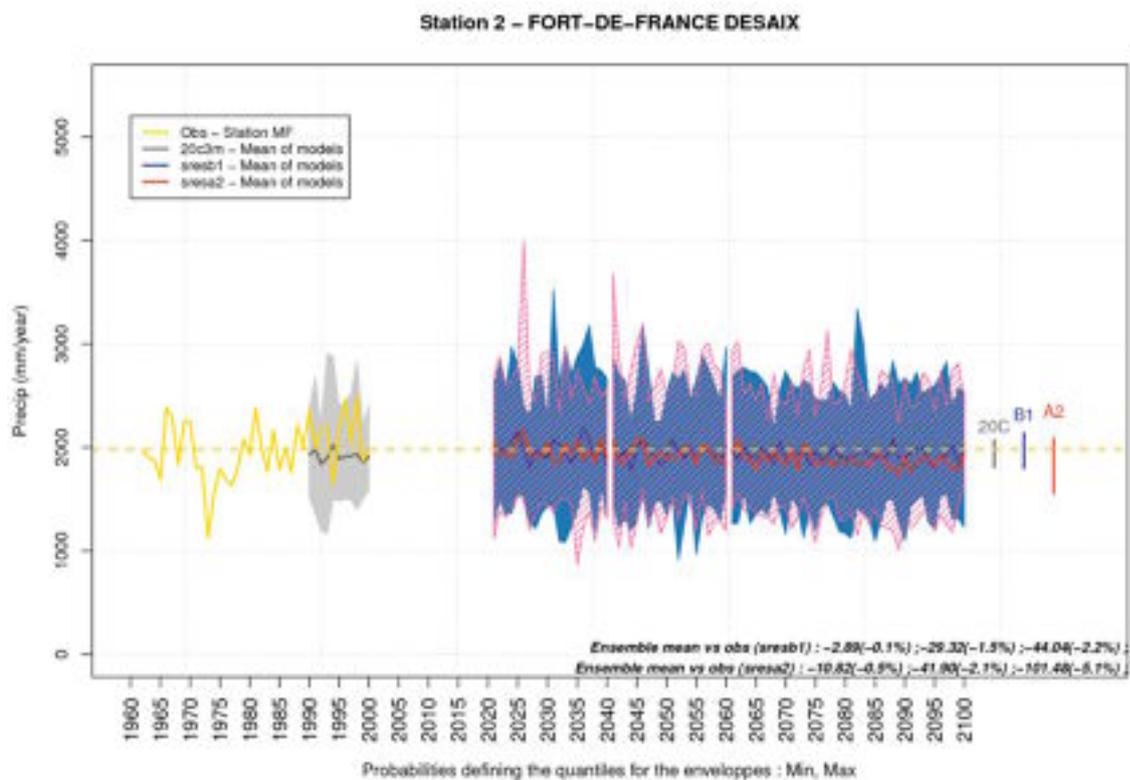
Il est à noter que pour la plupart des périodes du futur et des scénarios considérés, l'enveloppe des résultats des modèles climatiques se situe au-dessus de la moyenne des observations passées. Il existe des exceptions, essentiellement pour le scénario SRESB1. Ceci traduit une **bonne cohérence de la réponse des modèles climatiques** sur la température annuelle moyenne.

Les évolutions pour les températures minimales et maximales à l'échelle annuelle sont très similaires à celle de la température moyenne montrée ci-dessus. A la fin du 21ème, les augmentations sont en moyenne de 2,2-2,3°C pour SRESA2 et de 1,5°C pour SRESB1. Sur les deux

premières périodes de projection, les augmentations sont de l'ordre de 0,8-0,9°C pour la période 2021-2040 et de 1,1-1,3°C pour la période 2041-2060.

2.3.2. Évolution des cumuls annuels pour les précipitations

Pour les 5 stations (Fond-Saint-Denis, Fort-de-France, Le Lamentin, La Trinité et Le Vauclin), à la fin du 21ème siècle, une **légère diminution des cumuls annuels des précipitations est observée** quelque que soit le scénario considéré. Cependant cette **baisse est plus accentuée pour le scénario SRESA2**. Les diminutions s'étalent de -0,7% (soit -16mm à La Trinité) à -3,1% (soit -39mm à Le Vauclin) pour le scénario SRESB1 et de -2,4% (soit -57 mm à La Trinité) à -8,7% (soit -109mm à Le Vauclin) pour le scénario SRESA2.



Évolution des cumuls annuels de précipitation à la station Fort de France. Observations (ligne jaune en gras), moyennes d'ensemble des projections climatiques downscales (lignes grises, rouges et bleues en gras) et enveloppes pour la période 1990-1999, 2021-2040, 2041-2060 et 2061-2100 pour les scénarios 20C3M (gris), SRESA2 (rouge) et SRESB1 (bleu). La ligne jaune en pointillés définit la moyenne des observations sur la période 1962-2000. Les barres de couleur à droite représentent l'étendue des projections climatiques moyennées sur la dernière décennie du 21ème siècle (2091-2100). Unités en mm/an.

Au milieu du 21ème siècle, les baisses constatées sont moins fortes : elles s'échelonnent de -1,1% (soit -23mm à Le Lamentin) à -1,8% (soit -23mm à Le Vauclin) pour le scénario SRESB1 et de -1,3% (soit -27mm à Le Lamentin) à -3,2% (soit -40mm à Le Vauclin) pour le scénario SRESA2. Une exception est à relever pour la station Trinité pour laquelle les précipitations stagnent (0,1-0,2% soit 3-5mm) pour les deux scénarios. Enfin, pour la période 2021-2040, les différences avec la période de référence sont encore plus faibles. Une tendance à la stagnation des précipitations est observée sur la plupart des stations (évolutions inférieures à 1% en valeur absolue). Une exception existe, concernant la station Trinité où une légère augmentation des précipitations est à remarquer (+1,3% et +1,7% pour SRESB1 et SRESA2).

Il faut également remarquer que pour toutes les périodes du futur et les scénarios considérés, l'enveloppe des modèles climatiques se situe de part et d'autre de la moyenne des observations

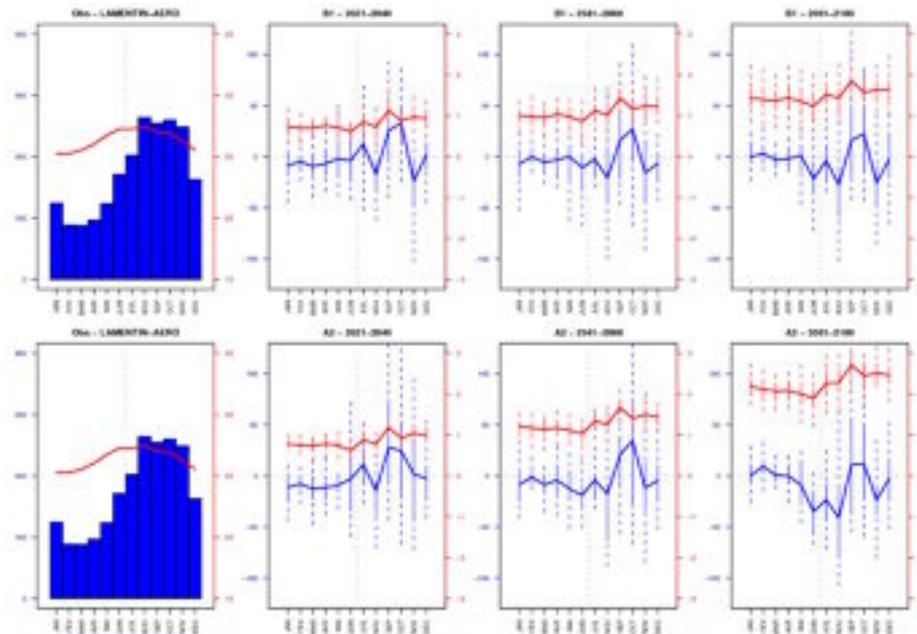
passées. Ceci traduit une **moins bonne cohérence de la réponse des résultats des modèles climatiques** sur les cumuls annuels de précipitation.

2.3.3. Évolution des cycles saisonniers mensuels

La température moyenne

Pour les 3 stations (Fond-Saint-Denis, Fort-de-France et Le Lamentin), quelque soient les scénarios considérés, les températures moyennes de chaque mois du cycle saisonnier augmentent régulièrement au cours du 21ème siècle. Ces **augmentations sont légèrement plus fortes sur les 6 derniers mois de l'année de quelques dixièmes de degrés**. Les mois possédant les plus fortes augmentations de température sont généralement les mois de septembre et d'octobre (fin de l'hivernage) tandis que les mois de la période mars-juin (fin du carême et période de transition) présentent les plus faibles accroissements.

Il est à noter que les enveloppes des résultats des modèles se situent toutes au-dessus de la moyenne des observations passées pour tous les mois du cycle saisonnier.



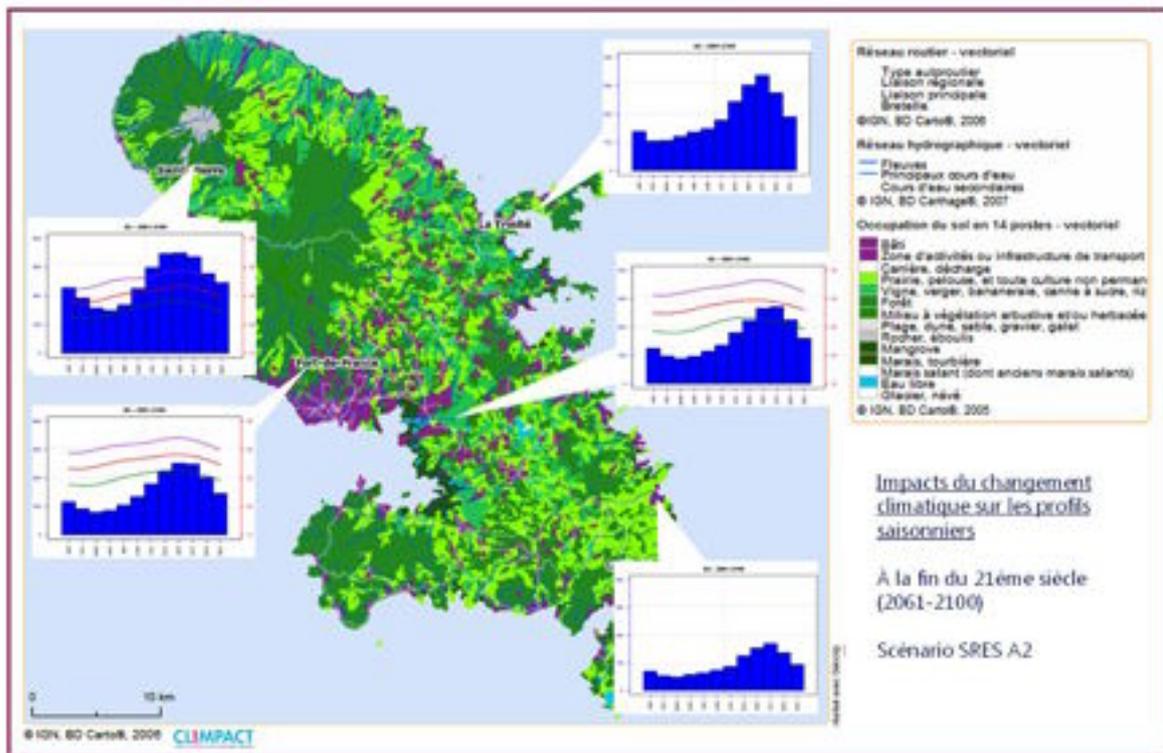
Cycles saisonniers de la température et des précipitations à la station du Lamentin. A gauche, les cycles pour les observations (ligne rouge pour les températures et histogrammes bleus pour les précipitations). Les figures plus à droite montrent les évolutions (en écart par rapport aux cycles des observations) des cycles saisonniers des projections climatiques downscalées sur les différentes périodes (2021-2040, 2041-2060 et 2061-2100) et pour les deux scénarios (SRESA2 et SRESB1). Les lignes en gras désignent la moyenne des modèles et les lignes verticales en tirets représentent l'enveloppe des modèles pour chaque mois du cycle. Unités en °C et en mm/mois.

Les cumuls de précipitation

Pour les 5 stations (Fonds-Saint-Denis, Fort-de-France, Le Lamentin, La Trinité et Le Vauclin), les évolutions du cycle saisonnier sont assez contrastées d'un mois sur l'autre, avec une alternance d'augmentations et de diminutions des précipitations. Une caractéristique commune de la plupart des stations est **une augmentation des pluies sur la période septembre-octobre, à la fin de l'hivernage**. Cependant, cet accroissement semble moins fort à la fin du 21ème qu'au début. Une **tendance à l'assèchement est par ailleurs visible au mois de juillet (début de l'hivernage)** et elle s'accroît vers la fin du siècle.

Il faut également remarquer qu'à de rares exceptions près (notamment pour le mois de juillet sur certaines stations et à certaines périodes), l'enveloppe des modèles climatiques se situe de part et

d'autre de la moyenne des observations passées. Ceci met en exergue **la faible cohérence des résultats des projections climatiques sur le cycle saisonnier des précipitations.**



Les résultats des simulations pour les profils saisonniers de 5 stations en Martinique à l'horizon 2080 pour le scénario A2 (CLIMPACT 2011)

2.3.4. Synthèse

Le climat présente une certaine hétérogénéité spatiale. Les projections estimées pour les 5 stations de Martinique sont résumées dans le tableau ci-dessous.

	2021-2040	2041-2600	2061-2100
Température moyenne annuelle (écart par rapport aux observations en °C)			
Scénario B1			
FOND-DENIS-CADET	0,81	1,08	1,48
FORT-DE-FRANCE DESAIX	0,82	1,09	1,5
LAMENTIN-AERO	0,81	1,09	1,49
Moyenne	0,81	1,09	1,49
Scénario A2			
FOND-DENIS-CADET	0,84	1,28	2,25
FORT-DE-FRANCE DESAIX	0,85	1,29	2,27
LAMENTIN-AERO	0,85	1,29	2,27
Moyenne	0,85	1,29	2,26
Température minimum annuelle (écart par rapport aux observations en °C)			
Scénario B1			
FOND-DENIS-CADET	0,78	1,11	1,47
FORT-DE-FRANCE DESAIX	0,80	1,12	1,49
LAMENTIN-AERO	0,78	1,12	1,48

	Moyenne	0,79	1,12	1,48
Scénario A2				
	FOND-DENIS-CADET	0,83	1,2	2,2
	FORT-DE-FRANCE DESAIX	0,84	1,22	2,22
	LAMENTIN-AERO	0,84	1,21	2,21
	Moyenne	0,84	1,21	2,21
Température maximum annuelle (écart par rapport aux observations en °C)				
Scénario B1				
	FOND-DENIS-CADET	0,84	1,16	1,52
	FORT-DE-FRANCE DESAIX	0,82	1,15	1,51
	LAMENTIN-AERO	0,82	1,15	1,51
	Moyenne	0,83	1,15	1,51
Scénario A2				
	FOND-DENIS-CADET	0,88	1,24	2,26
	FORT-DE-FRANCE DESAIX	0,87	1,24	2,26
	LAMENTIN-AERO	0,87	1,25	2,26
	Moyenne	0,87	1,24	2,26
Précipitation moyenne annuelle (écart par rapport aux observations en %)				
Scénario B1				
	FOND-DENIS-CADET	-0,8	-1,2	-1,4
	FORT-DE-FRANCE DESAIX	-0,1	-1,5	-2,2
	LAMENTIN-AERO	0,1	-1,1	-1,8
	TRINITE-SPOUTOU	1,3	0,1	-0,7
	VAUCLIN	0,7	-1,8	-3,1
Scénario A2				
	FOND-DENIS-CADET	-0,4	-1,5	-2,8
	FORT-DE-FRANCE DESAIX	-0,5	-2,1	-5,1
	LAMENTIN-AERO	0,1	-1,3	-4,4
	TRINITE-SPOUTOU	1,7	0,2	-2,4
	VAUCLIN	-0,9	-3,2	-8,7

Tableau récapitulatif des résultats des projections climatiques sur la Martinique (CLIMPACT 2011)

On remarque notamment que les résultats semblent projeter un réchauffement assez homogène des températures pour l'ensemble des stations. Les résultats pour les précipitations sont plus variés.

Le travail est en cours ; la significativité des résultats n'est pas encore traitée. Aussi, les résultats présentés ci-dessous sont à prendre avec précaution.

2.4. Autres résultats

D'autres études permettent d'illustrer et qualifier les probables changements climatiques et leurs impacts sur le niveau de la mer, la concentration en CO₂, les rayonnements solaires et le vent, et l'occurrence des tempêtes.

