

L'importance des écosystèmes forestiers et les enjeux de la déforestation dans la lutte contre le changement climatique en Haïti

Cas des mangroves du Parc des Trois Baies, des forêts des massifs de la Selle et de la Hotte

Constantin Joseph* et Pascal Saffache**

* Doctorant en géographie, Laboratoire GEODE EA 929, Université des Antilles, Enseignant CHCL/UEH,

** Professeur des Universités, Laboratoire GEODE EA 929, Université des Antilles

Résumé : Les conséquences du changement climatique d'actualité dans le monde entier sont patentes. Haïti, n'en étant pas exempte, fait l'objet de ses manifestations diverses, notamment : les cyclones à fréquence élevée, les inondations catastrophiques répétées, les montées de la mer inhabituelles, la sécheresse prolongée, etc. Les stratégies de lutte sont nombreuses, mais les résultats satisfaisants restent jusqu'à aujourd'hui encore limités. La présence des écosystèmes forestiers, à partir des études de cas et des analyses approfondies effectuées, se révélerait un moyen naturel puissant, durable, efficient et approuvé pour lutter ardemment contre ce phénomène dont la menace grandissante fait de plus en plus peur. Ce dispositif naturel offre l'avantage de pouvoir procurer une double solution stratégique en synergie : l'adaptation et l'atténuation.

À travers cet article, nous allons : premièrement, géolocaliser et cartographier les plus importants écosystèmes forestiers existant dans le pays, mais aussi présenter leurs natures et leurs structures ; deuxièmement, mettre en exergue l'importance de ces écosystèmes en tant qu'éléments naturels pourvus d'un pouvoir protecteur tant pour l'environnement et le climat que pour les espèces vivantes ; et troisièmement, mettre l'accent sur les enjeux de la déforestation pour les ressources naturelles (eau, sol et êtres vivants¹), l'environnement et surtout le climat.

Finalement, cet article a pour but de procéder à un état des lieux des écosystèmes forestiers les plus importants du territoire, d'établir un lien entre la présence de ces écosystèmes et le climat dans une perspective de protection de la biodiversité et de lutte contre le changement climatique en Haïti.

Rezime : Kosekans chanjman klimatik yo parèt nan nouvell toupatou sou latè. Ayiti, ki pa yon eksepsyon, soufri anba tout manifestasyon sa yo. Nou kab nonmen : siklòn ki pase souvan nan peyi a, inondasyon ki fè gwo dega plizyè fwa, lanmè a ki monte nan yon fason moun pa abitye wè, sechrès manch long, elatriye. Genyen anpil plan ki fèt pou konbat sitiyoasyon sa yo, jouk jounen jodi a, yo poko bay bon rezilta. Daprè etid ak analiz an pwofondè ki fèt, prezans forè yo, kòm ekosistèm, ta kab yon bon mwayen natirèl, dirab, efikas tout moun apwouve, pou yo konbat avèk vigè fenomèn sa a, ki se yon menas, ki ap grandi, epi ki kontinye bay tout moun laperèz. Forè a kòm mwayen natirèl, genyen yon doub avantaj kòm solisyon estratejik avèk de (2) faktè sa yo ki mache ansanm : adaptasyon epi soulajman.

Avèk atik sa a, an premye, nou pral repere forè ki pi gwo nou genyen nan peyi a, fè kat gewografik yo, epi tou bay nati yo ansanm ak chapant yo ; Dezyèmman, fè tout moun konnen enpòtan ekosistèm sa yo kòm eleman natirèl, ki gen pouvwa pwoteje anviwonman an, klima ansanm ak divès espès òganis ki ap viv nan forè sa yo ; twazyèmman montre tout pwoblèm ratibwaze fore kapab genyen sou resous natirèl yo (dlo, tè a epi òganis vivan), anviwonman an epi prensipalman klima a.

Finalman, rezondèt atik sa a se revize forè yo kòm ekosistèm ki enpòtan anpil nan peyi a, table lyen ki genyen ant ekosistèm sa yo epi klima a ak lide pou nou pwoteje byo-divèsite a epi kanpe dyanm pou nou goumen kont chanjman klimatik la sou tè Ayiti.



1. INTRODUCTION

Les changements climatiques sont définis comme «des changements de climat qui sont attribués directement ou indirectement à une activité humaine altérant la composition de l'atmosphère mondiale et qui viennent s'ajouter à la variabilité naturelle du climat observée au cours de périodes comparables²».

Ce phénomène se traduit par une hausse globale de la température moyenne de l'atmosphère provoquant une modification de l'intensité et de la fréquence des phénomènes étranges comme : des ouragans à fréquences élevées, la hausse du niveau de la mer (fonte des banquises, dilatation des molécules d'eau, etc.) et des

périodes de sécheresse inhabituellement prolongées dans beaucoup de régions du monde.

Bien que ce sujet soit controversé dans les milieux politiques et économiques, il n'en demeure pas moins que «le réchauffement du système climatique est sans équivoque et, depuis les années 1950, beaucoup de changements observés sont sans précédent depuis des décennies voire des millénaires. L'atmosphère et l'océan se sont réchauffés, la couverture de neige et de glace a diminué, et le niveau des mers s'est élevé³», et donc que les conséquences de ce phénomène alarmant sont bien en cours et provoquent des dégâts sans précédent dans certains pays.

1. Animaux, végétaux et humains.

2. ONU (1992). *Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques*, Sommet mondial de la Terre, Rio, p. 25.

3. GIEC (2014). *Changements climatiques 2014*. Contribution des Groupes de travail I, II et III au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat [Sous la direction de l'équipe de rédaction principale, R. K. Pachauri et L. A. Meyer], Genève, Suisse, GIEC.

Toutefois, des moyens et mesures alternatifs, souvent naturels, permettent non seulement de réduire les gaz à effet de serre (GES) émis dans l'atmosphère pour atténuer leurs effets par la compensation des émissions anthropiques, mais également de s'adapter aux effets survenus et à venir.

Parallèlement, si certaines ressources naturelles sont uniquement des sources de GES libérés par suite des activités humaines – à l'exemple des énergies fossiles, par combustion –, d'autres sont capables d'apporter des solutions efficaces, efficientes et durables avec de multiples avantages : c'est le cas des écosystèmes forestiers. En d'autres termes, des écosystèmes terrestres et marins peuvent faire office de tampons pour maintenir la température du globe dans une fourchette compatible avec la vie [1].

2. CADRE CONTEXTUEL DE LA THÉMATIQUE ENVISAGÉE DANS LE CADRE DE L'ÉTUDE

2.1 Analyse contextuelle des responsabilités vis-à-vis du changement climatique

En fait, les pays les plus riches et les plus industrialisés, selon les experts avertis du domaine climatique, sont les principaux responsables de l'actuel renforcement des gaz à effet de serre provoquant le réchauffement climatique, car ils sont, en fait, les plus grands émetteurs de GES d'origine anthropique dans l'atmosphère (CO_2 , N_2O , CH_4 , CFC, etc.). Pourtant, ce sont les pays les moins riches qui en payent le plus les conséquences puisqu'ils sont les plus vulnérables, ayant de moindres moyens pour penser et mettre en œuvre des solutions d'adaptation. Dans ces conditions, les pays développés ayant le statut de coupables devraient assumer la responsabilité de réparer les maux qu'ils ont engendrés et de compenser leurs victimes ; et les pays émergents et en développement ayant le statut de victimes de ces agissements sous forme de dommages climatiques et de nouveaux obstacles à leur développement devraient bénéficier du soutien de ces pays développés.

Depuis le sommet de Rio en 1992, les engagements de la lutte contre les changements climatiques par les pays signataires de la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC) sont de plus en plus renforcés mais surtout contraignants, en vue d'améliorer la situation climatique actuelle et d'éviter le pire.

