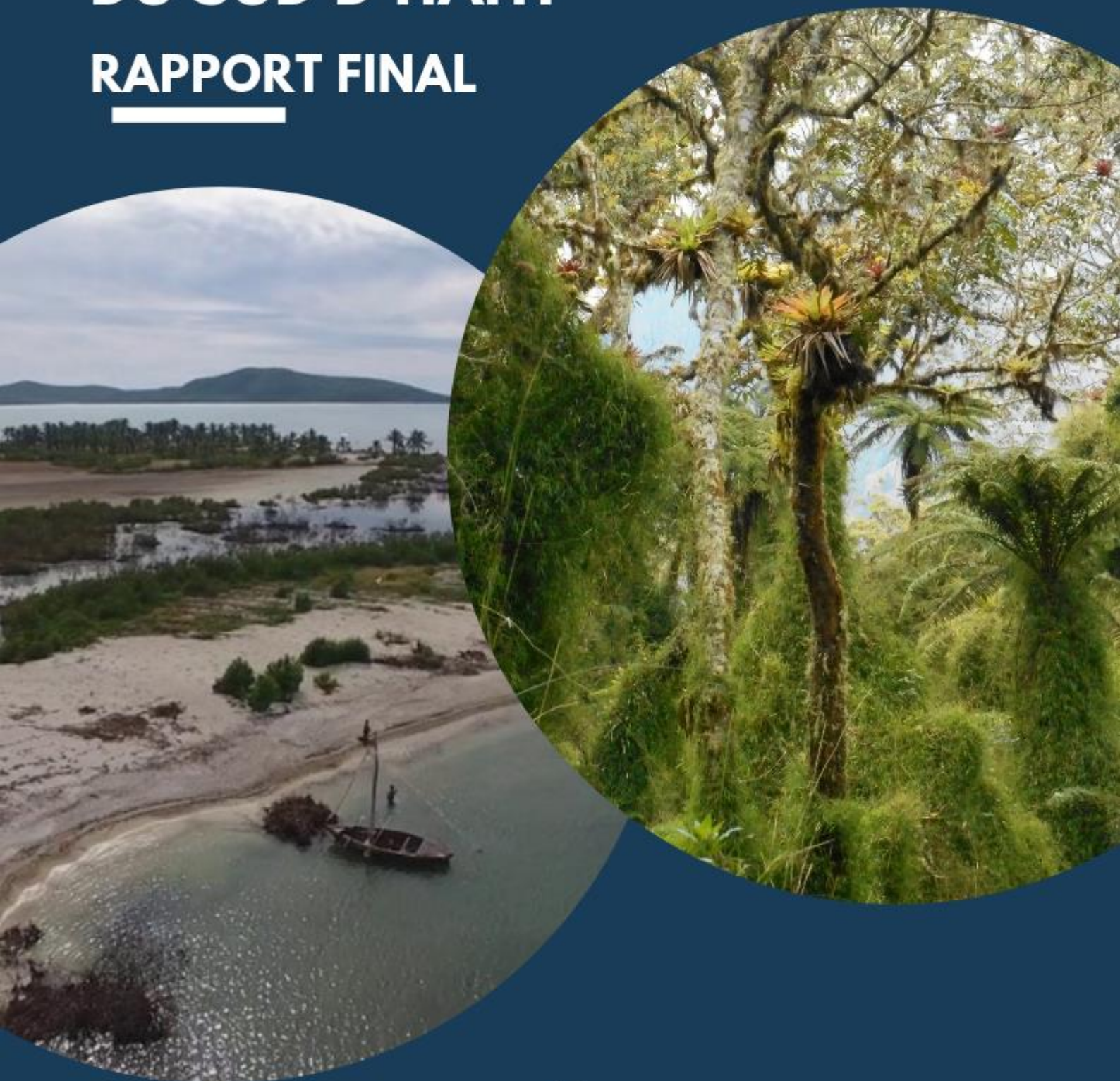


EVALUATION DES SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES FOURNIS PAR LES AIRES PROTÉGÉES DU SUD D'HAÏTI

RAPPORT FINAL



Rapport élaboré sous la direction de :

Banque Interaméricaine de développement BID 389 route de Bourbon, Port-au-Prince, Haïti
Interlocuteur : Géraud Albaret

Agence Nationale des aires protégées d'Haïti, Boulevard des industries, Port-au-Prince, Haïti
Interlocuteur : Coudo Prénor