2.4.1. L'augmentation du niveau de la mer

Le GIEC reportait en 2007 que le niveau global moyen de la mer avait augmenté de 1,8mm par an durant la période 1961-1993, et de 3,1mm par an entre 1993 et 2003.

Le dernier rapport du GIEC (2007) prévoit une élévation du niveau de la mer autour des petites îles des Caraïbes à un niveau proche de la moyenne globale de **0,18 à 0,59 mètre avant les années 2090** (probabilité de 66%). Cependant les études publiées ces quatre dernières années semblent montrer que **l'augmentation du niveau de la mer s'accélère** et que les premières estimations étaient sous estimées. Les dernières estimations du niveau global moyen se rapprochent de **1,5 à 2 mètres** d'ici la fin du siècle (Rahmstorf 2007). Par ailleurs, certains facteurs géophysiques impliqueraient que l'augmentation du niveau de la mer dans **les Caraïbes serait 25% plus élevée** que le niveau global (Simpson 2009) soit 1,8 à 2,5 mètres d'ici la fin du siècle.

Si l'on reprend le raisonnement de Bueno (2008), qui combine les résultats du GIEC (2007) et de Rahmstorf (2007) et prend une valeur intermédiaire, on obtient les résultats suivants pour les Caraïbes :

	2025	2050	2075	2100
Elévation du niveau de la mer (cm)				
Scénario B1	4,5	9	13,5	18
Scénario A2	28,8	57,5	86,3	115

Elévation du niveau de la mer dans les Caraïbes selon Bueno (2008)

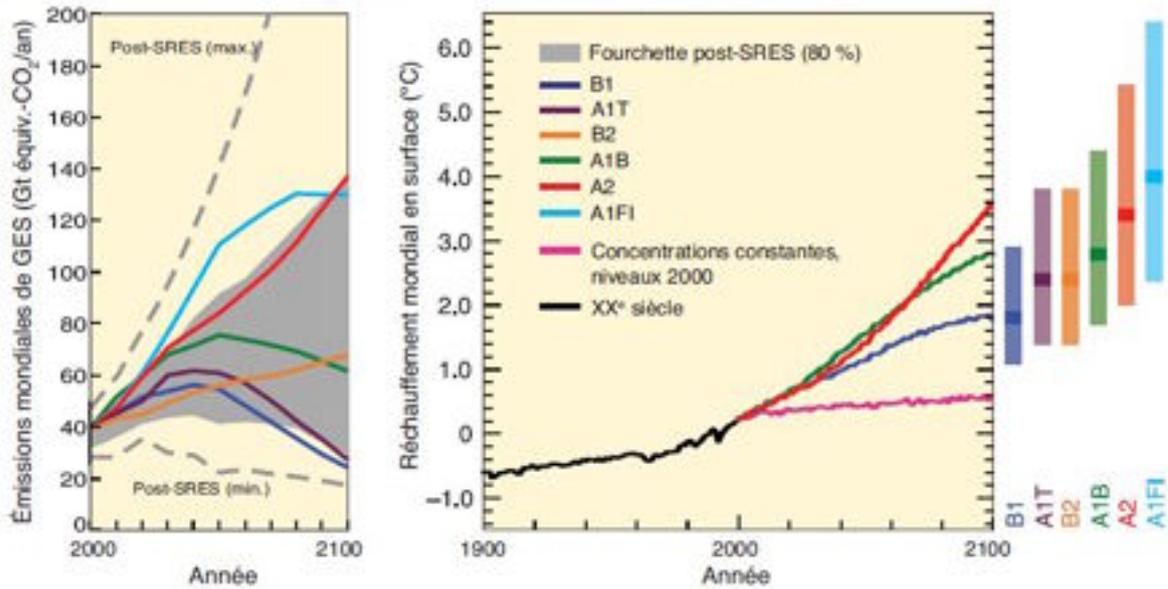
2.4.2. La température de surface de la mer

Dans la région des Antilles, les projections du GIEC (2007) semblaient indiquer une augmentation de la température de la mer (correspondant à la température des premiers mètres) **à l'horizon 2080 de 1 à 1,5°C pour le scénario B1 et 2,5 à 3°C pour le scénario A2** (Simpson 2009).

2.4.3. La concentration en CO₂

La **concentration en dioxyde de carbone dans l'atmosphère augmente exponentiellement depuis la révolution industrielle**. Elle atteint 390ppm aujourd'hui. D'autres gaz à effet de serre sont également présents dans l'atmosphère. L'ensemble de ces gaz, issus en grande partie des activités humaines, contribue au changement climatique. Cela étant, l'augmentation de leur concentration a aussi des impacts plus locaux sur certains systèmes, notamment la croissance des végétaux. Le GIEC a développé des scénarios d'émissions de gaz à effet de serre, exprimés en équivalent de concentration de CO₂. Les concentrations de CO₂ correspondant aux scénarios A2, A1B et B1 atteignent en **2080 une valeur comprise entre 500ppm (B1) et 700ppm (A2)**.

Scénarios d'émissions de GES pour la période 2000-2100 (en l'absence de politiques climatiques additionnelles) et projections relatives aux températures en surface



Scénarios d'émissions de GES pour 2000-2100 et températures de surface (GIEC, 2007).

Dans tous les cas de figure, la concentration de dioxyde de carbone augmentera dans l'atmosphère dans les prochaines décennies. C'est le rythme de croissance qui dépend en grande partie des négociations menées dans le cadre de la Convention Cadre des Nations Unies sur le Changement Climatique (CCNUCC-UNFCCC en anglais) par les parties signataires et du devenir et application du Protocole de Kyoto.

2.4.4. Rayonnement solaire

Le rayonnement solaire serait globalement plus intense dans le futur. Cependant, dans la région, la couverture nuageuse serait également plus importante, **le rayonnement solaire au sol aurait donc tendance à diminuer.**

2.4.5. Tempêtes et Cyclones

Le dernier rapport du GIEC (2007) prévoit pour les petites îles des Caraïbes une **augmentation globale de l'intensité des cyclones avec des vitesses de vent plus extrêmes et des précipitations plus intenses** (probabilité de 66%).

3. Analyse des vulnérabilités futures potentielles

En intégrant les projections climatiques potentielles et en analysant les connaissances existantes, les vulnérabilités futures potentielles de la Martinique au changement climatique sont mises en évidence.

3.1. Méthode et présentation des résultats

Dans le cadre de la construction d'une vision des vulnérabilités futures de la Martinique au changement climatique, la retranscription des connaissances au regard de la complexité des mécanismes en jeu induit forcément une simplification dans les résultats de l'exercice. L'éparpillement des connaissances implique également une non exhaustivité des résultats. Cependant, le but de l'exercice est bien de dresser un bilan de ces connaissances et ce, sur tous les enjeux potentiellement impactés. Pour en faciliter la lecture, il est donc proposé ici **plusieurs niveaux de synthèse** :

- **un système de 11 matrices**, chacun reprenant les impacts projetés par secteur/thématique, en intégrant : les indicateurs climatiques impliqués, les impacts directs, les impacts indirects à associer, les facteurs aggravants, les spécificités, les outils d'adaptation existants et les points de rupture.

- **un système de diagrammes logiques** montrant les relations et interconnexions pour 5 enjeux : les indicateurs climatiques, et l'enchaînement entre les différents impacts. Les 5 enjeux choisis sont la santé, l'agriculture, la pêche, le tourisme et l'accès aux réseaux et services. Ces enjeux sont touchés par le changement climatique de manière directe et indirecte. Cette complexité et transversalité supplémentaires apparaissent dans ces représentations schématiques.

- **une synthèse géographique** des enjeux par territoire homogène et cohérent.

Dans cette partie, les résultats sont issus d'une **analyse croisée entre les connaissances existantes sur la sensibilité des enjeux au climat et les projections climatiques futures**.

Parmi ces données, certaines concernent des résultats déjà avérés ou constatés qui pourraient s'accroître, d'autres sont des recherches en cours, et d'autres sont des propositions largement reconnues par les communautés scientifiques et décisionnaires. Les données les plus probables et les plus locales sont privilégiées. Ainsi, même si l'incertitude est certaine et la probabilité que ces impacts recensés se réalisent est inconnue, **l'exercice permet d'identifier les risques potentiels sur le territoire**. Ces données sont les plus locales et les plus concrètes possibles pour aider à la compréhension de l'envergure du phénomène. Par ailleurs, l'analyse porte sur un territoire et ne se situe donc pas à l'échelle d'une parcelle ou d'une ville. L'analyse des vulnérabilités d'un territoire implique plutôt un raisonnement en termes de saisonnalité, de dynamique ou de qualité plutôt qu'en termes de jours ou d'heures (exercice de modélisation plutôt menée à l'échelle d'une parcelle ou groupe de parcelles homogène).

3.2. Revue des impacts

En reprenant le système de matrice qui permet une lecture rapide et efficace des résultats et en y intégrant les variables climatiques projetées pertinentes à chacun des systèmes, il est mis en évidence les vulnérabilités futures du territoire de Martinique. Pour les estimations quantitatives, quand disponibles, il a été choisi pour des questions de lecture de donner **les fourchettes des évolutions projetées à l'horizon 2050**. Les résultats des scénarios socio économiques sont pris en compte dans le raisonnement et l'analyse. Leurs résultats quantitatifs pourront être pris en compte lors de la partie correspondant à l'évaluation économique des impacts.

De la même manière que dans l'étude des vulnérabilités actuelles, plusieurs systèmes ont été retenus pour l'étude des vulnérabilités futures :

- ▲ Milieux : Littoral, Plaine, Vallée soumise à risques naturels, Urbain, Rural, Montagne

- ▲ Secteurs : Agriculture-Elevage, Pêche, Sylviculture, Energie, Industries-Economie-Emploi, Infrastructures et Habitat, Réseaux et accès aux services publics, Tourisme
- ▲ Thématiques transversales : Eau, Diversité Biologique et Ecosystèmes, Santé, Risques, Population et Santé

Les estimations des variables climatiques projetées futures sont issues des fourchettes d'écart décrits plus haut pour l'horizon 2050. Pour des raisons de lisibilité, certaines abréviations sont utilisées : Tmoy (température moyenne), Tmax (maximum), Tmim (minimum), Preci (précipitations moyennes), SST (température de surface de la mer), SLR (sea level rise : montée du niveau de la mer).

3.2.1. Ecosystèmes

Indicateurs climatiques (horizon 2041-2060)	Impacts directs (biophysiques...)	Impacts indirects (interactions)	Autres
<p>Tmoy: +1,09 à +1,29 °C</p> <p>Tmax: +1,15 à 1,24°C</p> <p>Tmin: +1,12 à 1,21°C</p> <p>Preci : légère diminution</p>	<p>Pression adaptative sur les espèces sensibles aux températures (faune et flore) : vers une diminution de certains peuplements augmentation des peuplements invasifs (flore, insectes)</p> <p>(Estimant que la vitesse de refroidissement soit d'1°C par 150 mètres d'altitude, une augmentation prévue de 1,29°C (scénario fort du GIEC à l'horizon 2050) élèverait de 193 mètres les zones de végétation.)</p> <p>Etagement bioclimatique réduit, Disparition de l'étage bioclimat hyper humide, vers un régime tropical sec</p> <p>Potentiel pour les espèces invasives par réduction de certains verrous écologiques</p> <p>Insularisation de certaines espèces</p> <p>Accélération des phénomènes d'évolution des peuplements d'espèces (restructuration et changement de composition)</p>	<p>Tourisme vert</p> <p>Risques</p> <p>Agriculture</p> <p>Pêche, Sylviculture</p> <p>Economie dépendante</p> <p>Habitat</p> <p>Santé (espèces porteuses de virus ou parasites)</p>	<p>Points de rupture : Evolution des températures plus rapide que la vitesse d'adaptation ou de migration des espèces (exemple : amphibiens), Evolutions dans les autres niches d'accueil, vers la simplification des écosystèmes : diminution du fonctionnement et de la résilience des écosystèmes</p> <p>Spécificités : Migration des peuplements d'espèces invasives le long des axes (routes, cours d'eau), Oiseaux et chauves souris très sensibles</p> <p>Adaptations existantes : Adaptation/plasticité naturelle assez élevé de la richesse floristique, Trame verte et bleue..., Outil de planification de l'aménagement, Recherche, Aires de protection</p> <p>Facteurs aggravants : Changement d'occupation du sol et intensification agricole, événements extrêmes destructeurs, fragmentation</p>
<p>Tmoy: +1,09 à +1,29 °C</p> <p>SST : +1 à +3 °C</p>	<p>Changement de la température des cours d'eau</p> <p>Modification des espèces présentes à sang froid (vers une migration des espèces vers l'amont)</p>	<p>Tourisme</p> <p>Economie dépendante</p> <p>Pêche</p>	
<p>SLR : +0,09 à +0,57 m</p>	<p>Littoral</p> <p>Submersion, modification ou perte d'habitat, ou déplacement vers l'intérieur des terres</p> <p>Changement du gradient de salinité (intrusion saline dans le sud)</p>	<p>Littoral</p> <p>Tourisme</p> <p>Eau</p>	<p>Points de rupture : Montée des eaux plus rapide que le temps d'adaptation/migration des espèces, perte de terrain irréversible</p> <p>Spécificités : sud-Atlantique, baies du sud</p> <p>Adaptations existantes : Dignes, Gestion insuffisamment fine des zones écotones (eau, salinisation...),</p> <p>Facteurs aggravants : Artificialisation des zones naturelles de protection, les tempêtes</p>

			accélèrent le rythme
Augmentation de la concentration en CO2 de 150 à 350ppm en 2080 (N, I)	Croissance accélérée des végétaux, en particulier ligneux. Mais individus plus fragiles (cf croissance rapide)	Agriculture Sylviculture	
Tmax: +1,15 à 1,24°C Preci : légère diminution Changement profil saisonnier	Dépérissement accru de certaines espèces sensibles (certaines algues) Impact sur les autres peuplements interagissant Déplacement vers des milieux abrités Risque de feux de forêt	Agriculture Sylviculture Pêche Risques	Points de rupture : Mort et disparition, espèces envahissantes Facteurs aggravants : Fragmentation, simplification de la complexité écosystémique
SST : +1 à +3 °C Salinité Circulation océanique Acidification des océans SLR : +0,09 à +0,57 m	Blooms de microalgues toxiques sur le littoral. Déplacement du plancton, déplacement d'autres espèces Diminution de la croissance des organismes calcaires CORAL : blanchiment (cf disparition des algues zooxanthelles et acidification) ;	Santé Pêche Littoral Eau Pêche	Points de rupture : Mort et disparition Spécificités : sud Caraïbes, sud Atlantique Facteurs aggravants : sédimentation excessive et pollution
Activité cyclonique et orageuse en hausse SLR : +0,09 à +0,57 m	Accélération du rythme d'usure des ouvrages de défense et de l'érosion des cordons dunaires Pression supplémentaire sur les écosystèmes littoraux (espèces et interactions) : coraux, mangroves très sensibles, prairies marines et faune associée (notamment les tortues car disparition de leur zone de nidification) Favorise le développement d'espèces invasives ou envahissantes		Facteurs aggravants : salinité, état des peuplements, sédimentation, pollution, présence de digues Spécificités : Littoral, Forêt

Vulnérabilités futures des écosystèmes de la Martinique au changement climatique.