D'un côté, les pays pollueurs doivent travailler en vue de parvenir à une réduction significative de leurs émissions de GES en adoptant des stratégies d'atténuation pour lutter contre ce phénomène, et en outre doivent contribuer au financement des mesures d'adaptation des pays les plus vulnérables. D'un autre côté, les pays les moins développés doivent non seulement faire un effort pour réduire leurs faibles émissions, mais doivent aussi redoubler et conjuguer leurs efforts pour pouvoir s'adapter plus adéquatement aux effets du phénomène, puisqu'ils sont les plus vulnérables.

2.2 Cadre contextuel sommaire du changement climatique actuel en Haïti

Haïti est un des pays en développement et, du coup, elle n'échappe pas aux conséquences majeures de ce phénomène d'actualité qu'est

le changement climatique, d'autant plus qu'elle est très vulnérable et a déjà subi de nombreuses catastrophes majeures (par exemple, l'ouragan Matthew en 2016).

Plusieurs causes sont à l'origine de cette situation malencontreuse : le territoire est édifié sur un relief particulièrement accidenté facilitant le ruissellement ; il est situé dans une région latitudinale où les phénomènes météorologiques dépressionnaires sont intenses (cyclones, tempêtes tropicales, ouragans, etc.) ; mais en plus, il est caractérisé par une situation socioéconomique précaire et des conditions environnementales fragiles et hors normes où la déforestation ne cesse de prendre de l'ampleur, mettant alors en cause sa capacité de réponse aux risques naturels.

Pourtant, les écosystèmes continuent à y fournir des services aussi intéressants qu'utiles à tous égards, notamment dans la lutte contre les changements climatiques.

Mais quelle serait l'importance de ces ressources naturelles dans un moment crucial, où l'on doit lutter efficacement et constamment contre un tel fléau dans un contexte aussi particulier que difficile ?

Telle est la question à laquelle nous souhaitons apporter des réponses et explications argumentées dans le présent article.

3. HISTORIQUE ET LOCALISATION DES SITES D'ÉTUDE PAR RAPPORT À LA THÉMATIQUE ENVISAGÉE

Nous nous intéressons à la variation et à la variabilité actuelles et éventuelles du climat en Haïti, notamment au regard des écosystèmes forestiers. Pour ce faire, nous adoptons comme terrains d'expérimentation les parcs nationaux haïtiens ayant pour vocation la préservation de la biodiversité. À ce titre, cette analyse se déroule sur les écosystèmes forestiers de la Forêt des Pins, de la forêt de La Visite et de la forêt du parc de Macaya, connus pour leur importance en matière de couverture forestière et de diversité biologique. À ceux-là s'ajoute le Parc national des Trois Baies (PN3B) pour son rôle dans la protection du littoral et des écosystèmes marins adjacents.

3.1 Historique et distribution spatiale des écosystèmes forestiers en Haïti

À l'arrivée de Christophe Colomb sur l'île, le territoire était quasi totalement couvert de forêt. En effet, la déforestation a commencé avec la colonisation, lorsqu'il fallut enlever les arbres pour installer les structures de résidence, et par la suite mettre en place les champs agricoles et les ateliers d'exploitation minière, notamment d'or. Cette dynamique a été poursuivie et amplifiée après l'indépendance et au cours de l'occupation américaine [2], puis a continué de manière accélérée avec l'arrivée de grandes compagnies d'exploitation de bois dans le pays comme la Société haïtiano-américaine de développement agricole (SHADA).

Selon les études les plus récentes, la couverture forestière est extrêmement faible, soit de l'ordre de 2 % selon le PNUD [3] et de 3,5 % selon la FAO [4]. Or, d'après une étude réalisée entre 2010 et 2011, la couverture forestière, selon une classification normalisée tenant compte de la définition de la FAO de la forêt, était de l'ordre

de 294 % du territoire national [5]. Toutefois, cette incohérence de chiffres évoqués et diffusés exige une étude plus approfondie avec des technologies plus pointues, notamment la télédétection (spatiale et aérienne/active ou passive), laquelle est en mesure de produire des informations qui reflèteraient au mieux la réalité des occupations des sols du pays, dont la couverture forestière. Un fait évident, c'est que juste par une simple vue aérienne ou photographique, on peut constater que la couverture forestière du pays est en deçà d'un seuil raisonnable.

Mais existe-t-il encore des forêts en Haïti et, si oui, où se trouvent-elles? Cette interrogation fait souvent l'objet de débats sans fin.

Cela nous renvoie à la définition du terme «forêt», soit «*terres occupant une superficie de plus de 0,5 hectare avec des arbres atteignant une hauteur supérieure à 5 mètres et un couvert arboré de plus de 10 pour cent, ou avec des arbres capables d'atteindre ces seuils in situ. La définition exclut les terres à vocation agricole ou urbaine prédominante*»⁴. Si on se réfère à cette définition, il va de soi que des forêts, il en existe sur le territoire haïtien. Cependant, elles sont réparties un peu partout et d'une manière éparse sur le territoire. De ce nombre, et non des moindres: la Forêt des Pins, la forêt de La Visite dans le massif de La Selle et la forêt du parc de Macaya dans le massif

de La Hotte... et bien d'autres encore. Toutefois, il ne faudrait pas négliger les peuplements de palétuviers qui colonisent les côtes: à preuve le cas de la «Mangrove» du Parc national des Trois Baies dans le Nord et le Nord-Est.

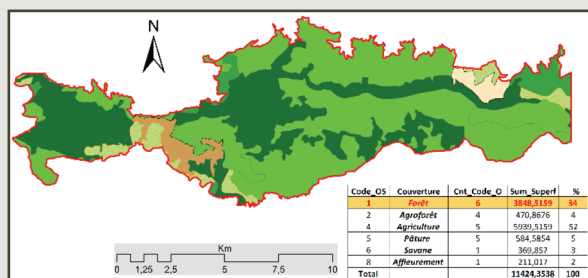
Tableau 1 Superficies des forêts dans les parcs nationaux haïtiens (Source : [6])

FORÊTS ET PARCS NATIONAUX	LOCALISATION/RÉGION	SUPERFICIE (HA)
Parc national Forêt des Pins (PNFDP)	Sud-Est et Ouest	9 967/18 731
Parc national de La Visite (PNLV)	Sud-Est et Ouest	3 849/11 424
Parc naturel national de Macaya (PNNM)	Grande Anse et Sud	3 508/8 726
Parc national des Trois Baies (PN3B)	Nord et Nord-Est	4 778/21 288

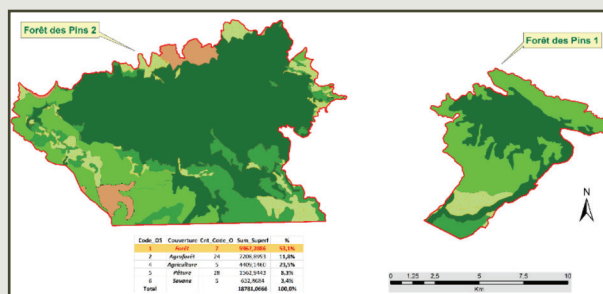
Les données sur les superficies évoquées dans le tableau 1 sont tirées des limites fixées par le Comité interministériel pour l'aménagement du territoire, CIAT [7] et des données d'occupation des sols du Centre national des études géospatiales (CNIGS) [6].