Livrables	Date	Auteurs
Version 1 - Composante 2 – Cadrage méthodologique et rapport provisoire de l'évaluation des services écosystémiques	27 juillet 2018	Contributeur principal - Vertigo Lab : Thomas Binet, Nastasia Keurmeur, Anna Pelissolo Créocéan : Béatrice De Gaulejac, Alain Juif Génie Conseil : Carine Langlade, Marco Gracia
Version 2 – Composante 2 – Evaluation économique des services écosystémiques	5 octobre 2018	Contributeur principal - Vertigo Lab : Thomas Binet, Nastasia Keurmeur, Anna Pelissolo, Delphine Lémery- Peissik Créocéan : Béatrice De Gaulejac, Alain Juif
Version 3 – Composante 2 – Evaluation économique des services écosystémiques	14 novembre 2018	Contributeur principal - Vertigo Lab : Thomas Binet, Nastasia Keurmeur, Anna Pelissolo, Delphine Lémery- Peissik Créocéan : Béatrice De Gaulejac, Alain Juif
Version 4 – Composante 2 – Evaluation économique des services écosystémiques et scénarios de protection	2 juillet 2019	Contributeur principal - Vertigo Lab : Thomas Binet, Nastasia Keurmeur, Anna Pelissolo, Delphine Lémery- Peissik Créocéan : Béatrice De Gaulejac, Alain Juif

Table des matières

Table des abréviations.....	6
Table des figures, tableaux et illustrations.....	7
Figures	7
Illustrations.....	8
Tableaux	8
Contexte et objectifs de l'étude	11
Chapitre 1 : Cadrage méthodologique	14
1. Identification et caractérisation des services écosystémiques	16
1.1 Classification des services.....	16
1.2 Collecte des données.....	17
2. Évaluation économique des biens et services fournis par les écosystèmes	18
2.1 Analyse SIG	18
2.2 Les méthodes d'évaluation économique	18
3. Évaluation des bénéfices liés à des scénarios de protection	19
Chapitre 2 : Diagnostic du périmètre de l'étude	20
1. Caractérisation des écosystèmes du Parc Naturel de Macaya-Grande Colline	20
1.1 Présentation de la zone d'étude	20
1.2 Cadre institutionnel et gestion administrative.....	22
1.3 Identification des écosystèmes	22
2. Caractérisation des écosystèmes d'Aquin/Saint-Louis du Sud.....	27
2.1 Présentation de la zone d'étude	27
2.2 Outils de gestion actuels	28
2.3. Identification des écosystèmes	28
3. Identification des pressions et menaces	34
3.1 Diagnostic historique et socio-économique.....	34
3.2 Pressions anthropiques à Macaya.....	35
3.3 Pressions anthropiques à Aquin-Saint Louis	38
3.4 Pressions liées au changement climatique et aux risques naturels	39
3.5 Érosion de la biodiversité	40
4. Caractérisation des services rendus par les écosystèmes.....	40
Chapitre 3 : Évaluation économique des services écosystémiques	43
1. Évaluation économique des services d'approvisionnement.....	43
1.1 Agroforesterie – Macaya Grande Colline	43

1.2	Élevage - Macaya Grande Colline	50
1.3	Fourniture en bois (Macaya – Grande Colline).....	51
1.4	Pêche commerciale et vivrière sur le littoral.....	56
1.5	Ressource en eau (Macaya Grande Colline)	61
1.6	Apiculture (Aquin Saint Louis et Macaya)	68
1.7	Saliculture (Aquin – Saint Louis du Sud)	69
1.8	Synthèse des services d'approvisionnement	71
2.	Évaluation économique des services culturels de Macaya et Aquin-Saint Louis.....	73
2.1	Pratiques traditionnelles et religieuses	73
2.2	Pratiques récréatives.....	75
2.3	Savoir-faire traditionnels, l'exemple de la cueillette	75
2.4	Éco-tourisme des résidents et non-résidents.....	76
2.5	Contribution des aires à la production et à la transmission de connaissances scientifiques .	83
2.6	Synthèse des services culturels	86
3.	Évaluation économique des services de régulation	88
3.1	Régulation du climat global (Macaya et Aquin-Saint Louis).....	88
3.2	Régulation de la qualité de l'eau (Macaya et Aquin Saint-Louis).....	94
3.3	Service de protection côtière (Aquin Saint-Louis).....	97
3.4	Régulation des risques d'érosion terrigène.....	103
3.5	Service de régulation des inondations	110
3.6	Prévention de la sécheresse	115
3.7	Synthèse des services de régulation	117
4.	Évaluation des services de support	119
4.1	Refuge de biodiversité.....	119
4.2	Support de production halieutique à Aquin/Saint-Louis du Sud.....	120
4.3	Synthèse des services de support	124
4.	Synthèse de l'évaluation des services	125
5.1	Synthèse pour Macaya Grande-Colline	125
5.2	Synthèse pour Aquin Saint-Louis.....	128
Chapitre 4 : Bénéfices économiques associés à la protection du parc de Macaya et de la zone d'Aquin Saint-Louis		131
4.1	Bénéfices associés à la préservation pour le Parc de Macaya	133
4.1.1	Etape 1 : Evolution des pressions et des menaces dans la zone en fonction des scénarios	133
4.1.2	Etape 2 : Description de l'évolution des services écosystémiques dans les deux scénarios	134