3.2.2. Eau

Indicateurs climatiques	Impacts directs (biophysiques...)	Impacts indirects (interactions)	Autres
<p>Activité cyclonique et orageuse en hausse</p> <p>Changement profil saisonnier</p>	<p>Contrastes saisonniers accentués, avec forte baisse des débits d'étiage et hausse des débits de crue. Variabilité interannuelle du cycle plus marquée.</p> <p>Eaux souterraines rechargées plus irrégulièrement</p> <p>Contamination des eaux superficielles et souterraines par entraînement et déplacement des matières polluantes et agents microbiologiques lors des inondations</p>	<p>Accès réseau</p> <p>Population</p> <p>Agriculture</p> <p>Ecosystèmes</p> <p>Industries</p>	<p>Adaptations existantes : Outil de planification et d'organisation, suivi hydrométrique</p> <p>Points de rupture : Crise hydrique</p> <p>Facteurs aggravants : Conflits d'usage, problème d'assainissement</p>
<p>Tmoy: +1,09 à +1,29 °C</p> <p>SST : +1 à +3 °C</p> <p>Salinité</p> <p>Circulation océanique</p>	<p>Eaux marines : SST plus élevée, courants, salinité, houle modifiée, vers un pH plus faible, perturbation des écosystèmes, eutrophisation)</p>	<p>Pêche</p> <p>Tourisme</p> <p>Ecosystèmes</p>	<p>Facteurs aggravants : Pollution, sédimentation</p>
<p>SLR : +0,09 à +0,57 m</p> <p>Salinité</p>	<p>Impact sur les écosystèmes aquatiques</p> <p>Peu d'impact sur l'AEP provenant des eaux souterraines car les prélèvements sont plus à l'intérieur des terres (pas de forage en biseau salé)</p>	<p>Ecosystèmes</p> <p>Population</p> <p>Pêche</p>	<p>Adaptations existantes : pas de forage en biseau salé</p>
<p>Tmoy: +1,09 à +1,29 °C</p> <p>Tmax: +1,15 à 1,24°C</p>	<p>Contamination accrue des eaux superficielles (par concentration et par apports diffus provenant des nappes et des bassins versants agricoles)</p> <p>Développement accru des contaminants biologiques (blooms planctoniques, concentration des polluants, microbiologie, pandémies animales)</p> <p>Modifications des écosystèmes aquatiques aux propriétés tampon ou filtrant</p> <p>Apport de sédiments plus importants (cf érosion)</p>	<p>Accès à l'eau potable de qualité</p> <p>Ecosystèmes</p> <p>Population</p> <p>Santé</p> <p>Risques</p>	<p>Adaptations existantes : Outil de planification et d'organisation</p> <p>Facteurs aggravants : Agriculture, Tourisme, Pression démographique, déforestation, problème d'assainissement</p> <p>Points de rupture : Eau polluée</p>
<p>Tmoy: +1,09 à +1,29 °C</p> <p>Preci : légère diminution</p>	<p>Stress hydrique amplifié au niveau des nappes et cours d'eau (évaporation plus élevée, demande plus élevée,...), en particulier les eaux superficielles et les nappes libres</p> <p>Pollution par rejet des eaux usées accentuée si traitement non adapté aux régimes de cours d'eau en baisse</p> <p>Variation des débits et étiages</p>	<p>Agriculture</p> <p>Sylviculture</p> <p>Accès à l'eau potable</p> <p>Risques</p> <p>Accès aux réseaux et service</p>	<p>Points de rupture : Crise hydrique</p> <p>Spécificités : sud</p> <p>Adaptations existantes : Outil de planification et d'organisation, Adaptation essentiellement réactive, alors qu'une approche par activité besoin/ressource pourrait être utile, gestion pluriannuelle à prendre en compte, Efficacité des réseaux de transport</p> <p>Facteurs aggravants : Agriculture, tourisme, pression démographique, efficacité des</p>

	(augmentation du nombre de jours)		réseaux
Activité cyclonique orageuse hausse et en	<p>Qualité de l'eau superficielle perturbée (Fort ruissellement, érosion notamment sur des sols desséchés et sédimentation)</p> <p>Structure des cours d'eau perturbée, érosion des berges et envasement des lits</p>	<p>Accès à l'eau potable</p> <p>Ecosystèmes</p> <p>Littoral</p>	<p>Spécificités : Rivières encaissées</p> <p>Adaptations existantes : Outil de planification et d'organisation, plasticité des sols et écosystèmes</p> <p>Facteurs aggravants : déforestation, mise à nu des terres, imperméabilisation des terres en amont des rivières</p>

Vulnérabilités futures des ressources en eau de la Martinique au changement climatique.

3.2.3. Accès aux réseaux et services et cadre de vie

Indicateurs climatiques	Impacts directs (biophysiques...)	Impacts indirects (interactions)	Autres
<p>Tmoy: +1,09 à +1,29 °C</p> <p>Preci : légère diminution</p> <p>Changement profil saisonnier</p>	<p>Réduction des disponibilités en eau : niveau des nappes, débit des rivières modifié</p> <p>Demande plus forte en énergie liée à la climatisation, et pics de demande (+1°C équivaut à +3% de consommation électrique supplémentaire soit 45 GWh/an)</p> <p>Fragilisation liée aux zones à risques (problème de portance)</p>	<p>Accès eau potable</p> <p>Infrastructures et habitat</p> <p>Population et Santé</p>	<p>Points de rupture : Réorganisation des réseaux de distribution, Rupture par événements extrêmes,</p> <p>Spécificités : sud très vulnérable</p> <p>Adaptations existantes : Restriction en été déjà en vigueur, Renforcement des systèmes d'alerte, mise en place d'alimentation de secours</p> <p>Facteurs aggravants : Usages des ressources par d'autres systèmes (agriculture, industries),</p>
<p>Tmoy: +1,09 à +1,29 °C</p> <p>Preci : légère diminution</p> <p>Tmax: +1,15 à 1,24°C</p> <p>Changement profil saisonnier</p>	<p>Usure ou impact négatif sur l'état des réseaux électriques et des voies de communication</p> <p>Dysfonctionnement des stations d'épuration et de traitement des eaux ou usure plus rapide due à la concentration des eaux</p> <p>Pollution par rejet des eaux usées accentuée si traitement non adapté aux régimes de cours d'eau en baisse</p>	<p>Accès réseau et services</p> <p>Population et santé</p>	<p>Points de rupture : Rupture, dysfonctionnement, Impossibilité d'utilisation</p> <p>Adaptations existantes : Inventaire de l'état des réseaux, Modulation des traitements des eaux usées en période de sécheresse</p> <p>Facteurs aggravants : Forte sollicitation</p>
<p>Activité cyclonique orageuse hausse et en</p>	<p>Réseau sur sollicité</p> <p>Débordement des canalisations et stations entraînant une augmentation des risques de crues</p>	<p>Population et santé</p> <p>Risques</p> <p>Eau</p> <p>Accès eau potable</p>	<p>Adaptations existantes : Développement des transports en commun, Suivi</p> <p>Facteurs aggravants : sédimentation, érosion, mauvaise gestions des eaux pluviales</p>
<p>Activité cyclonique orageuse hausse et en</p> <p>SLR : +0,09 à + 0,57 m</p> <p>Salinité</p>	<p>Submersion</p> <p>Paralysie des voies de communication, et des infrastructures d'alimentation (réseau d'eau, d'électricité, de télécommunication...)</p>	<p>Accès réseau et services</p>	<p>Points de rupture : Réseau inutilisable</p> <p>Spécificités : Littoral, Vallées encaissées, Zones inondables, Axe nord-sud</p> <p>Adaptations existantes : PPR, mais leur mise en oeuvre reste très variable, Enfouissement des réseaux électriques, redimensionnement des canalisations</p> <p>Facteurs aggravants : Non respect des PPR, imperméabilisation en amont, réseau sous dimensionné</p>

Vulnérabilités futures de l'accès aux réseaux et services de la Martinique au changement climatique.

3.2.4. Risques

Indicateurs climatiques	Impacts directs (biophysiques...)	Impacts indirects (interactions)	Autres
SLR : +0,09 à +0,57 m	Submersion Intrusion eaux salines Déplacement/migration Perte de terrains et d'éléments Gène les exutoires des rivières et donc le drainage des terres : amplifie le risque d'inondation (Schleupner : +0,50cm implique 221km ² de terres affectées par le risque d'inondation)	Sur les éléments physiques présents	Spécificités : Littoral, Fort de France, baies, Nord Atlantique Adaptations existantes : PPR pas systématiquement respectés, Projet de plan de prévention, Projet de système d'alerte national, Dignes, Alimentation des plages en sable Facteurs aggravants : Tempêtes, Non respect des PPR
Activité cyclonique et orageuse en hausse SLR : +0,09 à +0,57 m	Augmentation du risque d'érosion des plages, en particulier combiné à des marées de forts coefficients et houle : (Schleupner 2009 : +0,50cm implique 106 km de côte affecté par le risque d'érosion)	Littoral Infrastructures Tourisme	Spécificités : Irréversible dans le nord Caraïbes, plutôt réversible coté plateau insulaire atlantique (dynamique sédimentaire latérale) Adaptations existantes : Cartographie des aléas, mesures réglementaires Facteurs aggravants : prélèvement de sédiments en amont et en aval des rivières
Tmoy: +1,09 à +1,29 °C Preci : légère diminution Tmax: +1,15 à 1,24°C Changement profil saisonnier	Fragilisation des terrains à risques (argiles,...) Favorise les risques d'érosion (à travers réduction de la végétation, assèchement des terres, accélération de la minéralisation donc moins de matière organique), et d'apport de sédiments	Infrastructures et habitat Accès aux réseaux et services Ecosystèmes Eau	Adaptations existantes : Cartographie des aléas et zones à risques Facteurs aggravants : Pratiques agricoles intensives, déforestation
Activité cyclonique et orageuse en hausse	Risques de mouvements de terrain et inondation augmentés (aléa),	Population et santé Infrastructures et habitat Agriculture Accès aux réseaux et services	Points de rupture : Ouvrages fragilisés, Spécificités : Vallées, Littoral, Populations vulnérables, habitats insalubres, non reliés au réseau d'assainissement, Saint Pierre, Fort de France, La Trinité Adaptations existantes : PPR pas systématiquement respectés, une meilleure prévision, Aménagements à adapter, Etude initiée pour spécifier la vulnérabilité aux inondations de Fort de France Facteurs aggravants : Mauvais drainage des eaux de pluies, exutoire bloquée

Vulnérabilités futures pour les risques de la Martinique au changement climatique.

3.2.5. Infrastructures et Habitat

Indicateurs climatiques	Impacts directs (biophysiques...)	Impacts indirects (interactions)	Autres
<p>Tmoy: +1,09 à +1,29 °C</p> <p>Tmax: +1,15 à 1,24°C</p> <p>Changement profil saisonnier</p>	<p>Événements extrêmes :</p> <p>Fragilisation ou dommages directs sur les bâtiments déjà plus fragiles</p> <p>Fragilisation des terrains à risques (problème de portance)</p>	<p>Population</p> <p>Industries</p> <p>Economie</p> <p>Accès réseau et services</p>	<p>Points de rupture : Déplacement, Relocalisation des populations</p> <p>Spécificités : Littoral et zones à risques</p> <p>Adaptations existantes : Adaptation réactive non anticipative, Contraintes d'acceptation, Choix des matériaux à adapter</p> <p>Facteurs aggravants : Démographie</p>
<p>SLR : +0,09 à + 0,57 m</p>	<p>Coût de maintien des activités littorales et de défenses plus élevé</p>		<p>Points de rupture : Déplacement, Relocalisation des populations</p> <p>Spécificités : Littoral</p>
<p>Activité cyclonique orageuse hausse et en</p>	<p>Paralysie des voies de communication, et des infrastructures d'alimentation (réseau d'eau, d'électricité, de télécommunication...) suite à une exposition aux inondations</p> <p>Dégâts matériels irréversibles : en particulier les infrastructures de réseau, et les infrastructures de tourisme (inondations, tempêtes, glissements de terrain)</p> <p>Risques de mouvements de terrain renforcés</p>	<p>Accès réseau et services</p> <p>Tourisme</p>	<p>Points de rupture : Réseau inutilisable</p> <p>Spécificités : Littoral, Vallées encaissées, Zones inondables, Axe nord-sud</p> <p>Adaptations existantes : PPR, mais leur mise en oeuvre reste très variable, Enfouissement des réseaux électriques, Redimensionnement des canalisations, aides, Catnat</p> <p>Facteurs aggravants : Imperméabilisation en amont, réseau sous dimensionné, montée du niveau de la mer, disparition des mangroves</p>
<p>Tmoy: +1,09 à +1,29 °C</p> <p>Tmax: +1,15 à 1,24°C</p>	<p>Confort face à la chaleur :</p> <p>Régulation thermique insuffisante dans les bâtiments récents aux matériaux étanches</p> <p>Ventilation mécanique insuffisante</p> <p>Demande croissante en énergie avec pics</p>	<p>Santé,</p> <p>Economie,</p> <p>Urbanisme</p>	<p>Points de rupture : Ilot de chaleur urbaine</p> <p>Spécificités : Les bâtiments non résidentiels de type bureaux, Secteur tertiaire sont les plus étanches, Zone rurale moins impactée</p> <p>Adaptations existantes : Réglementation thermique</p> <p>Facteurs aggravants : Développement de nouvelles constructions, Raréfaction potentielle des matériaux non isolants de type béton, Raréfaction des sources d'énergie</p>

Vulnérabilités futures des infrastructures et habitat de la Martinique au changement climatique.

3.2.6. Industries, Economie et Emploi

Indicateurs climatiques	Impacts directs (biophysiques...)	Impacts indirects (interactions)	Autres
Tmoy: +1,09 à +1,29 °C Tmax: +1,15 à 1,24°C	Demande plus forte en énergie liée à la climatisation, et pics de demande (+1°C équivaut à +3% de consommation électrique supplémentaire soit 45 GWh/an)	Accès réseau et services Infrastructures Population et santé	Spécificités : zones non connectées Facteurs aggravants : Urbanisme Points de rupture : demande supérieure à ressource
Activité cyclonique et orageuse en hausse SLR : +0,09 à +0,57 m Changement profil saisonnier	Evénements extrêmes via le transport et disponibilité de la main d'oeuvre Paralysie des partenariats, des importations et exportations Ralentissement des transports et des activités économiques dépendant d'un renouvellement fréquent des matières premières, notamment les agro alimentaires	Réseau Infrastructures	Facteurs aggravants : Point névralgique, dépendance entre secteurs
Tmoy: +1,09 à +1,29 °C Tmax: +1,15 à 1,24°C Changement profil saisonnier	Consommation directement impactée par les températures, en particulier les produits agro alimentaires (ex : cidre) Impact significatif sur les activités de commerce liées à des productions animales et végétales (rupture d'approvisionnement) Productivité amoindrie (humain et machine)		

Vulnérabilités futures des industries, de l'économie et de l'emploi de la Martinique au changement climatique.

3.2.7. Population et Santé

Indicateurs climatiques	Impacts directs (biophysiques...)	Impacts indirects (interactions)	Autres
<p>Tmoy: +1,09 à +1,29 °C</p> <p>Preci : légère diminution</p> <p>Tmax: +1,15 à 1,24°C</p> <p>Changement profil saisonnier</p>	<p>Nouvelles espèces (bactéries, pollens...)</p> <p>Risques infectieux émergents : fièvre du Nil, chikungunya, leptospirose, paludisme,</p> <p>Terrain plus favorable à des contaminations de l'eau par la salmonellose,... ; et de l'air par les spores...</p> <p>Vulnérabilité due à la contamination de l'alimentation accrue</p> <p>Terrain favorable à la dengue (corrélation avec les précipitations et température, événement el Niño)</p>	<p>Economie</p> <p>Tourisme</p> <p>Agriculture</p> <p>Risques</p> <p>Eau</p>	<p>Points de rupture : Dégradation de la qualité de vie</p> <p>Adaptations existantes : Mobilisation des services de santé et de suivi, mise en place d'un système de surveillance, Recherche</p> <p>Spécificités : Populations vulnérables , habitats insalubres, non reliés au réseau d'assainissement</p>
<p>Tmoy: +1,09 à +1,29 °C</p> <p>Tmax: +1,15 à 1,24°C</p> <p>Changement profil saisonnier</p>	<p>Canicule et moindre qualité de l'air : brume de sables du Sahara</p> <p>Population vulnérable</p> <p>Vulnérabilités dues à l'alimentation en eau plus difficile</p>	<p>Economie</p> <p>Eau</p> <p>Accès réseau</p>	<p>Points de rupture : Offre de services de santé insuffisante</p> <p>Spécificités : Ilot chaleur urbaine, voir infrastructures et habitats, Récolte de canne pour les maladies respiratoires</p> <p>Adaptations existantes : Suivi météorologique plus adapté et réactif, études en cours</p> <p>Facteurs aggravants : Vulnérabilité du réseau AEP</p>
<p>Activité cyclonique et orageuse en hausse</p>	<p>Offres de soin affectées par les accès aux réseaux difficiles</p> <p>Système d'urgence vulnérable et potentiellement perturbé</p> <p>Recrudescence de sources de germes et maladies infectieuses car dissémination et développement facilitées par habitat plus favorables et plus nombreux (zones inondées pour les larves)</p> <p>Recrudescence de leptospirose</p> <p>Contamination des eaux superficielles et souterraines par entraînement et déplacement des matières polluantes et agents microbiologiques lors des inondations</p>	<p>Tourisme</p> <p>Infrastructures</p> <p>Accès aux réseaux</p> <p>Eau</p>	<p>Adaptations existantes : Outil de priorisation des demandes</p> <p>Facteurs aggravants : Etat des infrastructures, réseau inégal</p>
<p>Tmoy: +1,09 à +1,29 °C</p> <p>Tmax: +1,15 à 1,24°C</p> <p>SST : +1 à +3 °C</p> <p>Circulation océanique</p>	<p>Eaux marines : développement de micro algues toxiques</p>	<p>Economie</p> <p>Littoral</p> <p>Tourisme</p>	<p>Facteurs aggravants : Fréquentation plus élevée du littoral</p> <p>Spécificités : Les sargasses</p>

Vulnérabilités futures de la population et de la santé de la Martinique au changement climatique.