Tableau 2 Représentation des écosystèmes forestiers les plus importants des parcs nationaux haïtiens

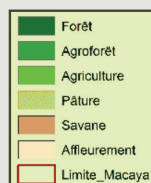
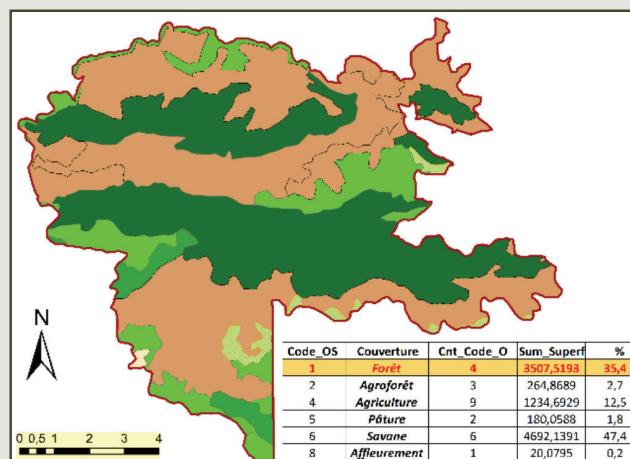
OCCUPATION DE SOL DU PARC LA VISITE



OCCUPATION DE SOL DU FORÊT DES PINS



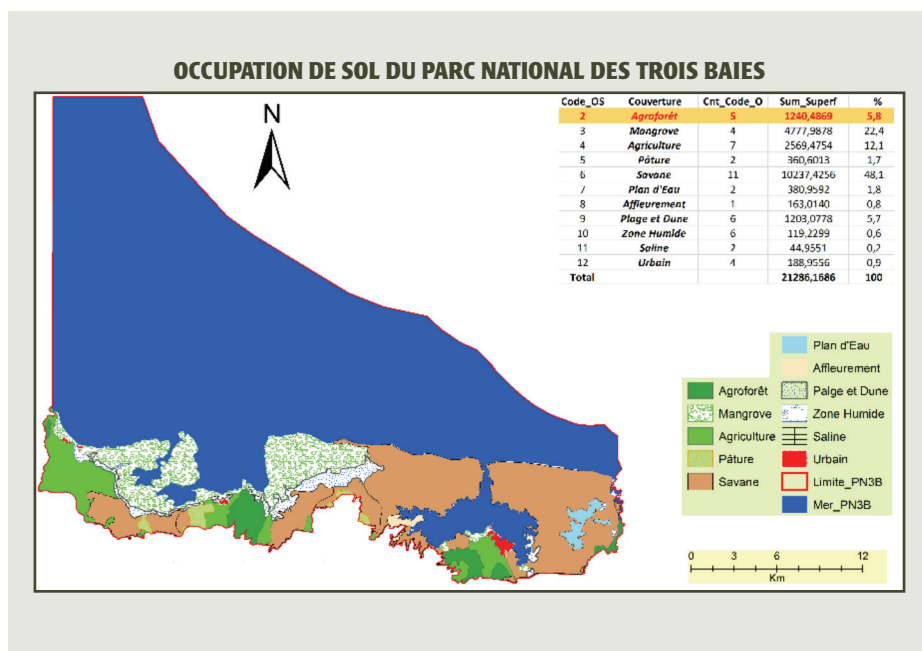
OCCUPATION DE SOL DU PARC MACAYA



Note : Les données sur les superficies évoquées dans ce tableau sont tirées des limites fixées par le CIAT (CIAT, 2014) et des données d'occupation des sols de CNIGS 1998.

Source: CNIGS, 1998, Auteur : C. Joseph

Tableau 2 Suite



Parc national de La Visite (PNLV) : Ce parc se situe dans les hauteurs du massif de la Selle, qui est dénommé « zone clé de la biodiversité en Haïti ». Il se trouve entre six communes, dont deux dans le département de l'Ouest et quatre dans le département du Sud-Est : Kenscoff au nord, Croix-des-Bouquets au nord-est, Belle-Anse au sud-est, Marigot au sud, Cayes-Jacmel au sud-ouest et Jacmel à l'ouest.

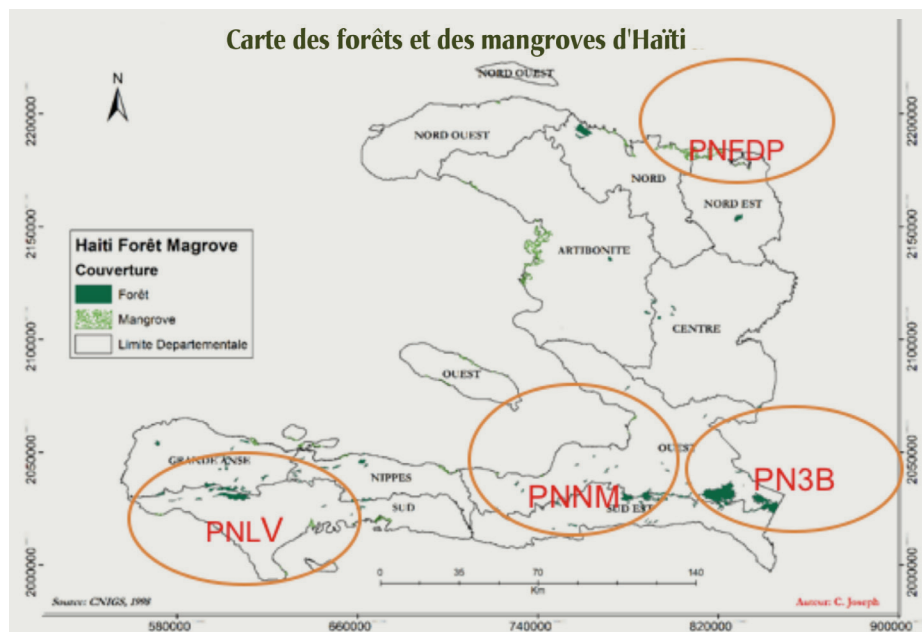
Parc national Forêt des Pins (PNFDP) : Tout comme le Parc de La Visite, ce parc se situe dans les hauteurs du massif de la Selle, un site réputé « zone clé de la biodiversité en Haïti » [8]. Ses forêts s'étalent sur six communes, dont la commune de Fonds Verettes qui occupe la majeure partie environ (deux tiers de la superficie), suivie de Croix-des-Bouquets, Belle Anse, Ganthier, Thiotte et Grand Gosier.

Parc national des Trois Baies (PN3B) : Il s'agit d'une aire marine protégée (AMP) créée en 2013 par le gouvernement haïtien [7]. Le parc est situé sur la côte nord-est d'Haïti et, comme son nom l'indique, il s'étend sur trois baies : bord de mer Limonade, Caracol et Fort-Liberté, en plus de contenir une grande lagune d'eau saumâtre du nom de « Lagon aux Bœufs ».

3.2 La localisation des écosystèmes forestiers dans les parcs en Haïti

Parc naturel national de Macaya : Le Parc naturel national de Macaya se trouve dans le massif de la Hotte, une chaîne de montagnes située entre le département de la Grande-Anse et celui du Sud. Il s'étend sur plusieurs communes (Beaumont, Roseaux, Torbeck, Coteaux, Chantal, Port à Piment et Charbonnières) et se situe entre deux départements : le Sud et la Grande-Anse [6].

Cartographie 1 Cartographie de la localisation et de la représentation des écosystèmes forestiers en Haïti



4. MÉTHODE ET DONNÉES UTILISÉES

Pour la rédaction de cet article, nous avons d'abord passé en revue différents documents (ouvrages, articles, revues, thèses, etc.) traitant de la thématique abordée pour en tirer les données nécessaires. Puis il a fallu structurer la démarche de rédaction en fonction de l'objectif visé. Ensuite, nous avons relevé les éléments pertinents et les avons intégrés dans le canevas préalablement préparé.

Pour les données, elles sont de deux types : il y a des données géographiques, qui permettent de localiser les différents écosystèmes forestiers étudiés, et des données climatiques, qui permettent de suivre l'évolution du climat de manière diachronique sur les milieux d'intérêt.

Les données géographiques proviennent des limites administratives et des couches d'occupation des sols fournies par le CNIGS et datant de l'année 1998.

Les données climatiques sont extraites d'un modèle climatique régional CRCM5 implémenté par OURANOS sur le domaine Amérique centrale [9].

5. ANALYSE DE L'IMPORTANCE DES ÉCOSYSTÈMES FORESTIERS FACE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

5.1 La structure spatiale des écosystèmes forestiers en Haïti

Eu égard aux écosystèmes forestiers, il y a lieu ici de présenter deux types de structures spatiales importantes : la structure verticale et la structure horizontale.