4.1.3 Estimation des bénéfices de protection du Parc de Macaya	141
4.2 Bénéfices associées à la préservation pour l'aire protégée d'Aquin Saint-Louis du Sud	142
4.2.1 Etape 1 : Evolution des pressions et des menaces dans la zone en fonction des scénarios	142
4.2.1 Etape 2 : description de l'évolution des services pour chacun des scénarios.....	143
4.2.3 Estimation des bénéfices de la protection de l'aire d'Aquin Saint-Louis du Sud	147
Enseignements de l'évaluation	148
Bibliographie.....	149
Annexe 1 : Méthodes d'évaluation économique des services écosystémiques	157
Annexe 2 : Carte des périmètres irrigués par les rivières du Sud prenant leur source à Macaya	161
Annexe 3 – Liste non exhaustive des publications d'études scientifiques menées sur le territoire de Macaya	162
Annexe 4 – Détail des cartes d'évaluation de l'érosion à Macaya	164

Table des abréviations

ANAP :	Agence Nationale des Aires Protégées
AP/AMP :	Aire (Marine) Protégée
BID :	Banque Interaméricaine de Développement
CIAT :	Comité Interministériel d'Aménagement du Territoire
DHS :	Demographic and Health Survey
FAO :	Food and Agriculture Organization of the United Nations
GEF :	Global Environment Facility
IGN FI :	Institut Géographique National France International
MARNDR :	Ministère de l'Agriculture, des Ressources Naturelles et du Développement Régional
MDE :	Ministère de l'Environnement
ONG :	Organisation Non Gouvernementale
ORE :	Organisation pour la Réhabilitation de l'Environnement
PADI :	Plateforme pour l'Amélioration de la pêche artisanale et du Développement Intégré
PNN :	Parc Naturel National
PNUD :	Programme des Nations Unies pour le Développement
PNUE :	Programme des Nations Unies pour l'Environnement
UHASL :	Unité Hydrographique d'Aquin/Saint-Louis du Sud
UNOPS :	United Nations Office for Project Services
UNU :	United Nations University
USAID :	United States Agency for International Development
SE :	Services Ecosystémiques
SNAP :	Système National d'Aires Protégées
WWF :	World Wide Fund