3.2.8. Agriculture et élevage

Indicateurs climatiques	Impacts directs (biophysiques...)	Impacts indirects (interactions)	Autres
Tmoy: +1,09 à +1,29 °C	Accélération de la minéralisation, diminution de la matière organique	Risques Eau Ecosystèmes	Facteurs aggravants : Déforestation, Adaptations existantes : Apport de matière organique via les résidus de récolte, itinéraires culturaux (rotation) Points de rupture : Mouvements de terrain
Tmoy: +1,09 à +1,29 °C Tmax: +1,15 à 1,24°C Changement profil saisonnier	Cycle cultural de la canne raccourcit, rendement de la canne à sucre diminue (-23% en 2080), réduction de la production en sucre (-32%) Cycle cultural de la banane raccourci, bénéficie de l'augmentation du CO2 (cf plante en C3), diminution du rendement moindre (-7% en 2080) (Climator, Brisson et al.) Diminution des rendements pour le riz, maïs, niébé de 3 à 8% pour une température de +1,5 à +2°C (Simpson et al.) Plantes à C3 favorisé (tubercules par exemples)	Ressources en eau Economie	Points de rupture : Conflit des usages de l'eau Adaptations existantes : Implantation d'espèces à cycle court pour améliorer le rendement, changement assolement
Activité cyclonique et orageuse en hausse	Variations saisonnières extrêmes impactent les rendements (excès d'eau, sécheresse,...) Destruction des cultures (court terme et long terme) : banane, canne à sucre, maraîchage	Economie Santé	Facteurs aggravants : Pression sur les terres agricoles, irrégularité, spéculations Adaptations existantes : Aides, Catnat,
Activité cyclonique et orageuse en hausse	Mouvements de sols favorisés Sols gorgés d'eau rendus peu utilisables	Risques	Facteurs aggravants : Pression sur les terres agricoles Adaptations existantes : Anticipation et adaptation réactive
SLR : +0,09 à + 0,57 m	Salinisation des cultures (en particulier les zones maraîchères du sud) Tourisme : Pression supplémentaire sur les terres agricoles		Facteurs aggravants : Pression sur les terres agricoles, Erosion Spécificités : Baies du sud
Tmoy: +1,09 à +1,29 °C Tmax: +1,15 à 1,24°C Changement profil saisonnier Activité cyclonique et orageuse en hausse	Développement de maladies favorisé (champignons, parasites) : tomates, banane, igname, maraîchage,... Problèmes sanitaires Développements « explosifs » au cours d'événements pluvieux (ONERC, 2010)	Economie Santé	Facteurs aggravants : confinement des cultures, contamination par chlordécone Spécificités : les cultures sous serre Adaptations existantes : Anticipation et adaptation réactive, Recherche

Vulnérabilités futures de l'agriculture et élevage de la Martinique au changement climatique.

3.2.9. Pêche et aquaculture

Indicateurs climatiques	Impacts directs (biophysiques...)	Impacts indirects (interactions)	Autres
SST : +1 à +3 °C Salinité Circulation océanique SLR : +0,09 à + 0,57 m	Réduction de la densité de la biodiversité liée aux récifs coralliens vulnérables Migration vers des eaux plus froides	Ecosystème Economie Santé	
SST : +1 à +3 °C	Habitat moins favorable pour le thon jaune, dorade, tazard, perroquet vert, vivaneau, coné ouatalibi Changements dans l'abondance des peuplements Influence positive sur les élevages de crevette	Economie Santé	Adaptations existantes : Suivi et recherche, spontanée
SST : +1 à +3 °C Salinité Circulation océanique SLR : +0,09 à + 0,57 m Tmoy: +1,09 à +1,29 °C Tmax: +1,15 à 1,24°C	Blooms de microalgues toxiques sur le littoral, en lien avec des apports des nutriments par les rivières. Développement d'éléments pathogènes Déplacement du plancton, déplacement d'autres espèces	Santé Pêche	
SLR : +0,09 à + 0,57 m Changement profil saisonnier Activité cyclonique et orageuse en hausse	Mouvement des côtes et des fonds sableux (érosion ou comblement) change la nature des sites et habitats des crustacés : récolte élevée après événement		Adaptations existantes : Déplacement des équipements (spontané)

Vulnérabilités futures de la pêche et aquaculture de la Martinique au changement climatique.

3.2.10. Sylviculture

Indicateurs climatiques	Impacts directs (biophysiques...)	Impacts indirects (interactions)	Autres
Tmoy: +1,09 à +1,29 °C Augmentation de la concentration en CO2 de 150 à 350ppm en 2080 (N, I)	Croissance accélérée des végétaux, en particulier ligneux dont les mangroves Mais individus plus fragiles (cf croissance rapide).	Economie Littoral	Adaptations existantes : Suivi et Recherche
Activité cyclonique et orageuse en hausse	Destruction de l'habitat en cassant les branches, par la défoliation, l'écorçage, la perte des cimes des arbres et le déracinement total des arbres. Diminution de la résistance de la forêt aux vents forts	Economie Risques Eau	Facteurs aggravants : Déforestation, densité des peuplements
Tmoy: +1,09 à +1,29 °C Tmax: +1,15 à 1,24°C	Dépérissement accru de certaines espèces sensibles Risques de feux de forêt	Economie Tourisme Vert Eau	Points de rupture : Disparition d'espèces Adaptations existantes : Fragmentation des habitats Facteurs aggravants : Simplification des écosystèmes
Changement profil saisonnier Tmoy: +1,09 à +1,29 °C Tmax: +1,15 à 1,24°C	Favorise attaque d'insectes et champignons ravageurs Accroissement des invasions de pestes (scolytes et autres parasites)		Adaptations existantes : Suivi et Recherche Facteurs aggravants : Peuplements homogènes

Vulnérabilités futures de la sylviculture de la Martinique au changement climatique.

3.2.11. Tourisme

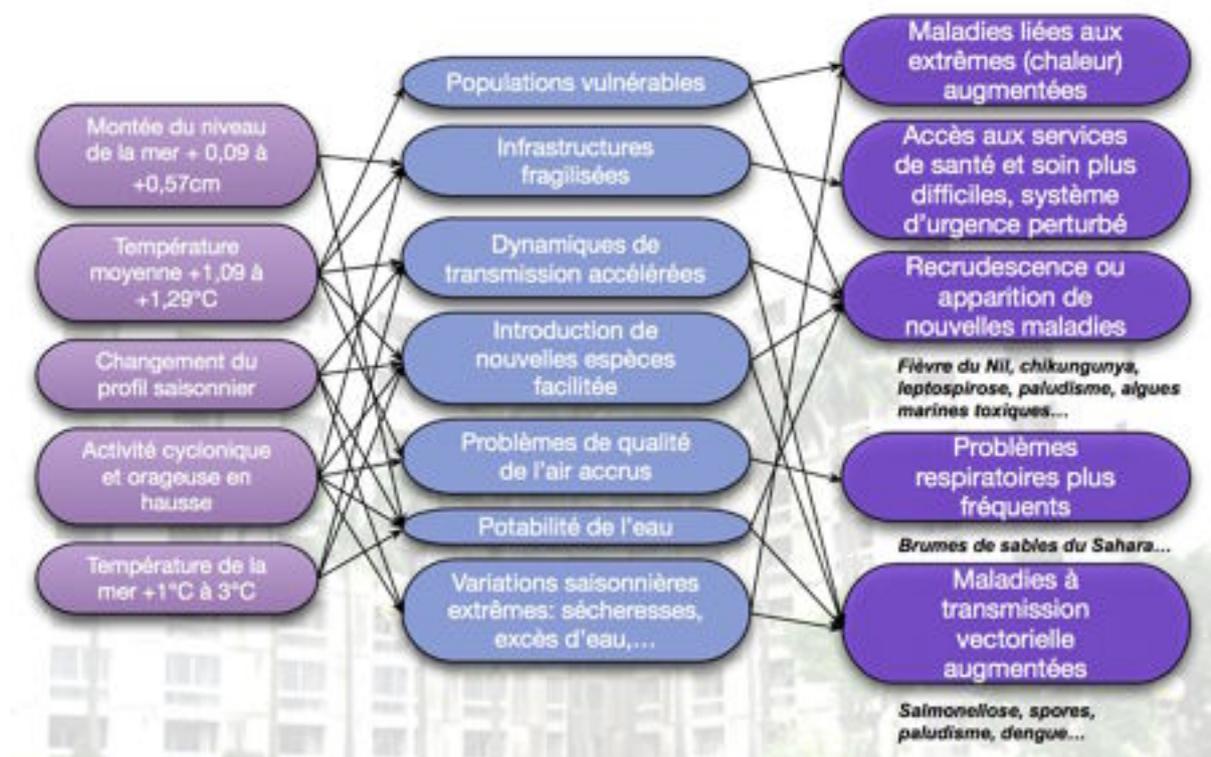
Indicateurs climatiques	Impacts directs (biophysiques...)	Impacts indirects (interactions)	Autres
Changement profil saisonnier	Modification des paysages emblématiques, notamment les plages et dégradation accélérée (pollution, érosion, ...)	Tourisme Economie	Points de rupture : Disparition d'espèces et d'habitats Spécificités : Littoral attractif, Baies du Sud Facteurs aggravants : Tourisme très spécifique au littoral, à un type d'habitat très vulnérable, Pollution, Compétition avec pays voisins, urbanisation
Activité cyclonique et orageuse en hausse SLR : +0,09 à + 0,57 m	Fragilisation des infrastructures d'accueil, perte de terrain Baisse de la fréquentation Report des constructions sur des espaces aujourd'hui utilisés par l'agriculture.	Economie Accès aux réseaux Agriculture	Points de rupture : Catastrophe humaine, infrastructures abandonnées Spécificités : Littoral attractif Facteurs aggravants : Image véhiculée par les médias, Urbanisation

Vulnérabilités futures du tourisme de la Martinique au changement climatique.

3.3. Analyse de la transversalité des impacts futurs

Il est ici présenté une analyse des vulnérabilités futures à travers une représentation schématique des relations entre différents impacts directs et indirects pour **5 systèmes** (secteur ou thématique). Les 5 secteurs/thématiques choisis sont la santé, l'agriculture, la pêche et aquaculture, le tourisme et l'accès aux réseaux et services. En effet, **ces systèmes socio-économiques sont très dépendants des éléments naturels et sont impactés par le changement climatique de manière directe et indirecte**. Pour le territoire de la Martinique, il est ainsi mis en évidence **la transmission des vulnérabilités** entre les différents enjeux. Il y apparaît également les degrés de **complexité et transversalité** propres à chaque enjeu.

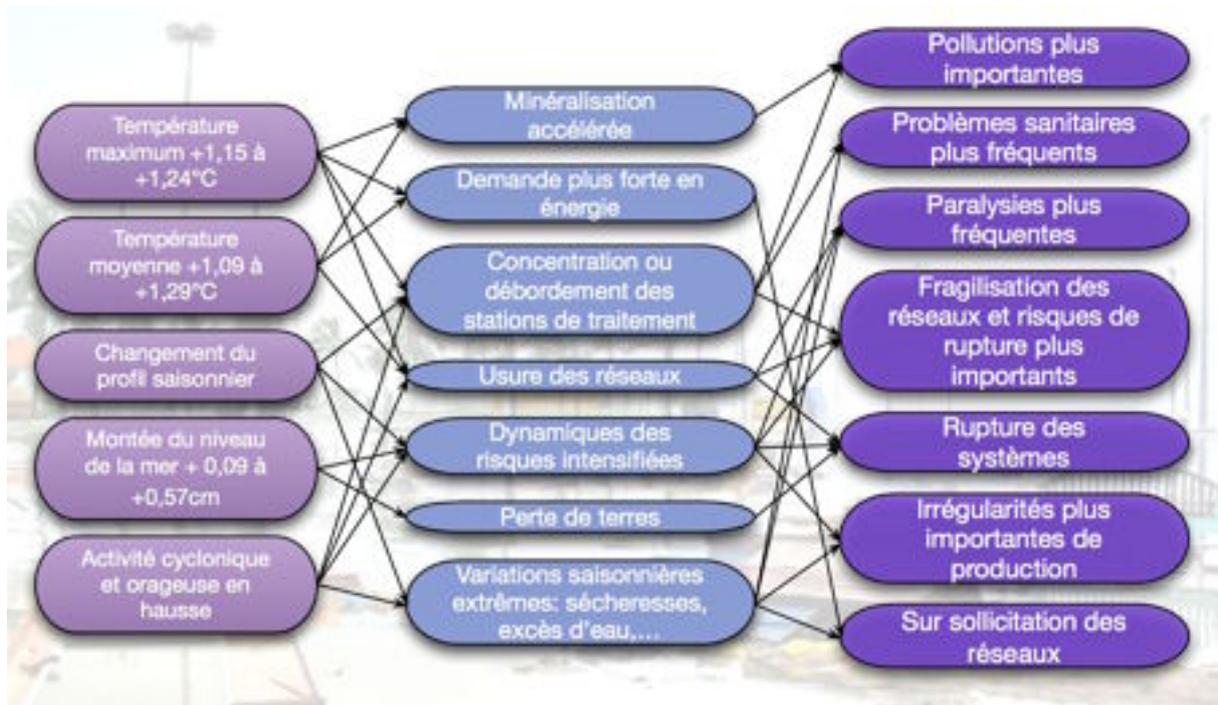
3.3.1. La Santé



Représentation schématique de l'enchaînement logique des impacts directs et indirects du changement climatique sur la santé en Martinique (CLIMACT, 2011)

Pour **les enjeux de santé en Martinique**, il apparaît que les impacts engendrés par les changements climatiques correspondraient à l'augmentation des maladies liées aux extrêmes de températures, la recrudescence ou apparition de nouvelles maladies (comme la fièvre du Nil, la chikungunya, la leptospirose, le paludisme, ou les algues toxiques), les problèmes respiratoires plus fréquents (notamment ceux liés aux brumes de sables du Sahara), et l'augmentation des maladies liées à la transmission par vecteur (salmonellose, spores, paludisme, dengue...). Par ailleurs, l'accès aux services de soin et santé et les systèmes d'urgence pourraient être plus fréquemment perturbés. Ces **dynamiques** seraient influencées par l'augmentation de la vulnérabilité des populations et des problèmes de qualité de l'air, la modification des dynamiques des espèces porteuses ou responsables des maladies (dynamiques de transmission accélérées, modification des aires de distribution et concentration), par la fragilisation des infrastructures de réseau, et par les variations saisonnières extrêmes plus irrégulières (par exemples : inondation propice au développement de certaines maladies, potabilité de l'eau perturbée en période de sécheresse).

3.3.2. L'Accès aux réseaux et services

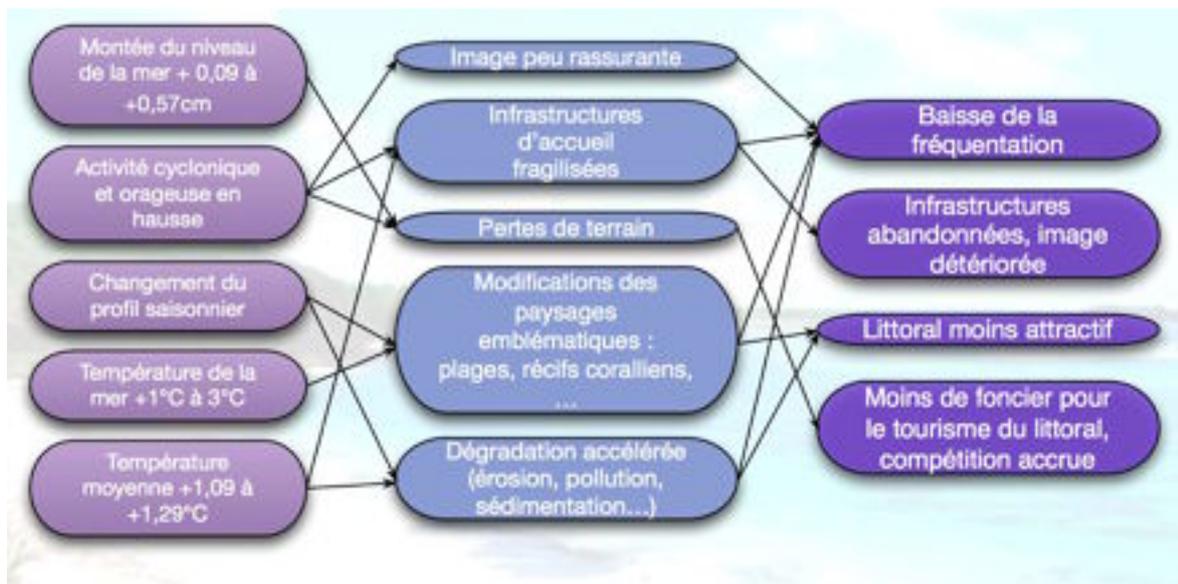


Représentation schématique de l'enchaînement logique des impacts directs et indirects du changement climatique sur l'accès aux réseaux en Martinique (CLIMPACT, 2011)

Pour les **enjeux d'accès aux réseaux et services en Martinique**, il apparaît que les impacts engendrés par les changements climatiques sont une fragilisation des infrastructures (jusqu'à rupture dans les cas extrêmes), des paralysies plus fréquentes, une variabilité de sollicitation augmentée (par exemple sur sollicitation des réseaux d'énergie, ou irrégularités d'approvisionnement en eau potable), des irrégularités de production dans certains cas accentuées, et des problèmes de qualité (pollutions plus importantes) engendrant des problèmes sanitaires plus fréquents. Ces **dynamiques** seraient influencées par l'augmentation probable d'apport de sédiments, par les variations en termes de ressources (eau, énergie) et de besoins (eau, énergie), par l'usure des infrastructures et les dynamiques de risques renforcées (notamment du littoral).