La structure verticale est définie par les strates de végétation formant l'architecture des différents types d'écosystèmes forestiers d'un espace donné. En somme, dépendamment de leur nature, de haut en bas, ils peuvent être constitués d'une strate arborée, d'une strate arbustive, d'une strate herbacée (les fougères, par exemple) et d'une strate muscinale, le plus souvent composée de lichens et de mousses (cas des forêts de pins).

La structure horizontale est quant à elle caractérisée par les composantes ou peuplements/recouvrements végétaux adjacents occupant l'espace considéré. Elle dépend en principe de l'âge, du type et de la hauteur des espèces qui s'y trouvent et de la situation édaphique des milieux pris en compte. Cette catégorie de structure concerne particulièrement les strates arborescentes et, dans une moindre mesure, les strates arbustives.

On peut se demander quelle est l'importance de la mise en évidence de ces structures.

Il est crucial d'y faire référence, car elles ont un rôle important à jouer dans les interactions avec le climat et le cycle de l'eau et d'autres éléments essentiels de l'environnement immédiat selon leur nature. À titre d'exemple, « *le pouvoir d'évapotranspiration de la forêt, dépendant de l'énergie radiative et advective disponible, demeure plus important qu'en milieu ouvert en raison d'une interception importante. Cette interception varie selon les essences, l'âge, le traitement, la structure des peuplements et les saisons*⁵ ».

5.2 Les forêts et leur importance dans la lutte contre le changement climatique en Haïti

Haïti est un territoire dont la plus grande partie est montagneuse, il va donc de soi que la majorité de ses forêts se trouve dans les hautes montagnes. Cependant, le pays étant une île, il héberge aussi des formations végétales côtières et de basses altitudes. Mais

ce qu'il est important de montrer à travers cette démarche et dans les deux cas, c'est comment ces écosystèmes forestiers arrivent à contribuer à la lutte contre les changements climatiques en Haïti, et quels sont les enjeux pour la population si ces systèmes naturels ne sont pas conservés, voire renforcés.

Tout naturellement, la forêt, comme les arbres hors forêt d'ailleurs, rend de grands services à l'humanité et interagit, dans les conditions normales, en équilibre avec la nature. D'une part, elle intervient dans le cycle de l'eau pour réguler la répartition de la quantité d'eau précipitée dans le milieu dans lequel elle se trouve et par la suite faciliter l'approvisionnement en eau des réservoirs sous-jacents et attenants; et, d'autre part, elle participe grandement au cycle du carbone pour affranchir l'atmosphère du CO₂⁶ excédentaire. En plus, là où il en existe, les forêts et les arbres hors forêt peuvent jouer un rôle patent dans la modération des systèmes pédologiques, hydrologiques et aquatiques, en sauvegardant l'eau propre (y compris une population saine de poissons) et en réduisant les risques et l'impact des inondations, de l'érosion et de la sécheresse [10]; les écosystèmes forestiers d'Haïti jouent aussi ce rôle.

Les forêts de mangroves situées dans les zones côtières d'Haïti (cas du Parc marin des Trois Baies) jouent un rôle important dans le cycle de reproduction de nombreuses espèces de poissons côtiers et fournissent aussi un abri pour leurs successeurs [11]. En effet, elles protègent les ressources marines contre les déchets et tous les sédiments venant de l'amont des bassins versants déboisés et à pentes escarpées, et filtrent les substances nuisibles des eaux de ruissellement au prix de leur existence.

5.2.1 Interaction forêt et cycle de l'eau : contribution au maintien des ressources en eau

Comment les écosystèmes forestiers participent-ils activement au cycle de l'eau et au maintien des ressources en eau en Haïti?

La forêt et l'eau conduisent un ensemble de relations réciproques complexes [12]. Les écosystèmes forestiers protègent et préservent les ressources en eau sous diverses formes. Ils protègent les eaux internes contre le phénomène d'évaporation immédiate; ils diminuent considérablement le ruissellement et obligent les eaux précipitées à s'infiltrer dans le sous-sol pour aller alimenter les nappes souterraines qui en dépendent; ces dernières ressurgissent sous forme de sources ou approvisionnent les cours d'eau permanents. En effet, cette dynamique facilite la disponibilité en eau des communautés adjacentes et sous-jacentes en périodes de sécheresse prolongées liées aux conséquences des changements climatiques.

En outre, la pluviosité sous couvert peut être significativement augmentée par la capacité des forêts à condenser l'humidité atmosphérique, d'autant plus si l'indice foliaire (LAI, *Leaf Area Index*) est élevé [12].

5. O. James (2003). La forêt et l'eau. Texte soumis au XII^e Congrès forestier mondial, Québec, Canada, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), <http://www.fao.org/docrep/ARTICLE/WFC/XII/0840-B2.HTM>

6. Gaz à effet de serre dont la concentration augmente sous l'effet des activités humaines.

5.2.2 Interaction forêt et cycle du carbone : action d'atténuation du changement climatique

Aujourd'hui, la force motrice dominante du réchauffement planétaire provient des activités humaines et des émissions de GES additionnelles provoquées par ces activités [13]. Parmi ces gaz, le plus important est le CO₂, dont les concentrations atmosphériques ont été altérées de façon catastrophique par les perturbations anthropiques du cycle mondial du carbone [1]. Mais maintenant, la question qu'on doit se poser est : Comment les écosystèmes forestiers peuvent-ils contribuer au mécanisme d'atténuation de ces gaz (CO₂) ? Ont-ils vraiment un rôle significatif à jouer ?

Les écosystèmes terrestres, en retenant le carbone dans la biomasse vivante, dans les matières organiques en décomposition et dans les sols, jouent un rôle important dans le cycle mondial du carbone [14].

Par contre, à défaut d'une politique d'atténuation dirigée, les variations de la température moyenne du globe sur les 100 prochaines années atteindront ou dépasseront la limite supérieure de la fourchette des prévisions du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) pour 2001, qui est de +1,4 à 5,8 °C par rapport aux températures de la décennie 1990.

Dans ce contexte, atténuer les effets de ce phénomène revient à réduire la quantité de CO₂ émise ou à diminuer la concentration en circulation dans l'atmosphère.

En fait, comme mentionné pour le cycle de l'eau, les écosystèmes forestiers participent vivement au cycle du carbone. Grâce à leur participation dans ce mécanisme, les écosystèmes forestiers aident l'atmosphère terrestre à se décongestionner des gaz carboniques, en grande partie d'origine anthropique. Ces gaz, libérés ou émis à la suite des activités humaines, sont captés puis piégés par les arbres par le phénomène de la photosynthèse, puis les arbres libèrent de l'oxygène pour l'épuration de l'air ambiant.

En somme, les écosystèmes forestiers contribuent à la réduction du gaz carbonique de l'air, le plus important pour la concentration des gaz à effet de serre dérivés des activités humaines.

5.2.3 Le rôle de la forêt comme mesure d'adaptation et dans la gestion des risques naturels

En plus de son rôle important dans l'atténuation du changement climatique par le piégeage du CO₂ présent dans l'air, la forêt joue un rôle assez particulier dans l'adaptation aux effets de phénomènes et aussi dans la gestion des risques pour la nature et la santé liés à l'eau.

Les écosystèmes forestiers anéantissent les écoulements superficiels des terrains sous-jacents et atténuent la violence des crues intermédiaires pour limiter leurs dommages. Ils filtrent aussi les eaux sur une grande épaisseur autour d'un captage ou d'une source, en retenant certains éléments néfastes (nitrates, phosphates, métaux lourds, polluants et pesticides divers) pour la santé des espèces animales et des humains. Par conséquent, ils permettent de limiter efficacement les risques d'intrants dans les eaux superficielles d'alimentation et la turbidité des eaux de ruissellement. En effet, le massif forestier, selon sa constitution, sert à préserver la qualité

des eaux et à réguler la délivrance de la ressource en eau. En outre, il contribue à la limitation des glissements de terrain en zones de montagnes. La végétation des zones côtières, notamment les mangroves, protège les ressources marines contre les alluvions et les intrants toxiques venant de l'amont des bassins versants dégradés (cas du bassin versant de la Grande Rivière du Nord et les mangroves du parc national des Trois Baies dans le Nord et le Nord-Est du pays).