Table des figures, tableaux et illustrations

Figures

Figure 1 : Localisation des aires protégées d'Haïti (Auteurs, d'après le CIAT, 2017)	12
Figure 2 : Des écosystèmes à leur valeur économique, illustration de l'approche par les services écosystémiques. (TEEB - The Economics of Ecosystems and Biodiversity, 2008)	15
Figure 3 : Les valeurs de la biodiversité et des écosystèmes (d'après P. Ten Brick, 2008)	15
Figure 4 : Objectifs et moyens mis en œuvre à chaque étape de l'étude (Auteurs)	16
Figure 5 : Localisation des deux aires protégées du Sud d'Haïti (Auteurs, d'après CIAT, 2017)	20
Figure 6 : Écosystèmes et modes d'occupation des sols à Macaya (auteurs, d'après CATIE, 2017)	23
Figure 7 : Unités écologiques et usages sur le littoral d'Aquin/St Louis du Sud. (MDE, PNUD, 2011) ..	29
Figure 8 : Identification des écosystèmes benthiques de l'AMP d'Aquin-Saint Louis du Sud. (Auteurs)	31
Figure 9 : Zonage actuel du parc (Plan de Gestion, 2015)	35
Figure 10 : Distribution spatiale des changements de couverture du sol dans le PNN Macaya et ses environs, 2001-2016 (CATIE)	36
Figure 11 : Composition du cheptel de Macaya par type de bétail (AVSI et Orioli, 2012)	50
Figure 12 : Localisation des sites de pêche de la zone d'étude (Auteurs, d'après TNC, 2012)	57
Figure 13 : Bassins versants et principaux cours d'eau dépendant de la zone de Macaya (Auteurs) ..	63
Figure 14 : Localisation des dolines et poljés karstiques, réservoirs d'eau lors des fortes pluies (Auteurs)	64
Figure 15 : Localisation des périmètres irrigués par les rivières du Sud prenant leur source à Macaya (W. Jongerius, d'après MARNDR, 1999)	67
Figure 16 : Degré d'intrusion saline dans le Sud d'Haïti (Auteurs d'après Vilanova, 2017)	96
Figure 17 : Vulnérabilité de la région d'Aquin aux inondations selon différents pas de temps (Agrar, 2017b)	98
Figure 18 : Carte d'évaluation du risque d'érosion dans la zone d'Aquin/Saint-Louis du Sud (Auteurs)	99
Figure 19 : Identification des zones soumises au risque de submersion et écosystèmes côtiers (Auteurs)	100
Figure 20 : Identification du bâti soumis au risque de submersion dans la zone d'Aquin/Saint-Louis du Sud (Auteurs)	101
Figure 21 : Carte de la menace érosion des sols (CIAT, 2016)	104
Figure 22 : Cartes thématiques décrivant a) la diminution des pertes en terre par le couvert végétal b) le facteur topographique c) la pluviométrie d) l'érodabilité des différents sols (Auteurs)	106
Figure 23 : Évaluation des pertes en sol sur la zone de Macaya (Auteurs)	107
Figure 24 : Évaluation des pertes en sol évitées par la présence du couvert végétal (Auteurs)	108
Figure 25 : Carte de la menace inondation (CNIGS)	111
Figure 26 : Impacts de l'érosion sur les activités humaines (d'après Bellande 2009)	112
Figure 27 : Identification des zones de production halieutiques autour de l'île à Vache (TNC, Mer Sud 2012)	121
Figure 28 : Répartition des services écosystémiques - Macaya Grande Colline (Source : Auteurs) ...	125
Figure 29 : Comparaison des valeurs de services écosystémiques non annualisées avec les services écosystémiques annualisées en dollar 2018 (Source : Auteurs)	126
Figure 30 : Services écosystémiques de Macaya Grande Colline exprimés en dollars 2018 (Auteurs)	127

Figure 31: Répartition des services écosystémiques pour Aquin Saint-Louis du Sud (Source : Auteurs)	128
Figure 32 : Services écosystémiques d'Aquin Saint Louis (Auteurs)	130
Figure 33: Méthode d'évaluation des bénéfices de la protection (Source : Auteurs)	131
Figure 34: Illustration des différentes hypothèses entrant en jeu dans l'élaboration des scénarios et de leur niveau d'impact (Source : Auteurs)	133
Figure 35 : Érodabilité des différents sols (Auteurs)	164
Figure 36 : Diminution des pertes en sol par le couvert végétal (Auteurs)	165
Figure 37 : Facteur topographique (Auteurs)	166
Figure 38 : Érosivité due à la pluviométrie (Auteurs)	167

Illustrations

Illustration 1 : Gouffre karstique identifié lors de l'expédition spéléologique Anba Macaya. (Olivier Testa, 2013)	24
Illustration 2 : Caleçon rouge ou Priotelus Roseigaster. (Alfonso Lomba, 2010)	24
Illustration 3 : Agropastoralisme à Macaya (Antonia Perera, 2013)	25
Illustration 4 : Embouchure de la rivière Boileau à Baie Dumesle. (MDE, 2011)	30
Illustration 5 : Plage Kokoye Anglaise à St Louis du Sud. (MDE, 2011)	30
Illustration 6 : Palétuviers rouges à Grosse Caye. (IGN FI, 2016)	33
Illustration 7 : Grotte Marie Jeanne à Port-à-Piment	73
Illustration 8: Le Mapou (Inventaire du patrimoine immatériel, Haïti)	74
Illustration 9 : Gaguère en Haïti (Anne Myriam Bolivar)	75
Illustration 10 : Sentier à Macaya (Marco Garcia)	77
Illustration 11 : Fort des Anglais à Saint Louis du Sud (Christophe Miller, The New York Times)	81
Illustration 12 : Lamandye granfèy (prunus occidentalis) (cedaf.org.do)	85
Illustration 13 : Grenouille du genre Eletherodactylus (MDE, 2015)	119