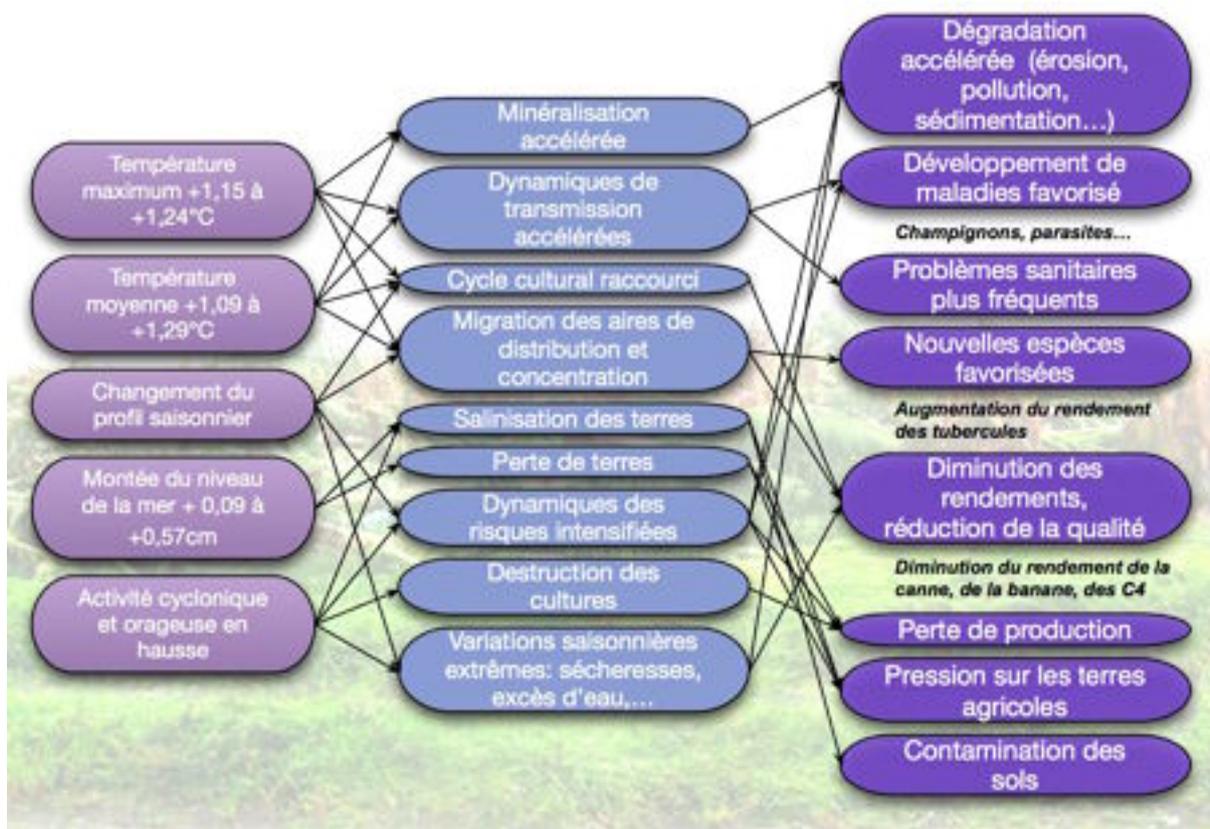
3.3.3. Le Tourisme

Les **impacts du changement climatique sur le tourisme de la Martinique** correspondraient à une baisse de la fréquentation moyenne, à une perturbation de la fonctionnalité des infrastructures d'accueil et dont l'implantation devra faire face à des problématiques de foncier plus pressantes, et par un littoral moins attractif. **Ces dynamiques** apparaîtraient à travers une image véhiculée par les médias moins rassurante (notamment à cause de l'augmentation de l'intensité des cyclones), par des risques du littoral accentués (pertes de terrain, dégradation des plages, dommages sur les infrastructures), par la fragilisation des infrastructures, par une modification des paysages et une dégradation accélérée de l'environnement.



Représentation schématique de l'enchaînement logique des impacts directs et indirects du changement climatique sur le tourisme en Martinique (CLIMPACT, 2011)

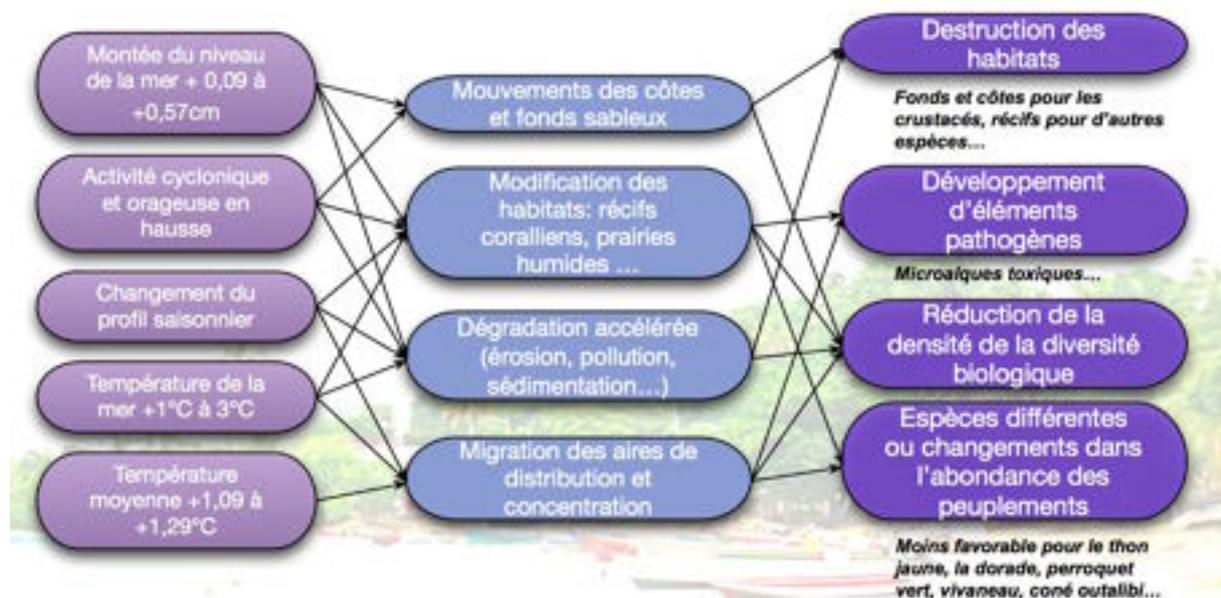
3.3.4. L'Agriculture



Représentation schématique de l'enchaînement logique des impacts directs et indirects du changement climatique sur l'agriculture en Martinique (CLIMPACT, 2011)

L'agriculture de la Martinique présente des impacts importants face au changement climatique, notamment une pression sur les terres agricoles en termes de qualité (contamination, érosion, mouvements de terrain...) et de quantité (mouvements de terrain, submersion...), une modification des volumes de production (nouvelles espèces, diminution des rendements, pertes ponctuelles, développement des maladies favorisé...), et des problèmes sanitaires plus fréquents. **Ces changements** se développeraient à travers une modification des aires de distribution des espèces (par exemple diminution des rendements de la canne et de la banane ou développement des plantes en C3 favorisé comme les tubercules...) et des dynamiques de transmission de maladies accélérées (champignons, parasites...), des dynamiques de risques intensifiées, une destruction des cultures par les événements extrêmes, une submersion des terres accélérées, et des variations saisonnières extrêmes plus intenses.

3.3.5. La Pêche et aquaculture



Représentation schématique de l'enchaînement logique des impacts directs et indirects du changement climatique sur la pêche et l'aquaculture en Martinique (CLIMPACT, 2011)

Les activités de pêche et aquaculture de la Martinique présentent des impacts importants face au changement climatique, notamment à travers une modification des volumes de production (abondance des peuplements, réduction de la densité, éléments pathogènes...), des espèces pêchées et de leurs habitats. **Ces dynamiques** apparaissent principalement à travers la dégradation (sédimentation, pollution...) voire destruction des habitats (fonds marins, côtes, récifs, prairies..), et la migration des aires de distribution et concentration des espèces (moins favorable au thon jaune, dorade, perroquet vert, vivaneau...) et le développement des éléments pathogènes (comme les micro algues toxiques).

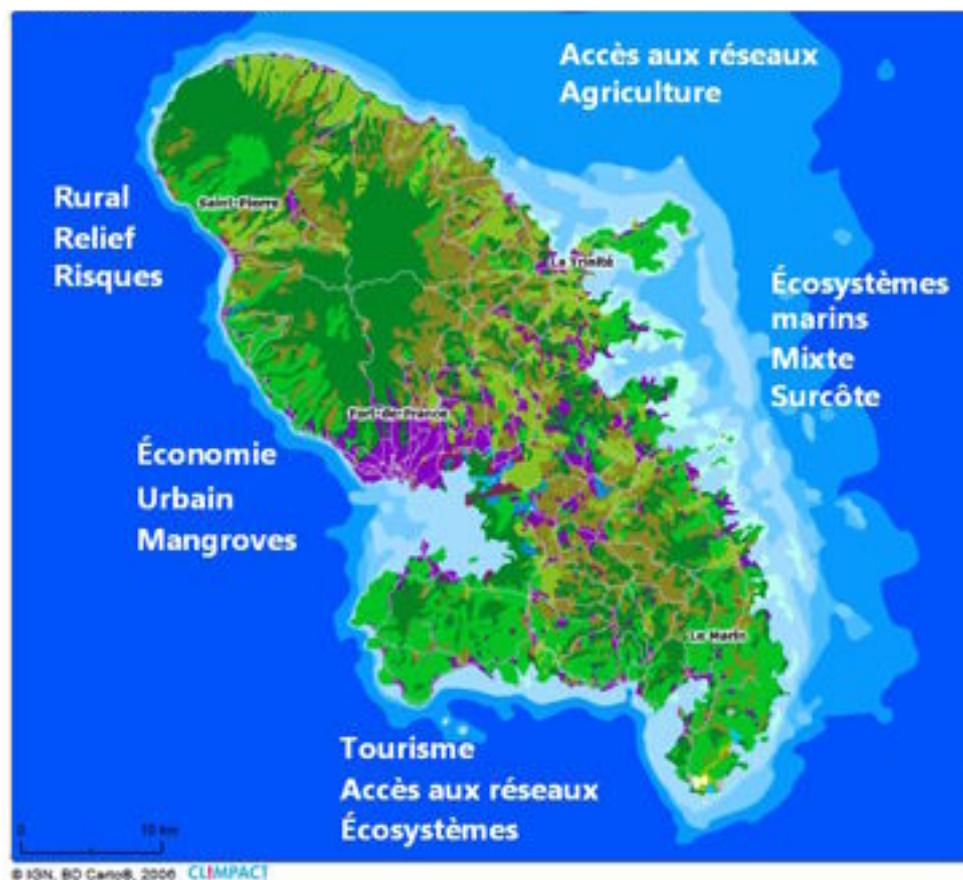
3.4. Analyse des vulnérabilités futures

La Martinique est un territoire très hétérogène. Certaines zones se distinguent par leurs caractéristiques biophysiques et socioéconomiques mais également par leurs vulnérabilités face au changement climatique.

3.4.1. Des zones et des enjeux

Les résultats des différentes analyses précédentes ont permis de révéler une certaine organisation spatiale des enjeux forts du territoire :

- **une zone rurale dans le nord Caraïbes** aux difficultés d'accès aux réseaux et aux risques naturels fréquents et intenses ;
- **une zone au nord Atlantique** où l'agriculture domine largement, en particulier la culture de la banane et de la canne et où l'accès aux services est également difficile ;
- **une zone urbaine dense** autour de Fort de France et de la Baie de Genipa où les enjeux urbains et économiques se superposent aux enjeux de dégradation des habitats des mangroves ;
- **une zone méridionale** où les problématiques d'accès aux réseaux, s'articulent avec les problématiques de développement touristique, de ressources en eau et d'écosystèmes vulnérables
- **une zone au sud Atlantique** aux dynamiques mixtes, très exposée aux enjeux de surcôte, et présentant des écosystèmes marins très vulnérables et des ressources en eau limitées.



Représentation de l'organisation spatiale des grands enjeux de la Martinique au changement climatique (CLIMPACT et Geoid/MEDDTL)

3.4.2. La zone urbaine de Fort de France

Le littoral et les plaines de basse altitude cumulent de nombreuses vulnérabilités face au changement climatique. Sa forte urbanisation, la présence d'écosystèmes à forts enjeux, les activités économiques supportées (l'essentiel des industries) et son exposition à la montée du niveau de la mer induisent des impacts importants et très spatialisés. Par exemple, peuvent être cités :

- la destruction et perte des infrastructures exposées à la submersion marine,
- des dommages plus importants face aux ouragans,
- une exacerbation des risques d'inondation par la montée du niveau de la mer et l'entravement des exutoires des rivières et ravines,
- des infrastructures de transport plus souvent endommagées,
- une pression foncière renforcée par la perte de terrains liée à la montée du niveau de la mer,
- un changement de fonctionnement des infrastructures portuaires qui requiert des coûts de maintenance et de dragage plus élevé.

La zone urbaine de Fort de France est le cœur névralgique de la vie économique et administrative de Martinique. De par la taille de la ville et de la variété des milieux (urbain, mangrove, industriel...), les différents niveaux de gouvernance de cette zone (ville, communauté de communes, département, région...), de nombreux outils de planification de l'aménagement se superposent et dont l'articulation est plus ou moins effective. De fait, la quantité d'outils (PPR, PLU, SCOT, PCET, SRCAE, SAR contrat de baie, zones humides,...) est une des plus importantes de Martinique. Pour autant, cette même zone est aussi celle où les impacts économiques du changement climatique pourraient être les plus importants, du fait des infrastructures commerciales présentes, du tissu artificialisé dense et des risques potentiels. Par ailleurs, les autres parties de l'île sont très dépendantes de la vulnérabilité de la zone urbaine de Fort de France, notamment en ce qui concerne l'activité économique, les flux commerciaux (un port commercial unique à Fort de France), les flux touristiques (l'aéroport au Lamentin), les ressources énergétiques, et l'accès aux réseaux de transport ou de services d'eau potable.



Le littoral artificialisé de la Baie de Fort de France, ici Le Lamentin (©Henri Salomon/Agence des 50pas)

Face au changement climatique, la vulnérabilité des **zones à risques** pourrait être accrue mais est très dépendante des spécificités de chaque site: aléas provenant de la mer et des **fleuves côtiers**, dynamique de **sédimentation** de la baie (apport de sédiments par érosion des terres en amont), **inondations** des méandres paralysant fréquemment les réseaux (une étude a été initiée pour spécifier les zones inondables dans la zone urbaine de Fort de France), **phénomènes de surcôte et de submersion marine** ayant des impacts sur les **infrastructures, les réseaux et les écosystèmes côtiers comme les mangroves**. Ces écosystèmes sont particulièrement sensibles car déjà **fragilisés par les dynamiques d'expansion et intensification urbaine** mais les modifications des gradients de

salinité, des traits de côte, de la température de la mer et de niveau de la mer apporteraient des **modifications considérables des habitats de type mangroves et herbiers**. De par les services rendus par ces écosystèmes, la **qualité des eaux de baignade et les cultures aquacoles** pourraient donc être amoindrie, et la **côte moins protégée des événements cycloniques**. Enfin, les **infrastructures (ouvrages de protection, réseau de transport, d'alimentation, d'énergie...)** pourraient être plus fréquemment paralysées en cas de submersion et déferlement des eaux. Par ailleurs, le relief de l'île rend difficile l'accès à certaines zones sans passer par le littoral. Ainsi de nombreux réseaux d'acheminement (eau, énergie, transport...) empruntent le tour du littoral pour alimenter le reste de l'île. Ainsi, **la vulnérabilité de l'ensemble du réseau est très dépendante de la vulnérabilité de cette partie du littoral**.