6. ANALYSE DES ENJEUX DE LA DÉFORESTATION DANS LA LUTTE CONTRE LE CHANGEMENT CLIMATIQUE

La déforestation et le reboisement constituent respectivement une source et un puits de carbone, et résultent de la demande relative aux terres (culture, bétail, logements ou produits du bois) [15].

Selon la FAO, « *les forêts ont quatre rôles principaux dans le changement climatique : elles produisent actuellement un sixième des émissions mondiales de carbone lorsqu'elles sont déboisées, surexploitées ou dégradées ; elles réagissent avec sensibilité au changement climatique ; lorsqu'elles sont gérées de façon durable, elles produisent du combustible ligneux qui remplace favorablement les combustibles fossiles ; et enfin, elles ont le potentiel d'absorber un dixième des émissions de carbone mondiales prévues pour la première moitié de ce siècle dans leur biomasse, sols et produits et de les emmagasiner – en principe à perpétuité⁷* ».

La déforestation implique la perte, à long terme ou permanente, du couvert forestier et la conversion des terres pour une autre utilisation [16]. Elle est une cause majeure de la perte de la biodiversité et du réchauffement climatique [17]. Elle entraîne la perte des moyens de subsistance des populations locales qui en dépendent et la perte de ressources en eau. La déforestation nous fragilise aussi face aux catastrophes et aux risques naturels.

Ainsi, pour bien appréhender les enjeux de la déforestation dans la lutte contre le changement climatique, il y a lieu d'analyser trois éléments essentiels : la perturbation anthropique du cycle de carbone, la perturbation anthropique du cycle de l'eau et la perturbation anthropique de la diversité biologique.

6.1 La déforestation et la perturbation anthropique du cycle de carbone

Les écosystèmes forestiers jouent un rôle primordial dans le système climatique à travers le cycle de carbone. Les arbres interviennent dans la régulation de l'équilibre de la concentration de CO₂ en circulation entre l'atmosphère, les océans et le sol. Ils font office de tampons pour maintenir la température du globe dans une fourchette compatible avec la vie [1].

En fait, les écosystèmes forestiers agissent comme des « puits » par l'enlèvement net de CO₂ atmosphérique pour le stocker dans la végétation forestière et ses réservoirs dérivés (les détritiques et la matière organique du sol). Cela est dû au fait que pour favoriser

7. FAO (2016, juin 24). Les forêts et le changement climatique, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), <http://www.fao.org/forestry/climatechange/fr/>

et maintenir leur processus de photosynthèse, base de leur croissance, ils ont besoin du carbone. En effet, ils puisent la quantité de carbone dont ils ont besoin sous forme de CO_2 à partir de l'atmosphère, ce qui permet à cette dernière de s'affranchir de la concentration excessive de ce gaz à effet de serre en bonne partie anthropogénique. Dans ce cas, ils jouent un rôle crucial dans l'atténuation du changement climatique.

Cependant, la déforestation, définie comme la suppression de la végétation forestière et son remplacement par un autre couvert de surface, est en pleine expansion en Haïti. C'est le changement d'utilisation des terres qui a l'impact le plus marqué sur le cycle du carbone, à cause de la perte de capacité de photosynthèse de la végétation forestière et de la libération simultanée d'importants stocks de carbone accumulés dans les écosystèmes forestiers sur de longues périodes [1]. En Haïti, cette situation est de plus en plus inquiétante, car la plus importante source énergétique pour les ménages est la combustion des ressources ligneuses. Il en découle une libération directe et importante de CO_2 dans l'atmosphère, ce qui contribue à augmenter la concentration des gaz à effet de serre et donc à amplifier le phénomène du changement climatique.

Selon des recherches, la déforestation et la dégradation des forêts dans le monde sont aussi responsables de 11 % des émissions mondiales de gaz à effet de serre [18]. Dans ces conditions, pour lutter de manière efficace contre le changement climatique, l'arrêt de la déforestation devient un enjeu crucial et un défi majeur en Haïti et dans le monde entier.

6.2 La déforestation et la perturbation anthropique du cycle de l'eau

Comme nous l'avons expliqué, la forêt joue un rôle important dans le cycle de l'eau et la protection des ressources en eau, tant au niveau local que mondial.

Par l'évaporation des eaux précipitées interceptées par les arbres, associée à la transpiration des feuilles, des tiges et des branches (évapotranspiration), et aussi par l'évaporation des sols sous-jacents, la forêt participe activement au mécanisme du cycle de l'eau en alimentant les nuages en vapeur (forme gazeuse de l'eau). En outre, elle intervient dans la distribution bien partitionnée des eaux précipitées, en leur permettant de s'infiltrer dans le sol et en minimisant le ruissellement qui irait entraîner l'érosion des sols en pente (relief accidenté). Cette dynamique favorise l'alimentation en eau des nappes souterraines agissant comme des réservoirs par excellence qui contribuent à l'approvisionnement permanent des sources d'eau et de leurs cours d'eau et lacs dépendants. Par ailleurs, ce mécanisme permet non seulement aux plantes de s'alimenter en eau, mais également aux communautés riveraines et en aval de s'y approvisionner au moment des longues périodes de sécheresse inhabituelles engendrées par les effets du changement climatique.

À ce titre, la présence des écosystèmes forestiers contribue à augmenter le degré d'adaptation des systèmes naturels et humains qui

en dépendent, tandis que la déforestation augmente la vulnérabilité de ces systèmes aux effets du changement climatique.

6.3 La déforestation et la perturbation anthropique de la diversité biologique

Les forêts d'Haïti sont des écosystèmes terrestres qui abritent nombre d'espèces végétales ; c'est le cas des parcs de Macaya, de La Visite et Forêt des Pins. En outre, elles demeurent les habitats de prédilection et la source de nourriture de plusieurs espèces animales, notamment des oiseaux, des reptiles, des amphibiens, des insectes, etc. En retour, les animaux favorisent la pollinisation et la multiplication des plantes sexuées, et contribuent à augmenter la diversité spécifique, à maintenir l'équilibre biosystémique et à embellir la nature. Ensemble, toutes les espèces établissent une relation fortement interactive et mettent en place une cohabitation positive et évolutive. Cependant, sur le plan mondial, les émissions dues au changement d'affectation des terres, touchant principalement les écosystèmes forestiers, sont évaluées à environ 136 (± 55) gigatonnes de carbone [14], y compris celles d'Haïti.

Par déduction, la présence des écosystèmes forestiers, en créant un équilibre soutenu entre les différents éléments du système, favorise l'augmentation de la résilience des systèmes naturels et humains qui en dépendent, alors que la déforestation est susceptible d'augmenter leur vulnérabilité, voire d'engendrer leur rupture écologique ou leur destruction.

7. LES CONSÉQUENCES DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES SYSTÈMES NATURELS

7.1 Les conséquences du changement climatique sur les écosystèmes forestiers

Selon le GIEC, les variations de la température moyenne du globe sont jusqu'à présent relativement modestes ($0,6 \pm 0,2$ °C). Cependant, leurs effets sur l'environnement et sur les infrastructures humaines sont déjà évidents [1].

Quoique les écosystèmes forestiers puissent jouer tous ces rôles, soit comme mesures d'atténuation, soit comme mesures d'adaptation, il n'en demeure pas moins qu'ils sont susceptibles d'être les proies des effets du changement climatique en cours et annoncé. En d'autres termes, les écosystèmes forestiers auront à faire face à des températures et à un régime de précipitations différents des conditions actuelles et ces variations auront certainement des impacts sur leur fonctionnement.

La végétation actuelle est le résultat d'interactions complexes entre la flore, le climat, les conditions édaphiques et la nature et la fréquence des perturbations d'origine anthropique [19] ; on l'observe par exemple dans les changements constatés dans la productivité des ressources forestières tant ligneuses que non ligneuses.