Tableaux

Tableau 1 : Méthodologie de collecte des données pour la première étape de l'étude (Auteurs)	17
Tableau 2 : Population vivant au sein ou à proximité du parc de Macaya par section communale (IHSL, 2015 ; Plan de Gestion, 2015)	21
Tableau 3: Superficie des écosystèmes et modes d'occupation des sols à Macaya (auteurs, d'après CATIE, 2017)	23
Tableau 4 : Habitats et superficies associées d'Aquin/Saint-Louis du Sud (Auteurs)	32
Tableau 5 : Surfaces de mangrove par commune (IGNFI, 2016)	33
Tableau 6 : Typologie des parcelles à Macaya-Grande Colline (Auteurs)	46
Tableau 7 : Composition d'une parcelle type, de 0,8 ha, à Macaya-Grande Colline ; estimation des revenus et prix moyens associés (Auteurs)	47
Tableau 8 : Calcul du service d'approvisionnement lié à l'agroforesterie (Auteurs)	48
Tableau 9 : Synthèse : valeur de l'agroforesterie de subsistance à Macaya-Grande Colline et en zone tampon (Auteurs)	49
Tableau 10 : Valeur du bétail de Macaya (enquête terrain M. Gracia, 06/18)	51
Tableau 11 : Actifs de Macaya impliqués dans la production de bois (d'après Bellande, 2009)	52
Tableau 12 : Essences exploitées en sylviculture, usages et quantités (com. perso. J-M. Laurent, 18/06/18). B.O = bois d'œuvre, INDUS = industrie, feu = bois de feu ou de chauffage, CHARB = charbon, MEDI = médicinal	53

Tableau 13 Évaluation de la production issue de l'exploitation ligneuse à Macaya-Grande Colline (d'après Bellande, 2009).....	55
Tableau 14: Principales espèces pêchées et prix d'achat et de vente (d'après Mer Sud, 2011)	58
Tableau 15: Valeur ajoutée de la pêche commerciale et comparaison avec les données nationales (Damais et al., 2007) ; (MARNDR, 2010a) ; (Mer Sud et al., 2011)	59
Tableau 16: Distribution des sources de revenus des pêcheurs, en % (d'après PADI, 2012)	60
Tableau 17: Valeur ajoutée de la pêche vivrière (Auteurs).....	60
Tableau 18: Perception des pêcheurs sur l'évolution de la ressource (d'après PADI, 2012)	60
Tableau 19: Évaluation économique du service d'approvisionnement en eau pour usage domestiques (Auteurs).....	65
Tableau 20 Valeur d'option de l'apiculture de mangroves à Aquin (auteurs)	69
Tableau 21 : Valeurs économiques des services d'approvisionnement dans la zone de Macaya-Grande Colline (Auteurs).....	71
Tableau 22 : Valeurs économiques des services d'approvisionnement dans la zone d'Aquin/Saint-Louis du Sud (Auteurs)	72
Tableau 23 : Principaux sites touristiques au sein du parc et en zone tampon (Auteurs, d'après MDE, 2014 et Les grottes d'Haïti, 2016)	77
Tableau 24 : Valeur en 2013 et valeur d'option de l'éco-tourisme de montagne à Macaya-Grande Colline (Auteurs).....	80
Tableau 25 : Évaluation des bénéfices du tourisme permis par les écosystèmes benthiques des Caraïbes (Auteurs)	81
Tableau 26 : Dépenses actuelles enregistrées par l'accueil de touristes sur le littoral (enquête M. Gracia, 06/18).....	82
Tableau 27 : Évaluation économique de la production de savoirs scientifiques dans la zone de Macaya (Auteurs - d'après le plan de gestion de Macaya, 2015).....	83
Tableau 28 : Activités de sensibilisation à l'environnement autour du parc de Macaya entre 2015 et 2020 (Auteurs, d'après le plan de gestion de Macaya, 2015 et com.pers. J.M.Laurent, 06/18)	84
Tableau 29 : Valeurs économiques des services culturels dans la zone de Macaya-Grande Colline (Auteurs).....	86
Tableau 30 : Valeurs économiques des services culturels dans la zone d'Aquin/Saint-Louis du Sud (Auteurs).....	87
Tableau 31 : Évaluation économique de la séquestration carbone par les écosystèmes forestiers de Macaya (Auteurs, d'après Brenes et al. 2017)	90
Tableau 32 : Synthèse des valeurs du service de fixation et de séquestration du CO2 par les écosystèmes de Macaya (Auteurs).....	91
Tableau 33 : Synthèse des valeurs du service de fixation de CO2 par les écosystèmes d'Aquin/Saint-Louis du Sud.....	93
Tableau 34 : Synthèse des valeurs du service de séquestration de CO2 par les écosystèmes d'Aquin/Saint-Louis du Sud (Auteurs)	94
Tableau 35 : Répartition des points de bâti en fonction du niveau de risque (Auteurs)	101
Tableau 36 : Calculs de la valeur du service de protection côtière par les écosystèmes d'Aquin/Saint-Louis du Sud (Auteurs)	102
Tableau 37 : Pertes moyennes par ménage en zone urbaine (Auteurs, d'après AECOM et al., 2015a)	102
Tableau 38 : Estimation du facteur C selon le type de couvert végétal (Auteurs, d'après Roose, 1984 et MDE and PNUD, 2012)	105
Tableau 39 : Calcul des pertes en bâti (Auteurs).....	109
Tableau 40 : Calcul des pertes agricoles (Auteurs)	109