3.4.3. La zone nord Caraïbes

Les vallées et habitats du nord Caraïbes présentent des vulnérabilités fortes face au changement climatique notamment du fait de la fragmentation de ses habitats, sa difficile accessibilité, la présence d'écosystèmes très sensibles, les activités économiques supportées (dont l'agriculture), et son exposition aux risques induisant des impacts importants et très spatialisés. Par exemple, peuvent être cités :

- des dommages plus importants face aux ouragans,
- une exacerbation des risques de mouvements de terrain et inondations par l'artificialisation des terres et formation d'embâcles artificiels et d'érosion,
- une pression supplémentaire pour le foncier et pour l'agriculture face à l'augmentation des risques,
- une perte de certains habitats et écosystèmes par translation altitudinale des bioclimats,
- une fragilisation des écosystèmes lors des tempêtes plus nombreuses,
- un isolement de la population plus fréquent du fait de la rupture des réseaux d'alimentation en eau, énergie ou de transport.

La zone nord Caraïbes est une des aires les moins connectées et dynamiques de la Martinique en termes socio économiques, mais est depuis peu l'objet d'un projet de revitalisation économique. Elle est également peu couverte par des outils de planification de l'aménagement du territoire (PLU/POS en cours d'élaboration par exemple, PADD en cours...). Elle est pourtant sujette à de nombreux risques naturels ayant des impacts forts sur les éléments biophysiques et humains (érosion, inondation, mouvement de terrain...). Les monts et leurs vallées encaissées ou ravines y sont déjà sensibles. De plus, elle présente un potentiel de développement touristique à travers les écosystèmes forestiers tropicaux. La zone héberge également une partie des ressources en eau potable redistribuées dans l'ensemble du territoire.



La route d'accès à la région nord Caraïbes en Martinique (©V.Lepousez) et vagues à l'anse Dufour (©J-M. Raggioli)

Les impacts du changement climatique risquent d'exacerber ces vulnérabilités à travers **l'accroissement des risques du littoral et liés aux fleuves côtiers**, à travers **la modification des écosystèmes et la fragilité du réseau d'accès aux services d'approvisionnement, de santé et de transport**. En effet, l'augmentation de l'activité orageuse et cyclonique et du niveau de la mer aurait tendance à augmenter l'intensité des risques du littoral, mais est très dépendance des **spécificités de chaque site** (par exemple le rythme **d'érosion des côtes** dépend d'un ensemble de paramètres). Par ailleurs, les habitats en altitude sont particulièrement sensibles aux changements des profils de températures et précipitations. L'augmentation de la température et la légère diminution des précipitations projetées pourraient favoriser la **translation altitudinale des écosystèmes forestiers** d'altitude, et la **dégradation des étages les plus fragmentés**. Enfin, l'augmentation de la température et de l'activité orageuse et cyclonique accentuerait le processus de **fragilisation des infrastructures donc des réseaux d'accès aux services, et impacteraient la qualité des eaux de baignade proches des zones urbaines**.

3.4.4. La zone nord Atlantique

La zone nord Atlantique partage certaines caractéristiques avec la zone nord Caraïbes, en particulier sur la difficulté d'accès aux réseaux et services, sur la présence des ressources en eau sur son territoire, sur un climat plus humide et des écosystèmes forestiers plus denses, et sur le relief plus accidenté que dans le sud. Elle est également peu couverte par les outils de planification et d'aménagement du territoire. Cependant, elle se distingue par une exposition Atlantique aux Alizés, de pluies plus abondantes, un relief plus doux, et la part majoritaire de terres défrichées et à usage agricole. C'est en effet dans cette partie du territoire martiniquais que se trouve l'essentiel des cultures de banane, mais aussi que les terres sont les plus polluées, en particulier par la chlordécone. La difficile accessibilité, le peu d'infrastructures, et l'exposition aux vents expliquent en partie que le tourisme y est peu développé et que le dynamisme socio-économique est relativement faible par rapport au sud ou centre de la Martinique.

Les impacts du changement climatique pourraient accentuer ces vulnérabilités à **travers l'accroissement des risques du littoral et liés aux fleuves côtiers, à travers la forte exposition aux événements cyclonique, la modification des écosystèmes et la fragilité du réseau d'accès aux services d'approvisionnement, de santé et de transport**. **L'agriculture** pourrait être très impactée par les changements des profils saisonniers (température, précipitation) à travers la diminution des **rendements de la banane et de la canne** et l'augmentation des rendements des plantes en C3 (tubercules par exemple) mais aussi par l'augmentation de l'intensité de l'activité orageuse et cyclonique. Les **écosystèmes mixtes proches du littoral** dont la vulnérabilité est déjà élevée pourraient être plus fragilisés. **Les ressources en eaux superficielles et souterraines** pourraient être impactées en termes de quantité mais l'incertitude sur l'évolution des précipitations et la complexité des mécanismes ne permettent pas de dégager une tendance. Par contre l'augmentation de l'activité orageuse pourrait apporter des problèmes de **qualité par pollution chimique ou organique et par un dimensionnement non adapté des réseaux d'acheminement des eaux**.

3.4.5. La zone sud Atlantique

La zone sud Atlantique présente des vulnérabilités à distinguer du nord de la Martinique. Du fait de sa proximité avec Fort de France, les dynamiques de démographie croissante entraînent des problématiques d'urbanisation des terres plus fortes. La nature des terrains contribue également à la vulnérabilité de cette zone aux risques de mouvements de terrains. En outre, elle héberge également une partie des cultures de banane et de canne, et la pollution des terres à la chlordécone y est donc un phénomène non négligeable même si moins élevé que dans le nord. Son exposition est plus élevée aux vents et aux phénomènes de tempêtes et surcôtes, mais la présence des récifs coralliens

amoindrit leurs impacts sur la côte. Les écosystèmes côtiers sont cependant très sensibles aux variations climatiques. En termes de mise en œuvre des outils de planification de l'aménagement, ce territoire est assez bien couvert et plus en avance que d'autres zones.

Cependant, face au changement climatique, cette zone semble très vulnérable du fait de la **dégradation probable de l'état des récifs coralliens et mangroves** qui protègent la zone des phénomènes de surcôtes. **L'élévation du niveau de la mer et l'augmentation de l'activité orageuse et cyclonique pourraient accélérer sa sensibilité croissante aux phénomènes de submersion.** La forte dynamique urbaine pourrait exacerber les **impacts des aléas de type mouvements de terrain et inondations.** Enfin, l'alimentation en eau potable dépend fortement des ressources du nord de l'île et de l'état des infrastructures de réseau. Leur fragilisation pourrait apporter une nouvelle source **d'irrégularités d'approvisionnement**, en particulier en **période de carême.** En termes d'activité économique, **l'agriculture et le tourisme pourraient donc être impactés face à ces changements (baisse de rendement et baisse de fréquentation).**

3.4.6. La zone méridionale

La zone sud de la Martinique présente des dynamiques socio économiques fortes, notamment du fait de sa proximité avec Fort de France, son accès moins difficile que dans le Nord, sa moindre exposition aux vents et un climat plus doux que dans le nord. Il héberge l'essentiel des activités touristiques liées à ses plages et baies et écosystèmes typiques (récifs coralliens en particulier). L'intégration et mise en œuvre des outils d'aménagement et du durabilité environnementale sont assez en avance par rapport au nord (par exemple un agenda 21 sur la commune de Sainte Anne) mais la pression foncière y est également importante à travers les infrastructures résidentiels et touristiques.

Le territoire présente des vulnérabilités fortes face au changement climatique. Ainsi, la **fragilisation des écosystèmes** par les variations climatiques est accentuée par les **dynamiques de dégradation de l'environnement (sédimentation des baies, inondation et mouvements de terrain).** Ces mêmes dynamiques pourraient être accélérées. La **durabilité du tourisme** lié à ces habitats pourrait donc être mis en jeu, l'impact des **événements cycloniques sur les infrastructures d'accueil** contribuant également à la baisse de la fréquentation touristique. Enfin, **l'accès aux réseaux et services pourrait être plus irrégulier** à travers l'augmentation de l'activité orageuse dans les zones déjà à risque et la **fragilisation des infrastructures d'alimentation en eau potable ou de transport.**

D Evaluation économique des impacts du changement climatique

1. Objectifs de l'évaluation économique

L'objectif de cette partie de l'étude est de construire des ordres de grandeurs quantitatifs des bénéfices et coûts des impacts du changement climatique sur le territoire. Le but de cette démarche est de pouvoir donner une vision des futurs possibles et une palette de données de sensibilisation pour les différentes thématiques concernées.

2. Méthode et enjeux

L'évaluation économique des coûts et bénéfices de l'adaptation au changement climatique est une discipline relativement nouvelle. L'événement révélateur de la démarche et de son intérêt est la publication en 2006 du « Rapport Stern », rapport réalisé par l'économiste Sir Nicholas Stern pour le compte du Royaume Uni. C'est le premier rapport qui approche le changement climatique d'un point de vue économique.

En plus d'être nouvelle, l'approche est relativement différente suivant l'échelle à laquelle on se place et les données à partir desquelles on raisonne. Loin d'être figées, les méthodologies ne sont pas comparables mais elles peuvent être sélectionnées suivant les données et outils disponibles. Dans un premier temps, il a été choisi d'estimer le coût des impacts du changement climatique.

2.1. Concepts et méthodologie

La méthodologie s'inspire ici des méthodes d'évaluation employées par l'ONERC. Elle intègre également des concepts développés dans les études de la CCNUCC (UNFCCC, 2009), l'OCDE (Agrawala et al., 2008), le projet PESETA de la Commission Européenne (Ciscar, 2009), du UKCIP (2004), de la CDC Mission Climat et CES (De Perthuis et al., 2010) et d'applications thématiques.

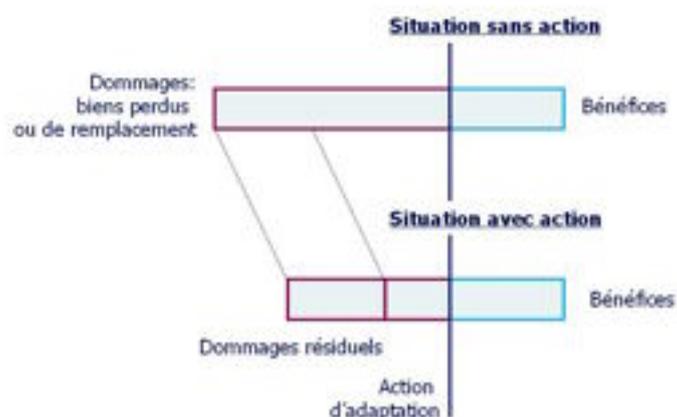
Dans un premier temps, il a été choisi d'estimer **le coût des impacts du changement climatique**.

En effet, le coût de l'adaptation au changement climatique regroupe différents types de coûts :

- **le coût des dommages** : c'est le coût des biens perdus ou de remplacement ;
- **le « coût » des bénéfices** : c'est le coût des biens suscités par de nouvelles opportunités;
- **le coût de la mise en place de mesures d'adaptation** : c'est le coût des projets d'adaptation;
- **le coût résiduel des dommages** après adaptation : c'est le coût des biens perdus ou de remplacement restant malgré la mise en place des projets d'adaptation;
- **le coût des dommages évités** : c'est le coût des dommages évités grâce à la mise en place des projets d'adaptation.

Ces différentes composantes peuvent être composées pour estimer :

- **le coût de l'inaction** : coût des dommages – bénéfices ;
- **le coût de l'action** : coût de l'adaptation + coût du dommage résiduel – bénéfices.



Les différents types de coûts associés à l'adaptation au changement climatique (CLIMPACT)

Le coût de l'inaction est particulièrement intéressant pour donner un ordre de grandeur du coût des impacts du changement climatique sans action. En pratique, il peut être estimé à partir de la différence entre le coût des biens perdus ou de remplacement et des bénéfices. C'est le premier objet de cette partie.

Par ailleurs, conformément à la méthode de l'ONERC, il a été choisi de travailler à **économie constante**, c'est-à-dire sans prendre en compte les évolutions socio économiques d'autres paramètres. De plus, on travaille ici en euros constants, de nombreux débats étant en cours sur le taux d'actualisation à prendre en compte dans les évaluations économiques du changement climatique (objet de la polémique sur le Rapport Stern).

Hypothèse de calcul : l'économie constante (Extrait de ONERC, 2009).

« En l'absence d'une prospective socio-économique de long terme régionalisée et par secteur sur la France, le groupe a choisi de travailler en conservant la situation socio-économique française actuelle (scénario dit à économie constante) : pour l'ensemble des paramètres socio-économiques (tels que démographie, technologie ou répartition des richesses), on ne considère pas d'évolution.

Ce choix permet d'isoler l'impact du changement climatique de celui d'autres évolutions, de ne pas ajouter des incertitudes macro-économiques aux incertitudes relatives aux aspects climatiques et d'écarter la question du taux d'actualisation. Il reste néanmoins problématique pour certains secteurs pour lesquels une évolution socio-économique est d'ores et déjà anticipée ou pour lesquels les évolutions socioéconomiques constituent un facteur déterminant de la vulnérabilité au changement climatique. »

2.2. Limites des hypothèses de travail

L'évaluation économique n'est pas une science exacte et la gamme d'estimations est similaire à celle des impacts physiques identifiés (UNFCCC, 2009). Le contexte d'incertitude accentue cette problématique.

De plus, la couverture des impacts physiques est elle-même incomplète, et les interactions entre systèmes et secteurs sont nombreuses. Par ailleurs, les impacts sur les éléments sociaux ou les biens non matériels ou non commercialisés sont plus difficilement identifiables et quantifiables. A ce sujet, le travail réalisé récemment sur les services écosystémiques (Chevassus au Louis, 2009) illustre l'intérêt croissant pour ces enjeux. **L'évaluation montre donc une portion du coût et non sa globalité.** Par exemple, ne sont pas pris en compte les impacts économiques de la paralysie des réseaux de transport et de l'activité économique après des inondations, ou de l'accès plus difficile aux services de santé durant les événements de tempête, ou de la demande en énergie plus importante...

3. Résultats à l'échelle du territoire

Le coût de l'inaction face au changement climatique est estimé pour le territoire de la Martinique à plusieurs horizons et selon plusieurs scénarios.

3.1. Estimation globale : les tempêtes, le tourisme et les infrastructures

Plusieurs études internationales ont été menées pour estimer le coût de l'impact du changement climatique sur l'économie des pays vulnérables, à travers le pourcentage du PIB exposé. A l'échelle des Caraïbes, une étude publiée en 2008 par la Tufts University (**Bueno et al. 2008**) reprend et actualise les résultats de l'étude de la Banque Mondiale de 2002. Elle estime le coût de l'inaction à travers trois impacts : les dommages des ouragans, les pertes pour le tourisme et les pertes liées à la montée du niveau de la mer sur les infrastructures. Ce coût est basé sur la différence des impacts projetés selon le scénario tendanciel A2 et le scénario optimiste B1 (le coût de l'« inaction », inaction dans le sens de la réduction des émissions des gaz à effet de serre qui conditionne les scénarios de projections climatique : si l'on n'agit pas, les émissions continueront et l'on se retrouverait dans le cas du scénario pessimiste A2, si l'on agit, on se retrouve dans le scénario optimiste B1 ; le coût de l'inaction est donc la différence entre les deux). Pour l'ensemble de la région Caraïbes, à l'horizon 2100, ces coûts représenteraient 21,7% du PIB actuel (46 milliards de dollars, PIB de 2004).

Selon cette définition de l'inaction, pour la Martinique, le coût de l'inaction représente 150 millions de d'euros₂₀₀₇ en 2025, 300 en 2050, 470 en 2075 et 630 en 2100.

Si l'on reprend la définition du coût de l'inaction dans le contexte de l'adaptation (inaction pour anticiper les impacts), on obtient **selon le scénario A2, un coût de l'inaction pour la Martinique qui représente 200 millions d'euros en 2025, 380 en 2050, 570 en 2075 et 770 millions d'euros en 2100**. Les infrastructures contribuent largement à ce coût, puis les ouragans, et le tourisme.