En général, le changement climatique dans le contexte d'Haïti, avec une économie vulnérable, peut affecter tous les aspects du développement [11].

7.2 Les impacts du changement climatique pour la biodiversité

L'impact du changement climatique sur les écosystèmes forestiers est particulièrement important dans les régions de montagnes, qui concentrent, sur de faibles superficies (zonation altitudinale), la plus grande biodiversité, et dont la plupart sont classées ou considérées comme des réserves naturelles [19]. Le changement climatique est susceptible d'affecter significativement l'étagement altitudinal de nombreuses espèces [19].

L'impact du changement climatique sur la biodiversité peut être appréhendé sur différents plans selon qu'on se situe à l'échelle de l'individu (diversité génétique), d'un ensemble d'individus (diversité infraspécifique), d'une espèce (diversité spécifique), ou d'assemblages entre espèces (diversité des écosystèmes) [19].

Figure 1 Précipitations moyennes mensuelles du PNFD de 1981 à 2014

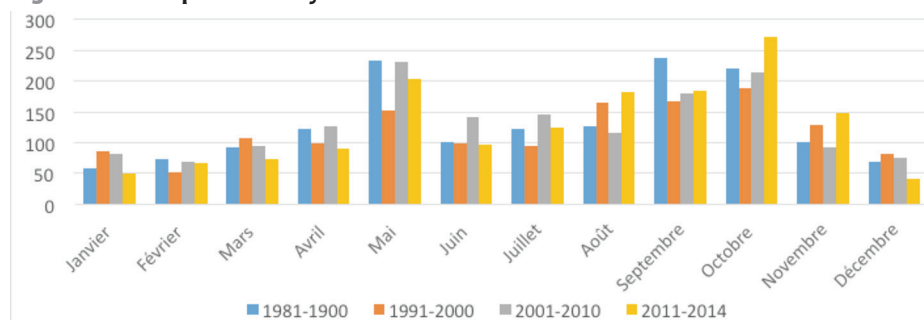


Figure 2 Précipitations moyennes mensuelles du PNNM de 1981 à 2014

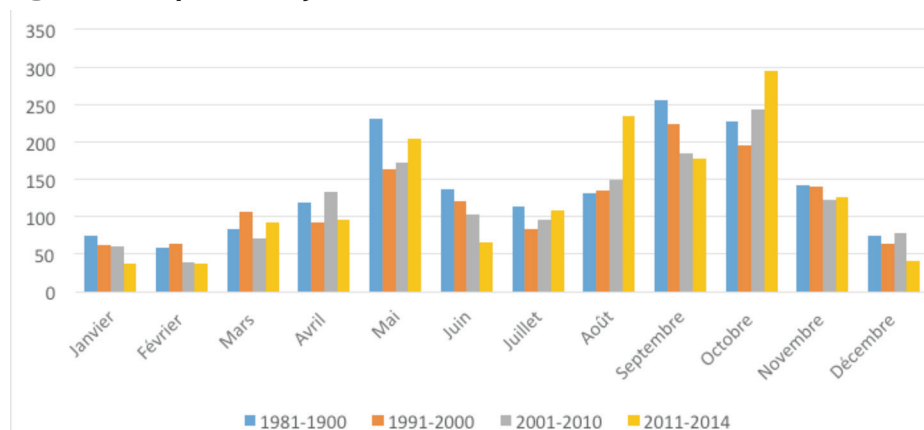
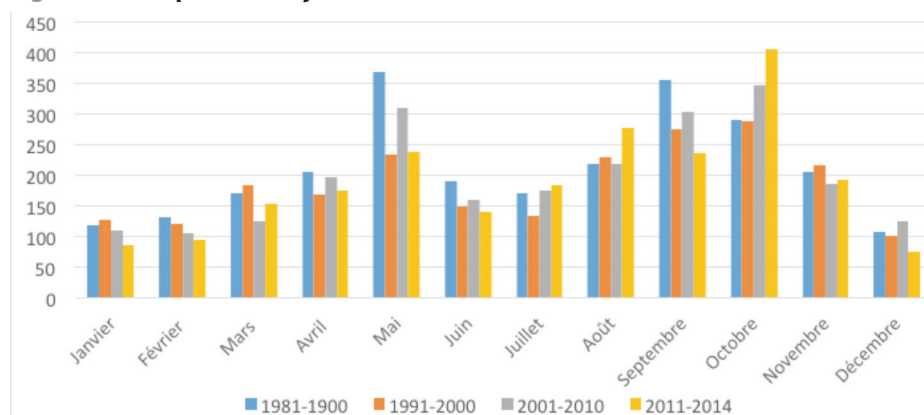


Figure 3 Précipitations moyennes mensuelles du PNLV de 1981 à 2014



8. ANALYSE ET INTERPRÉTATION DES DONNÉES CLIMATIQUES DES ÉCOSYSTÈMES FORESTIERS CLÉS

Il convient de procéder à une analyse des données climatiques (températures et précipitations moyennes mensuelles) pour quatre décennies intéressantes dans l'histoire du réchauffement climatique : 1981-1990 ; 1991-2000 ; 2001-2010 et 2011-2014. Cette analyse se fait par le biais des données climatiques extraites d'un modèle climatique régional CRCM5 implémenté par OURANOS sur le domaine Amérique centrale [9].

Ce modèle basé sur l'assimilation de sources d'observations satellitaires, radar et au sol, nous permet de suivre l'évolution des températures et précipitations moyennes mensuelles en un endroit donné pendant une période donnée.

Notre expérience eu égard à cet article va se baser sur trois zones abritant des écosystèmes forestiers de montagnes en Haïti.

8.1 Analyse des précipitations moyennes mensuelles de 1981 à 2014

Dans le cas de la Forêt des Pins (figure 1), il est clairement visible que les précipitations moyennes mensuelles ont commencé à chuter après la période 1981-1990. On observe cependant une différence pour les mois d'août et d'octobre de la période 2011-2014, lors desquels les précipitations montrent une tendance **à la hausse** par rapport à toutes les périodes précédentes. Or, selon les rapports du GIEC, les modifications du système climatique ont commencé à prendre de l'ampleur à partir de ce moment-là.

Les précipitations moyennes mensuelles dans le Parc naturel national de Macaya (figure 2) présentent **à peu près le même** profil que celles du parc Forêt des pins, avec en plus une hausse de la moyenne du mois de novembre de la période 2011-2014 par rapport aux autres.

Pour ce qui est du Parc national La Visite, hormis les mois d'août et d'octobre de la période 2011-2014, à l'instar du PNFD, qui présente une allure inverse à la tendance générale, on constate une évolution temporelle progressive des moyennes mensuelles des précipitations (figure 3).

8.2 ANALYSE DES TEMPÉRATURES MOYENNES MENSUELLES DE 1981 À 2014

L'analyse des histogrammes de températures moyennes mensuelles extraites du modèle de Šeparović et coll. [9] permet de constater qu'il y a une tendance à la hausse au-delà de la période 1981-1990, une date de référence pour le GIEC. Cette dynamique est jusqu'à présent cohérente avec les scénarios et les prédictions scientifiques [14].

Bien qu'assez sensible, cette augmentation n'est pas à dédaigner, car elle est susceptible de provoquer à long terme de la sécheresse accrue et, par conséquent, du stress hydrique dans les écosystèmes forestiers. Cette situation engendrera l'arrêt ou le retard de la croissance végétative, voire la destruction de beaucoup d'espèces non résilientes à la sécheresse.

Dans le cas du Parc national de La Visite (figure 6), les températures moyennes mensuelles suivent à peu près le même schéma que pour les deux autres parcs (PNFDP et PNNM). Et ce qu'il est intéressant de constater est que les moyennes des températures sont toujours plus élevées pour le dernier quinquennat (2011-2014) que pour la décennie de référence (1981-1990).

8.3 Bref commentaire sur les résultats

Il apparaît évident que les changements climatiques ont des influences, quelles qu'elles soient, sur les systèmes naturels, notamment les écosystèmes forestiers. Cela va de soi : cette modification agit en principe sur la productivité des arbres de la forêt, selon un modèle à quatre variables climatiques : les précipitations, la quantité d'énergie entrant dans l'écosystème, l'amplitude de température et l'eau disponible dans le sol, scientifiquement testé par le Centre de coopération internationale en recherche agronomique (CIRAD). À partir des résultats de ce modèle, nous arrivons à la conclusion que les précipitations et le rayonnement solaire arrivant sur l'écosystème sont les déterminants majeurs de la croissance et de la production du bois. En d'autres termes, compte tenu de ce rôle prépondérant des précipitations, la productivité des forêts tropicales humides, dont celles d'Haïti, pourrait diminuer dans les

années à venir si, comme les modèles climatiques le prévoient, les précipitations baissent et les sécheresses deviennent plus fréquentes [20].

En outre, l'un des éléments utilisés pour apprécier la santé de la végétation grâce aux échanges d'énergie, d'eau et de carbone entre la canopée des peuplements et l'atmosphère est l'indice foliaire (LAI) [21]. Autrement dit, la photosynthèse, la transpiration et l'interception du rayonnement solaire sont toutes reliées à l'indice foliaire ; de même, l'une des plus importantes sources de régulation du LAI est la disponibilité en eau [19]. Comme il s'agit d'un bon indicateur des changements qui affectent à court terme le fonctionnement des écosystèmes en termes de cycles de l'eau et du carbone sans pour autant

Figure 4 Températures moyennes mensuelles du PNFDP de 1981 à 2014

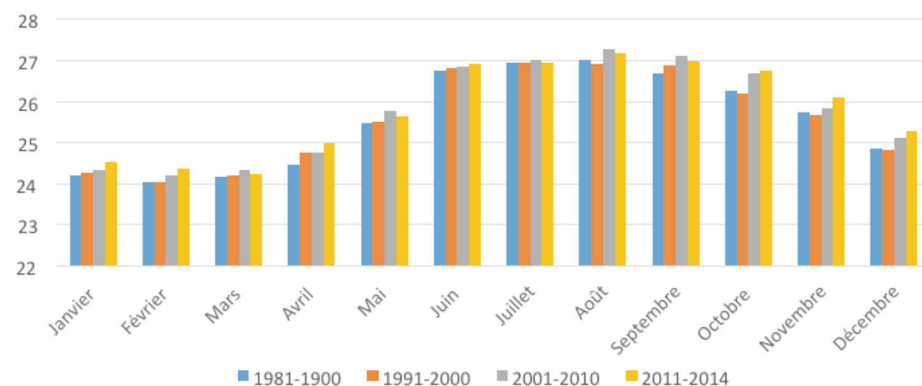


Figure 5 Températures moyennes mensuelles du PNNM de 1981 à 2014

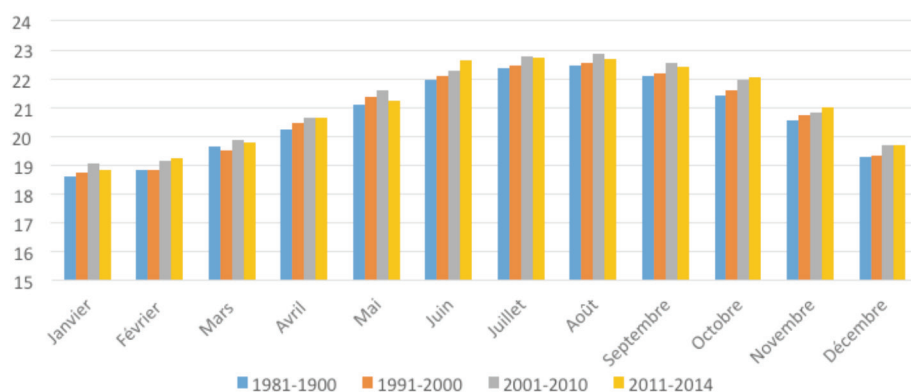
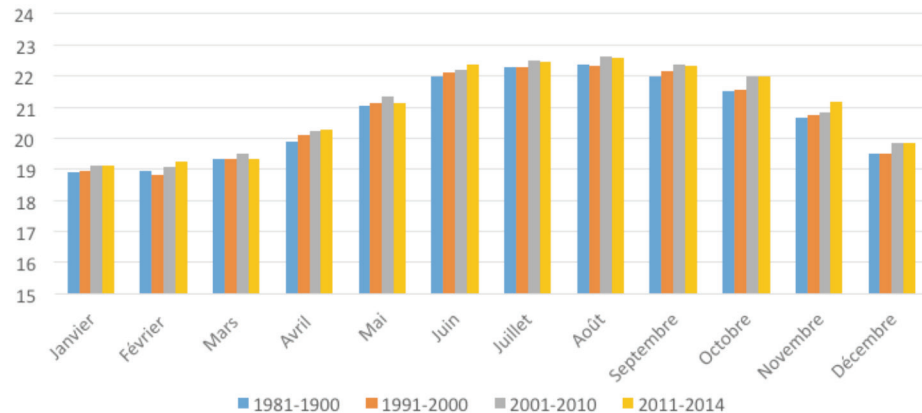


Figure 6 Températures moyennes mensuelles du PNLV de 1981 à 2014



toucher significativement leur composition floristique, une étude spécifique du LAI est recommandée dans le but d'évaluer la santé de ces écosystèmes.

Ainsi, le changement climatique peut avoir un effet dramatique sur les forêts haïtiennes ; à preuve, de simples petits changements dans les températures et les précipitations peuvent influencer considérablement sur la croissance et la survie de ces forêts [11]. Toutefois, une étude plus avancée est recommandée pour ces forêts afin de reconfrmer cette analyse. Il est en effet possible d'approfondir cette démarche en exploitant les possibilités offertes par les images satellitaires et par le calcul des indices de végétation, notamment le NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) et l'EVI (*Enhanced Vegetation Index*), qui sont linéairement liés au LAI [22].

9. CONCLUSION SUR LA DÉMARCHE

Dans cet article, nous avons voulu géolocaliser et cartographier les écosystèmes forestiers les plus importants d'Haïti, mettre en exergue l'importance de leur pouvoir protecteur pour l'environnement et exposer les enjeux de la déforestation pour les ressources naturelles, l'environnement et surtout le climat.

En fait, c'est devenu une banalité que de souligner le rôle des forêts denses tropicales humides, dans deux domaines particulièrement importants pour l'avenir de l'humanité : la régulation des climats et la conservation de la biodiversité [23]. Les forêts d'Haïti y contribuent clairement.

Toutefois, il est important de rappeler quelques rôles importants que peuvent jouer les écosystèmes forestiers haïtiens dans la lutte contre le changement climatique en cours, et de signaler les enjeux de la déforestation et de la dégradation forestière qui se produisent à l'heure actuelle sur le territoire.

Selon les recherches scientifiques, il va de soi que les arbres/écosystèmes forestiers associés à d'autres composantes de la biosphère, grâce aux mécanismes responsables de l'absorption nette actuelle, contribuent à compenser les émissions anthropogéniques directes de GES. Cependant, si aucune action n'est faite pour les consolider, les préserver, voire les augmenter, ils vont devenir complètement inefficaces advenant que les prochains scénarios climatiques annoncés par le GIEC se réalisent. Les principaux enjeux de ces écosystèmes s'expliquent par leur rôle de « puits » de carbone (ils stockent et piègent pendant longtemps le carbone de l'air), par leur rôle de « sources » de carbone, quand ils sont dégradés (surexploitation) ou détruits (déforestation), par leur contribution évidente dans les stratégies d'atténuation (réduction du CO₂ de l'air) et par leur importance incontestable pour l'adaptation aux effets du changement climatique. Au-delà de ces enjeux, les écosystèmes forestiers jouent aussi un rôle crucial dans le maintien et l'enrichissement/le renforcement de la diversité biologique en servant d'abris privilégiés et de sources d'aliments pour beaucoup d'espèces animales. Bref, les écosystèmes forestiers demeurent un élément vital de l'équilibre biologique tant national que mondial et ainsi contribuent à garantir la survie de l'humanité. Néanmoins, leur dégradation et leur destruction peuvent conduire à une situation

catastrophique, voire, sans être trop fataliste, à l'anéantissement de l'humanité.