	2025	2050	2075	2100
Scénario optimiste B1 (en milliards d'euros ₂₀₀₇)				
Tempêtes	0,02	0,02	0,03	0,03
Tourisme	0,00	0,01	0,01	0,02
Infrastructures	0,02	0,05	0,06	0,09
TOTAL	0,05	0,08	0,10	0,14
% du PIB actuel (2004)	0,7	1	1,3	1,6
Scénario tendanciel A2 (en milliards d'euros ₂₀₀₇)				
Tempêtes	0,04	0,06	0,10	0,14
Tourisme	0,02	0,03	0,05	0,06
Infrastructures	0,14	0,28	0,42	0,57
TOTAL	0,20	0,38	0,57	0,77
% du PIB actuel (2004)	2,5	4,8	7,2	9,7

Coût de l'inaction pour la Martinique face au changement climatique selon deux scénarios et pour quatre horizons (à partir de Bueno et al 2008)

Hypothèses de travail de Bueno et al. 2008

Les projections utilisées correspondent pour A2 à une augmentation de la température 5,4°C en 2100 et pour B1 de 1,2°C. Par ailleurs, l'augmentation du niveau de la mer est basée sur les estimations du GIEC de 2007 affiné avec les récents résultats prenant en compte la fonte des glaciers. Ainsi il est pris comme base pour A2: 0,288m en 2025, 0,575m en 2050, 0,863m en 2075 et 1,15m en 2100 ; et pour B1 à 0,18cm en 2100.

Pour les ouragans, il est basé sur l'estimation du coût moyen subi entre 1990 et 2007, basé sur les événements répertoriés sur la base de données EM DATA (OFDE-CRED et Université de Louvain). Pour la Martinique sont notamment notés les tempêtes de 2007, 1996, et 1995 avec des dommages estimées à respectivement 300, 0,1 et 160 millions euros

Les projections prennent comme base que les impacts des ouragans seraient deux fois supérieurs pour chaque mètre supplémentaire de montée du niveau de la mer. Dans le scénario tendanciel A2, les pertes estimées sont doublées de nouveau pour prendre en compte une intensité orageuse en hausse.

Pour le tourisme, il est basé sur l'estimation de la Banque Mondiale qui prend en compte la hausse de la température, la perte de plages et la dégradation de l'environnement.

Pour les infrastructures, il est basé sur le coût de reconstruction des bâtiments perdus/détruits. Selon le scénario optimiste B1, 19% des habitats serait affecté, et 66% selon le scénario tendanciel A2.

Par rapport aux autres pays des Caraïbes étudiés, le coût des impacts ramené au pourcentage de PIB est plus faible (quasiment à égalité avec la Guadeloupe : 9,5% en 2100 et devant Puerto Rico : 6% en 2100).

Afin de compléter cette étude, des éléments sont apportés concernant l'agriculture, les écosystèmes et la submersion marine.

3.2. Agriculture

L'agriculture de la Martinique est vulnérable à travers le changement du profil saisonnier qui impacte les rendements des cultures et les dommages liés aux événements exceptionnels de type ouragan.

3.2.1. Evolution du profil saisonnier (température et précipitation)

La méthode choisie ici est celle employée par le Groupe Agriculture du groupe interministériel de l'ONERC dans son dernier rapport de 2009. Elle permet de produire une première estimation de l'impact du changement climatique en prenant en compte la variation du volume de production agricole face à la variation des variables climatiques. Elle ne prend pas en compte les épisodes extrêmes de type sécheresse ou les tempêtes. Après avoir estimé l'évolution des rendements à partir des études existantes, en particulier les résultats du projet **Climator** (Brisson et al., 2010), ces résultats sont traduits en termes monétaires, sous l'hypothèse d'économie constante, c'est-à-dire en utilisant les prix actuels. (ONERC, 2009)

Dans cette méthode, on fonctionne à superficie constante. Seul le rendement évolue. (Projet Climator : Brisson et al., 2010). Ces sets de données correspondent au **scénario A1B** et pour des horizons similaires à ceux employés dans cette étude. Dans un premier temps l'horizon 2080-2100 sera analysé. Les résultats du projet Climator ont fourni des résultats d'estimations d'évolution du rendement pour la banane et la canne selon des scénarios de changements climatiques. Les résultats ont été estimés pour la Guadeloupe. Ils sont repris ici. En 2090 (horizon 2080-2100), **le rendement de la canne à sucre diminuerait de 23%, et celui de la banane de 7%. Ces deux cultures contribuent majoritairement au secteur agricole (60% de la valeur ajoutée).**

La culture de la banane représenterait 50,9% de la richesse agricole estimée à 167,2 millions d'euros (85,1 millions d'euros), base 2005. Une variation de 7% du rendement à l'horizon 2090 représente donc une perte annuelle de 5,9 millions d'euros. La canne représente 4,7% de cette même richesse

agricole en 2005 (7,8 millions d'euros). La baisse de rendement estimée à 23% équivaldrait à une perte annuelle de 1,8 millions d'euros à l'horizon 2090.

Si l'on prend comme hypothèse que **l'évolution est linéaire, on obtient une perte cumulée totale à l'horizon 2100 de 298 millions d'euros actuels pour la culture de la banane, et de 91 millions d'euros pour la canne à sucre.**

Cette estimation chiffrée est bien sûr à mettre en perspective des hypothèses de calcul choisies. En effet, les événements plus ponctuels type tempête, sécheresse ou inondation impliquent très fréquemment des dommages importants en termes physique et économique qui pourraient très probablement accentuer les effets négatifs décrits précédemment.

Afin de compléter les premiers résultats, il est utilisé une interpolation linéaire (c'est à dire que l'on assume que l'évolution du rendement est égal à 1/80 des estimations de CLIMATOR pour chaque année). On obtient ainsi, pour le scénario A1B les pertes annuelles suivantes (exprimées en euros 2005).

	2025	2050	2075	2100
Scénario A1B (Climator)				
Canne : Pertes en rendement (%)	4,3	11,5	18,68	25,87
Canne : Pertes en millions d'euros	0,34	0,90	1,46	2,02
Banane : Pertes en rendement (%)	1,31	3,50	5,68	7,90
Banane : Pertes en millions d'euros	1,11	2,98	4,83	6,72
Pertes totales (millions d'euros)	1,45	3,87	6,29	8,74
Pertes totales (% du PIB agricole)	0,87	2,32	3,76	5,22

Coût de l'inaction pour l'agriculture en Martinique face au changement climatique pour quatre horizons : variation de production pour la banane et la canne (CLIMPACT, d'après Brisson et al. 2010))

3.2.2. Cyclones

Les impacts économiques de **l'Ouragan Dean de 2007** ont été estimés à travers plusieurs études.

L'ouragan avait dévasté l'intégralité des cultures de banane, représentant un impact de 130 à 150 millions d'euros, dont 56 millions de pertes de fonds. La culture de canne a été impactée à hauteur de 70% avec des pertes de fonds à hauteur de 2,6 millions d'euros. **L'impact sur le secteur agricole a été évalué à 300 millions d'euros** (IEDOM 2007, Petit et Prudent 2010).

Ainsi un ouragan peut avoir des impacts bien supérieurs à la simple variation des rendements en agriculture. Dans le travail de Bueno (2009), l'impact économique des ouragans prend en compte tous les impacts recensés, y compris les impacts sur l'agriculture.

3.3. Ecosystèmes et biodiversité

Ce n'est que très récemment que le concept d'**évaluation économique des services rendus par les écosystèmes** a été introduit. En Martinique, elle prend d'autant plus de sens que les mangroves, les récifs coralliens et les autres zones humides jouent un rôle essentiel dans la protection et régulation du littoral.

A l'échelle mondiale par exemple, il a été estimé que le déclin des récifs coralliens coûterait entre 350 et 870 millions de dollars par an d'ici 2050 (UNEP, 2008). La destruction des 617 000 km² de récifs

coralliens du globe engendrerait un manque à gagner annuel de 172 milliards de dollars (Failler et al. 2010).

Pour la Martinique, une récente étude (Failler et al. 2010) a montré que les **récif coralliens, les mangroves et les herbiers produisent des biens et services dont la valeur est estimée à 250 millions d'euros par an**, dont 60% serait issue des activités récréatives (tourisme et pêche), 38% des activités de régulation/protection des côtes et 2% à la valeur patrimoniale. Les herbiers et les mangroves contribuent le plus (par km²) à la création de valeur : respectivement 2,16 millions €/km², 1,87 million €/km² contre 1,78 million €/km² pour les récifs.

D'après cette même étude, l'analyse de la **dégradation de récifs coralliens** sur les dix dernières années (IFRECOR) montre que la perte de la couverture récifale sur la Martinique varie de 20 à 54%. La diminution annuelle de 9% induit une perte de 2,4 millions d'euros par an (scénario tendanciel). Pour les mangroves de la Baie de Fort de France, en dix ans, l'Ifrecor note une perte de 30% en superficie, soit en reprenant le raisonnement de l'étude ci nommée, une diminution annuelle de 3% par an soit une perte de 1,1 millions d'euros annuel. En interpolant ce résultat, ce qui signifie qu'à partir de l'horizon 2050, les récifs coralliens et les mangroves ne pourraient plus rendre les services qu'ils rendent aujourd'hui, on obtient un coût annuel, représenté par la perte de ces services pour les différents horizons.

	2025	2050	2075	2100
Récifs : Pertes en millions d'euros (par an)	36	96	100	100
Mangroves : Pertes en millions d'euros (par an)	16,50	38	38	38

Coût de l'inaction pour les écosystèmes marins côtiers en Martinique face au changement climatique pour quatre horizons : dégradation des récifs coralliens et des mangroves (CLIMPACT, d'après Failler et al. 2010)

Il n'existe pas de données sur l'évolution de la superficie des herbiers en Martinique. Il est certain dans tous les cas que ces habitats sont très tributaires de la protection offerte par les récifs coralliens.

3.4. Submersion

La submersion progressive pérenne ou éphémère de certaines parties du territoire impacte les habitats des particuliers et des entreprises, les exploitations agricoles, les infrastructures de réseau, les équipements touristiques, les bâtiments publics, les milieux naturels et le patrimoine. Cette première analyse évalue le coût de certains des impacts de la submersion en estimant la valeur des terres perdues, des infrastructures et des espaces naturels présents sur les zones exposées à l'aléa.

Les terres perdues

La méthode employée pour estimer la valeur des terres perdues submergées est basée sur le rapport du GIEC sur les impacts régionaux du changement climatique. La méthodologie est basée sur une estimation des superficies submergées et du prix de ces terres (GIEC, 1997). L'hypothèse du calcul est une situation de submersion rapide et pérenne à l'horizon choisi.

Une étude réalisée en 2010 (Schleupner) étudie la vulnérabilité de la Martinique à la montée du niveau de la mer à l'aide d'un système d'informations géographiques (SIG) développé en prenant en compte les zones côtières exposées aux risques d'érosion et d'inondation durant les périodes d'ouragans. Les projections du GIEC utilisés sont une élévation du niveau de la mer de 0,5 et 1m à l'horizon 2100.

Travail en cours, en attente de données.

3.5. Synthèse

Le tableau suivant est une synthèse des résultats de l'estimation de **quelques uns des coûts générés par l'inaction** face au changement climatique en Martinique, selon le scénario tendanciel (issus des scénarios du GIEC A2, A1B et évolution passée). **Il prend en compte les dommages des tempêtes, les impacts sur le tourisme, les infrastructures côtières, les écosystèmes côtiers marins et la variation de production de l'agriculture.** Même si le fait d'additionner ces différents coûts doit être pris avec précaution et ne représente **d'une portion du coût réel**, il est intéressant d'avoir un ordre de grandeur de l'ensemble des coûts estimés.

Ainsi, à **l'horizon 2050, l'ensemble de ces impacts représente un coût annuel de 510 millions d'euros pour la Martinique.** A titre de comparaison, le budget de 2011 du Conseil Régional est de 345 millions d'euros, et celui du Conseil Général de 643 millions d'euros.

	2025	2050	2075	2100
Scénario tendanciel (coût annuel en millions d'euros₂₀₀₇)				
Tempêtes	40	60	100	140
Tourisme	20	30	50	60
Infrastructures	140	280	420	570
Agriculture	0	0	10	10
Ecosystèmes marins côtiers	50	130	140	140
TOTAL	250	510	720	920
% du PIB actuel (2004)	3,21	6,49	8,99	11,55

Coût de l'inaction face au changement climatique pour quatre horizons en Martinique (CLIMPACT et à partir de Bueno et al. 2008)

Rappel des hypothèses prises en compte dans les calculs avec les données locales :

- **Tempêtes:** basé sur l'estimation du coût moyen entre 1990 et 2007, doublé pour le scénario A2, et fonction de l'élévation du niveau de la mer (Banque Mondiale, EM DATA)

- **Tourisme:** hausse des températures, perte de plages, dégradation de l'environnement (Banque Mondiale)

- **Infrastructures:** basé sur le coût de reconstruction des bâtiments perdus, 66% des habitats affectés selon le scénario A2 (Banque Mondiale)

- **Agriculture:** basé sur l'évolution des rendements agricoles pour la canne et la banane (projet Climator, ONERC)

- **Écosystèmes martins et côtiers:** basé sur le coût des services perdus pour chaque hectare perdu des mangroves et récifs coralliens (PNUE, IFRECOR, CEMARE/OMMM)

E Vers l'identification des stratégies d'adaptation

L'analyse détaillée des caractéristiques naturelles et humaines du territoire de la Martinique et de ses vulnérabilités passées et futures au changement climatique a mis en évidence des enjeux qui, mis en regard des éléments prospectifs existants, soulèvent des questions fondamentales pour la Martinique :

- Comment intégrer l'artificialisation croissante des terres dans les plans de gestion des ressources du territoire (pression sur la qualité et besoins en eau, pression sur les terres agricoles, sécurité alimentaire, ...) en particulier dans le sud et centre le littoral?
- Comment intégrer les tendances démographiques prospectivistes dans les plans de gestion et d'aménagement du territoire (démographie croissante accentuée par la migration des populations vers le littoral, vieillissement des populations, ...) ? Et faire face à l'élévation du niveau de la mer ?
- Comment prévenir et gérer au mieux les conflits d'usage de l'eau en période de stress hydrique? Comment gérer la forte disparité spatiale et temporelle des besoins et ressources (sud de l'île largement déficitaire en période de carême)?
- Comment sécuriser l'accès aux réseaux de transport et services d'alimentation en eau potable et acheminement de l'énergie ? Quelle place pour le développement de l'interconnexion des réseaux ?
- Comment adapter les infrastructures (de production d'eau, de traitement d'eau, d'accueil, d'accès à l'énergie, ...) aux besoins croissants et aux événements extrêmes?
- Comment mettre en valeur et profiter de la position géographique et économique stratégique de la Martinique (présence du littoral, climat, région Caraïbes...) ?
- Comment mieux intégrer et mettre en valeur l'atout économique, social et environnemental que représente l'agriculture et le tourisme sur le territoire (industries agro alimentaires, emplois, paysages,...) ?
- Comment anticiper les problèmes de qualité du cadre de vie sensibles au changement climatique (accès aux réseaux et services, confort des infrastructures ...)?
- Comment faire face aux risques naturels (inondation, submersion, instabilité, érosion, ...) aux impacts élevés et croissants ?
- Comment mettre en place des politiques préventives efficaces dans les zones du littoral à risques (zones inondables, PPR, ...) ?
- Comment mettre en valeur l'atout que représente la présence d'écosystèmes à rôle de protection et de régulation (mangroves, récifs coralliens, herbiers, zones humides, zones de régulation des crues, ...)?

Ces réflexions font partie et alimentent le processus de concertation en cours en Martinique dans le cadre du SRCAE, elles ont pour vocation à faire émerger les enjeux prioritaires pour la Martinique face au changement climatique et identifier les stratégies d'adaptation pour le territoire.