En plus, selon l'analyse et l'interprétation de l'évolution diachronique des données climatiques dont nous disposons, il est clair que les forêts, bien qu'elles jouent un rôle dans la lutte contre le changement climatique, tant au regard de l'atténuation que de l'adaptation, sont susceptibles de subir les conséquences néfastes du changement climatique.

Ainsi, la volonté de réduire la déforestation et de restaurer et réhabiliter les paysages forestiers dégradés [10] reste une des options les plus viables pour enrayer le phénomène du changement climatique au niveau local et modérer l'impact du changement climatique mondial [10]. ■

BIBLIOGRAPHIE

1. APPS, M. (2003). *Les forêts, le cycle mondial du carbone et le changement climatique*, Texte soumis au XII^e Congrès forestier mondial, Natural Resources Canada, Canadian Forest Service, Pacific Forestry Center, Québec, Canada.
2. DELATOUR, M. L. (Réalisateur) (2016, 28 juillet). *Un autre regard sur l'histoire de la déforestation et du déboisement en Haïti* [Film]. Haïti.
3. PNUI, <http://www.ht.undp.org/content/haiti/fr/home/ourwork/environmentandenergy/overview.html>
4. FAO (2015). *Évaluation des ressources forestières mondiales 2015 : Comment les forêts de la planète changent-elles ?*, FRA 2015, Rome, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.
5. CHURCHES, C. E., P. J. WAMPLER, W. SUNB et A. J. SMITH (2014). «Evaluation of forest cover estimates for Haiti using supervised classification of Landsat data. Data». *Elsevier*, vol. 30, p. 203-216, <http://www.elsevier.com/locate/jag>
6. CNIGS (1998). *Les différentes occupations des sols d'Haïti*, Centre national des études géospatiales.
7. CIAT (2014). *Aires protégées d'Haïti : Avancées en 2013 et perspectives pour 2014*, Port-au-Prince, Haïti, Comité interministériel d'aménagement du territoire/Ministère de l'Environnement.
8. TIMYAN, J. C. (2011). *Les zones clés de la biodiversité d'Haïti*, Port-au-Prince, BirdLife International.
9. ŠEPAROVIC, L., A. ALEXANDRU, R. LAPRISE, A. MARTYNOV, L. SUSHAMA, K. WINGER et M. VALIN (2013). «Present climate and climate change over North America as simulated by the fifth-generation Canadian regional climate model», *Springer*, p. 3167-3201, doi:10.1007/s00382-013-1737-5
10. FAO (2006). *Évaluation des ressources forestières mondiales 2005*. FRA 2005, Rome, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Département des forêts de la FAO, <http://www.fao.org/forestry/fra/fra2005/fr/>
11. LEAL, J., J. ECHEVERRIA et A. STERVINS (2009). *Étude des impacts socioéconomiques des changements climatiques en Haïti et réponses d'adaptation*, Port-au-Prince, Haïti, Ministère de l'Environnement.
12. JAMES, O. (2003). *La forêt et l'eau*. Texte soumis au XII^e Congrès forestier mondial, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), Québec, Canada, <http://www.fao.org/docrep/ARTICLE/WFC/XII/0840-B2.HTM>
13. GIEC (2014). *Changements climatiques 2014*, Contribution des Groupes de travail I, II et III au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat [Sous la direction de l'équipe de rédaction principale, R. K. Pachauri et L. A. Meyer], Genève, Suisse, GIEC.
14. GIEC (2000). *L'utilisation des terres, le changement d'affectation des terres et la foresterie*, Rapport spécial/Résumé à l'intention des décideurs, Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat.
15. BELLASSEN, V. et S. LUYSSAERT (2012, janvier). «Le cycle du carbone dans les forêts et le changement climatique : comprendre le passé pour s'adapter au futur», *Revue forestière française*, p. 263-274, doi:10.4267/2042/48435
16. FAO (2012). *Évaluation des ressources forestières mondiales : termes et définitions*. FRA 2015, Rome, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.

17. WWF (2018). *Déforestation et dégradation forestière, enjeu majeur pour la planète*, <https://www.wwf.fr/champs-d'action/foret/approvisionnement-responsable/deforestation>

18. ALIMAGRI (2015). *La forêt, un allié durable contre le changement climatique* <http://agriculture.gouv.fr/la-foret-un-allie-durable-contre-le-changement-climatique-0>

19. MHIRIT, O. et M. ET-TOBI (2010). *Les écosystèmes forestiers face au changement climatique : situation et perspectives d'adaptation au Maroc*, Rapport d'étude, Institut royal des études stratégiques (IRES), Programme d'études «Changement climatique: impacts sur le Maroc et options d'adaptation globales».

20. CIRAD (2014). *Forêts tropicales humides : le changement climatique pourrait entraîner une baisse de la productivité*, <http://www.cirad.fr/nos-recherches/resultats-de-recherche/2014/forets-tropicales-humides-le-changement-climatique-pourrait-entraîner-une-baisse-de-la-productivite>

22. BOEGH, E., H. SOGAARD, N. BROGE et coll. (2002). « Airborne multispectral data for quantifying leaf area index, nitrogen concentration, and photosynthetic efficiency in agriculture. RemoteSens », Elsevier, *Remote Sensing of Environment*, vol. 81, p. 179-193.

23. PASCAL, J.-P. (2003). « Notions sur la structure et dynamique des forêts tropicales humides », dans *Description et dynamique des milieux forestiers*, p. 118-130.

Constantin JOSEPH, Ing., M.Sc., est Ing. Agronome de spécialité gestion des Ressources Naturelles et environnement. Il est Enseignant de SVT et de géomatique au Campus Henry Christophe de l'Université d'État d'Haïti à Limonade (CHCL/UEH). Il a un mastère spécialisé (Advanced Master) en Systèmes d'Informations Localisés pour l'Aménagement des Territoires AgroTarisTech en France. Il est doctorant en géographie à l'Université des Antilles attaché au Laboratoire GEODE EA 929. Sa thématique de recherche se base sur la télédétection, le suivi de l'environnement (forêt-biodiversité) et le changement climatique. Cette étude a pour objectif de suivre l'évolution des écosystèmes forestiers au niveau des parcs et réserves nationales haïtiens par la télédétection afin d'en déduire la relation avec la biodiversité et le changement. josephconst2002@yahoo.fr

Pascal SAFFACHE, Ph.D., est Professeur des Universités à l'Université des Antilles. Géographe, aménageur, il est aussi diplômé de sciences exactes et naturelles. Expert pour plusieurs institutions régionales, nationales et internationales, distingué par plusieurs prix scientifiques internationaux, il est l'auteur de nombreuses publications scientifiques relatives à l'environnement et à sa gestion. Ses travaux traitent aujourd'hui essentiellement de l'influence du changement climatique sur les marges côtières caribéennes. psaffache@laposte.net

LES ÉDITIONS
PÉDAGOGIE
NOUVELLE S.A.

L'ÉDITION EN DE BONNES MAINS

WWW.FACEBOOK.COM/EPN.HT
HTTPS://TWITTER.COM/EPNINFO
HTTPS://WWW.INSTAGRAM.COM/EPN_S.A/
WWW.EPN.HT

ÉDUCATION À LA CITOYENNETÉ

SCIENCE DE LA VIE & DE LA TERRE

LA VIE DES MAMMIFÈRES

FRÈRES 28, RUE LA PÉPINIÈRE #1
TELS: (509) 3497-9717 / 2209-8221
E-MAIL: ADMINISTRATION@EPN.HT
WEBSITE: WWW.EPN.HT