F Bibliographie

- Ademe.** *Tableau de bord de l'énergie et du climat de la Martinique.* 2009
- ADUAM.** *Tableau de bord de la Martinique.* Numéro 1. Données 2000-2005.
- ADUAM.** *Bilan de la Mise en Oeuvre du SAR.* Région Martinique. 2008.
- Agrawala, S., Fankhauser, S.** *Economic Aspects of Adaptation to Climate Change: Costs, Benefits and Policy Instruments.* Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD), Paris. 2008.
- Agreste.** *Enquete sur la structure des exploitations agricoles en 2007.* Agreste Martinique. Numéro 6. Novembre 2008.
- Agreste.** *Mémento Agricole (Résultats 2008).* Novembre 2009.
- Albrecht A., Brossard M., Chotte JL., Feller C.** *Les stocks organiques des principaux sols cultivés de Martinique (Petites Antilles).* Cah. Orstom, sér. Pédol., vol. XXVII, no 1, 1992 : 23-36.
- AMPI.** *Echanges entre la Martinique et la Caraïbe en 2003.* Présentation Rencontres Zones de complémentarité économique 3 & 4 novembre 2004 à Saint François (Guadeloupe).
- Angeles et al.** *Predictions of future climate change in the Caribbean region using global general circulation models.* Int. J. Climatol. 27: 555–569. 2007.
- Biasutti et al.** *Projected Changes in the Physical Climate of the Gulf Coast and Caribbean.*
- Breton D., Condon S., Marie CV., Temporal F.** *Les départements d'Outre-Mer face aux défis du vieillissement démographique et des migrations.* Bulletin Mensuel INDD. Numéro 460. Octobre 2009.
- BRGM.** *Schéma des carrières de Martinique.* Septembre 2005.
- BRGM.** *Impact du Cyclone Dean sur le niveau des nappes d'eau souterraine de la Martinique.* Etat du 27 aout 2007.
- BRGM.** *Evaluation de la vulnérabilité intrinsèque des eaux souterraines de la Martinique.* Rapport final. BRGM Juin 2008.
- BRGM.** *Atlas des risques naturels.*
- BRGM.** *Conséquences du passage des cyclones Iris, Luis, et Marilyn aux Antilles Françaises (Guadeloupe et Martinique).* Rapport de mission. Décembre 1995. Rapport du BRGM R38790.
- Brisson N. Levraut, F.** éditeurs, *Changement climatique, agriculture et forêt en France: simulations d'impacts sur les principales espèces.* Le Livre Vert du projet CLIMATOR (2007-2010). ADEME. 336p.
- Bueno, R. et al.** *THE CARIBBEAN AND CLIMATE CHANGE. The cost of inaction.* Stockholm Environment Institute—US Center & Global Development and Environment Institute, Tufts University. May 2008.
- Cabidoche Y-M., Cattan P., Dorel M., Paillat JM.** *Intensification agricole et risque de pollution azotée des ressources en eau dans les départements français d'outre-mer insulaires : surveiller en priorité les pratiques agricoles dans les périmètres irrigués.* In Serge Marlet et Pierre Ruelle (éditeurs scientifiques), 2002. Vers une maîtrise des impacts environnementaux de l'irrigation. Actes de l'atelier du PCSI, 28-29 mai 2002, Montpellier, France. CEMAGREF, CIRAD, IRD, Cédérom du CIRAD.
- Cabidoche Y-M, Jannoyer M., Vannière H.** *Conclusions du Groupe d'Etude et de Prospective « Pollution par les organochlorés aux Antilles »* Aspects agronomiques. Contributions CIRAD INRA. Juin 2006.
- CALIA Conseil.** *Etude prospective : les collectivités locales face aux enjeux de l'eau et de l'assainissement en Martinique.* Table ronde Février 2011. Synthèse Générale pour l'AFD.
- CANARI.** *Les impacts du changement climatique sur la biodiversité des îles de la Caraïbe.* Rapport Technique Numéro 386.
- CCCC.** *Review of Health Effects of Climate Variability and Climate Change in the Caribbean.* Technical Report 5C/MACC - 03 - 09 - 2. Mars 2009.

- CGDD.** *L'occupation des sols dans les départements d'outre-mer.* CGDD Observatoire et Statistiques. Numéro 89. Juin 2011.
- Chevassus-au-Louis, B.** Approche économique de la biodiversité et des services liés aux écosystèmes. Contribution à la décision publique. Centre d'Analyse Stratégique. Bernard Chevassus-au-Louis, président du groupe de travail. Avril 2009
- Ciscar J-C.** *Climate change impacts in Europe.* Final report of the PESETA research project. Juan-Carlos Ciscar (editor) 2009.
- CLIMPACT.** *Simulation des scénarios climatiques futurs pour la Martinique.* Cadre méthodologique. Dans le cadre de l'étude Adaptation de la Martinique au Changement Climatique réalisée par CLIMPACT pour le compte de la DEAL. Septembre 2011.
- Conseil Général de la Martinique.** *Etat des lieux préparatoires à l'Agenda 21.* Décembre 2006.
- Colmet-Daage F., Lagache P.** *Caractéristiques de quelques groupes de sols dérivés de roches volcaniques aux Antilles Françaises.* Cahiers ORSTOM, série Pédologie, numéro 3, 91-122. 1965.
- DDE Martinique.** « *La résorption de l'habitat Insalubre* ». Présentation.
- DEAL.** *Impact de l'ouragan DEAN sur les forêts côtières inondables de la Martinique : le cas de la mangrove de Ducos et de la forêt marécageuse du Galion.* Etude réalisée par Daniel Imbert et Jonathan Migeot. Université des Antilles et de la Guyane. Pour la DEAL. 2009.
- Dehoorne O.** *Les déboires du tourisme à La Martinique.* UNIVERSITÉ DES ANTILLES ET DE LA GUYANE. Travaux et Documents.
- Dehoorne O.** *Le tourisme dans l'espace caribéen. Logiques des flux et enjeux de développement.* Tourisme dans la Caraïbe : logiques régionales et perspectives de développement. Téoros, Printemps 2007.
- Dehoorne O.** *Tourisme et développement durable dans les pays du Sud. Privatisation des ressources ou gestion concertée avec les populations locales.* Cahiers de géographie du Québec. Volume 53, numéro 148, avril 2009. Page 83-99.
- DIREN.** *Profil Environnemental de Martinique 2008.*
- Durance P., Mousli M.** *Martinique 2025 : prospective pour un développement durable.* Dans Territoires 2040. TROIS CAS DE PROSPECTIVE SPATIALE. DATAR. 2010.
- EDF.** *EDF Martinique.* <http://martinique.edf.com>.
- Failler P., Pètre E., Maréchal JP.** *Valeur économique totale des récifs coralliens, mangroves et herbiers de la Martinique.* Etudes Caraïbéennes. Dossier Ressources marines : états des lieux, usages et gestion. Avril 2010. <http://etudescaribeennes.revues.org/4410>
- FranceAgrimer.** *Les filières pêche et aquaculture en France.* Les cahiers de FranceAgrimer. Avril 2010.
- GIEC.** *Rapport spécial sur Les impacts régionaux du changement climatique - Evaluation de la vulnérabilité.* Cambridge University Press, Cambridge. 2001
- GIEC.** Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. *Climate Change 2001: Third Assessment Report (Volume I).* Cambridge, Cambridge University Press. 2001
- GIEC.** Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. *Climate Change 2007: Fourth Assessment Report (Volume I).* Cambridge, Cambridge University Press. 2007.
- Hallegatte, S., F. Lecocq, C. de Perthuis.** *Économie de l'adaptation au changement climatique,* Rapport du Conseil Economique pour le Développement Durable, Disponible sur <http://www.developpement-durable.gouv.fr/-Developpement-durable-.html> 2010.
- IEDOM.** *Dean à la Martinique : impact sur le tissu économique.* IEDOM. Numéro 46. Novembre 2007.
- IFEN.** Observatoire du Littoral. *Occupation du sol sur le littoral des Dom.* www.littoral.ifen.fr.
- IFN.** *CHANGEMENTS D'OCCUPATION ET D'UTILISATION DES TERRES DANS LES DÉPARTEMENTS D'OUTRE-MER.* L'IF numéro 23, 3ième trimestre 2009.

Joseph P. *La végétation des Petites Antilles : principaux traits floristiques et effets plausibles du changement climatique.* Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement. Volume 11 Numéro 1 mai 2011.

LETCHEM S. « L'HABITAT INSALUBRE et INDIGNE dans les DEPARTEMENTS ET REGIONS D'OUTRE-MER : UN DEFI A RELEVER ». Député de Martinique. Septembre 2009.

Madininair. *Rapport d'Activités 2009.* Bilan de la qualité de l'air.

Maillard JF. *Orientations Régionales de Gestion de la Faune sauvage et d'amélioration de la qualité de ses Habitats - Région Martinique - Etat des Lieux.* ONCFS/DIREN, ORGFH Martinique 02/08/2004.

MEDD. *Quatrième communication nationale à la Convention cadre des Nations unies sur les changements climatiques,* Paris, 2006.

MEDD. *LE CHANGEMENT CLIMATIQUE, REVELATEUR DES VULNERABILITES TERRITORIALES? Action publique locale et perceptions des inégalités écologiques.* Programme D2RT « POLITIQUES TERRITORIALES ET DEVELOPPEMENT DURABLE ». Ministère de l'Ecologie et du Développement durable, PUCA, 2007.

MEDDTL. Direction Générale de la Prévention des Risques. *Rapport du Délégué aux Risques majeurs,* Année 2009.

Météo France. *Productions de scénarios climatiques régionalisés.* Rapport d'avancement numéro 1. DEAL. 2011.

NOAA. *Mainstreaming Adaptation to Climate Change (MACC). Climate Change Impacts on Land Use Planning and Coastal Infrastructure.* Prepared by the National Oceanic and Atmospheric Administration's National Ocean Service (NOS).

Jeunes chercheurs. « *Tourisme et pression foncière dans le Sud martiniquais* », Rives méditerranéennes [En ligne], Jeunes chercheurs 2002, mis en ligne le . URL : <http://rives.revues.org/83>.

ODEADOM. Office de Développement de l'Economie Agricole des Départements d'Outre Mer. *Rapport d'Activité 2004-2005.*

OMS, OMM, PNUE. *Climate change and human health - risks and responses.* Summary. 2003, 37 pages [E] ISBN 92 4 159081 5.

ONERC. *Changements climatiques, quels impacts pour la France.* 2006.

ONERC. *Stratégie Nationale d'Adaptation au Changement Climatique.* La Documentation française, Paris, 2007.

ONERC. *EVALUATION DU COÛT DES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE ET DE L'ADAPTATION EN France.* Septembre 2009.

ONERC. *Plan Adaptation Climat. Fiche des 202 recommandations de la concertation nationale.* MEEDDM. 23 juin 2010.

ONERC. *Villes et adaptation au changement climatique.* Rapport au Premier ministre et au Parlement. 2010.

ONERC. *Scénarios climatiques : indices sur la France métropolitaine pour les modèles français ARPEGE-Climat et LMDz et quelques projections pour les DOM-COM.* Yannick Peings, Météo-France/CNRM, Marc Jamous, IPSL, Serge Planton, Météo-France/CNRM, Hervé Le Treut, IPSL. Mission confiée à Jean Jouzel. 26 janvier 2011

ONERC. *Plan National D'adaptation au Changement Climatique (PNACC).* 2011.

Petit J., Prudent G. *Changement climatique et biodiversité dans l'outre-mer européen.* Gland, Suisse et Bruxelles, Belgique : UICN. Réimpression, Gland, Suisse et Bruxelles, Belgique : UICN, 2010. 192 pp.

Rahmstorf S. *A Semi-Empirical Approach to Projecting Future Sea-Level Rise.* Science. 315: 368–370.

Saffache P., Desse M. *L'évolution contrastée du littoral de Martinique.* Mapped Monde 55. 1999.

Saffache P. *Les espaces côtiers antillais face au changement climatique.* Colloque "Changement climatique: La Caraïbe en danger?" 11, 12 et 13 décembre 2006 à Fort Fort-de de-France en Martinique (France).

Saffache P., Blanchart E., Cabidoche YM., Josien E, Michalon T., Saudubray F., Scherer C. *Contexte de l'agriculture martiniquaise : atouts et contraintes pour l'agriculture biologique. Agriculture biologique en Martinique.* Chapitre 2 – P. SAFFACHE (Coord.). IRD éditions 2005

SCHLEUPNER, C. Regional spatial planning assessments for adaptation to accelerated sea level rise - an application to Martinique's coastal zone. 2007.

SCHLEUPNER, C. *GIS as integrating tool in Sustainability and Global Change.* Max Plant Institute for Meteorology. Reports on Earth System Science. 2009.

Sierra J., Bonhomme R. *Changement climatique en Guadeloupe : effet potentiel sur la minéralisation de la matière organique du sol.* Unité Agropédoclimatique – INRA Antilles-Guyane

Simpson MC. et al. *An Overview of Modelling Climate Change Impacts in the Caribbean Region with contribution from the Pacific Islands.* United Nations Development Programme (UNDP), Barbados, West Indies. 2009. Summary document. 2009.

Sookram S. *THE IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON THE TOURISM SECTOR IN SELECTED CARIBBEAN COUNTRIES.* ECLAC – Project Documents collection Caribbean Development Report, Volume 2 204. 2011.

Temple L., Marie P., Bakry F. *Les déterminants de la compétitivité des filières bananes de Martinique et de Guadeloupe.* ÉCONOMIE RURALE 308/NOVEMBRE-DÉCEMBRE 2008. RECHERCHES CIRAD, Montpellier.

UN ECLAC. *Economics of Climate change in Latin America and the Caribbean.* 2010.

UKCIP. *COSTING THE IMPACTS OF CLIMATE CHANGE IN THE UK: Implementation Guidelines.* Final Report. Prepared for The UK Climate Impacts Programme (UKCIP). Prepared by: Metroeconomica Limited. 18th June 2004.

UNEP. *Climate Change in the Caribbean and the Challenge of Adaptation.* UNEP Regional Office for Latin America and the Caribbean, Panama City, Panama. 2008.

UNFCC. *Potential costs and benefits of adaptation options: A review of existing literature.* Technical paper FCCC/TP/2009/2. 7 December 2009.

US DA. *Guadeloupe & Martinique. Export Guide to the Consumer Food Market.* September 1997. Prepared for the U.S. Department of Agriculture by Fintrac Inc.

Yebakima A. *Impact du changement climatique sur les maladies à transmission vectorielle.* Colloque "Changement climatique: La Caraïbe en danger?" 11, 12 et 13 décembre 2006 à Fort Fort-de de-France en Martinique (France).

Yunis E. *Tourisme et Changement Climatique.* Colloque "Changement climatique: La Caraïbe en danger?" 11, 12 et 13 décembre 2006 à Fort Fort-de de-France en Martinique (France).

WWF. *Climate Change and marine turtles in the wider Caribbean. Regional Climate Projections.*

G Annexes

1. Annexe 1 : Les communes à risques (CNDP)

A Recueil des communes à risques

Code INSEE	Commune	Population	Is	Mo	Se	Av	C/T	Vo	FF	Ri	TMD	Ba	Nuc	DCS
97201	AQUINA-BOULLON	1729												
97202	ARDES-D'ARLES	3228												
97203	ARDES-DE-LENTI	4232												
97204	CARRI	2073												
97205	CAS-PILOTE	3450												
97206	GAMMAN	3283												
97207	GUZOS	52901												
97208	LEVES-ST-JEAN	977												
97209	PORT-DE-FRANCOIS	90003												
97210	REAG-DES	5295												
97211	GRAND-ROUGE	956												
97212	GRAND-MORNE	30139												
97213	JANZATH	20429												
97214	LORRAIN	8564												
97215	MA-COUSA	1496												
97216	MANGOT	3587												
97217	MAIR	4400												
97218	MOINE-ROUGE	5228												
97219	RECHER	2550												
97220	RIVER-PILOTE	52417												
97221	RIVER-SALTE	8753												
97222	ROBERT	17713												
97223	ST-ESPIRIT	7753												
97224	ST-JOSEPH	50254												
97225	ST-PIERRE	5002												
97226	ST-JANNE	3800												
97227	ST-LUC	5881												
97228	ST-MAISE	59482												
97229	SCHERCHER	59823												
97230	TRAIT	41284												
97231	TRIC-STES	4603												
97232	VALACIN	7741												
97233	MORNE-VERT	5333												
97234	BELLEFONTAINE	1529												

Les différents risques
Is = inondations
Mo = mouvements de terrain
Se = séismes
Av = avalanches
C/T = cyclones, tempêtes
Vo = volcan
FF = feux de forêt
Ri = risques industriels
TMD = transport de matières dangereuses
Ba = barrage
Nuc = nucléaire

Colonnes type de risques
R pour risque avec enjeux humains. Exemples : travail, habitat fixe ou saisonnier, etc.
A pour aisé sans enjeux humains
X pour aisé où l'existence d'enjeux humains n'est pas encore clairement reconnue

Colonne DCS
1 Prévision d'établissement d'un DCS (ossier communal synthétique), au moins un risque humain s'y existe dans la commune.

97201 97202 97203 97204 97205 97206 97207 97208 97209 97210 97211 97212 97213 97214 97215 97216 97217 97218 97219 97220 97221 97222 97223 97224 97225 97226 97227 97228 97229 97230 97231 97232 97233 97234