Tableau 41 : Pertes annuelles attendues pour une crue entre une période de retour de 2 et 10 ans (Auteurs, d'après AECOM, 2015a).....	113
Tableau 42 : Calcul du coût d'une infrastructure de protection contre les inondations à Cavaillon (Auteurs, d'après AECOM 2015)	114
Tableau 43 : Calcul du coût d'une infrastructure de protection contre les inondations à Camp-Perrin (Auteurs, d'après AECOM 2015).....	115
Tableau 44 : Valeurs économiques des services de régulation dans la zone de Macaya-Grande Colline (Auteurs).....	117
Tableau 45 : Valeurs économiques des services de régulation dans la zone d'Aquin/Saint-Louis du Sud (Auteurs).....	118
Tableau 46 : Estimation de la valeur de production halieutique par les écosystèmes de la zone d'Aquin/Saint-Louis du Sud (Auteurs).....	122
Tableau 47 : Valeur de la biomasse capturée rapportée à la zone d'étude (Auteurs).....	122
Tableau 48 : Valeur du service de support de production halieutique à Aquin/Saint-Louis du Sud (Auteurs).....	123
Tableau 49 : Valeurs économiques des services de support dans les zones de Macaya-Grande Colline et d'Aquin/Saint-Louis du Sud (Auteurs).....	124
Tableau 50 : Principales menaces et pressions sur le Parc Macaya et réponses apportées par les scénarios (Source : Auteurs).....	133
Tableau 51 : Valeur des scénarios de protection (Source : auteurs)	141
Tableau 52 : Description des pressions et des menaces et des réponses apportées par les scénarios de gestion (Source : Auteurs)	142
Tableau 53: Valeur des scénarios de protection (Source : auteurs)	147

Contexte et objectifs de l'étude

Haïti, qui constitue la moitié Ouest de l'île d'Hispaniola, abrite des écosystèmes variés et est caractérisé par un très fort taux d'endémisme. Une biodiversité riche néanmoins menacée par des pressions diverses (surexploitation des ressources, hyper sédimentation, érosion, risques naturels...). Si les premières actions de conservation de la diversité biologique remontent à près d'un siècle (en 1926, est créée par exemple la réserve des forêts de St Raphaël), le gouvernement haïtien confirme en 2010, dans le cadre du protocole de Nagoya, sa volonté de protéger sa biodiversité. Le Ministère de l'Environnement (MDE) privilégie alors la conservation *in situ*¹ de ses écosystèmes par le biais de l'élaboration d'un vaste réseau d'aires protégées. En 2006 est alors déployé le Système National d'Aires Protégées (SNAP) et un organe de gestion dédié : l'Agence Nationale des Aires Protégées (ANAP), placé sous la tutelle du MDE. Si l'objectif est d'atteindre une couverture de 27% du territoire², la majeure partie de ce réseau d'aires, en forte croissance depuis 2013, est en phase de structuration. Les périmètres protégés nécessitent, pour atteindre leurs objectifs de préservation, des outils de gestion et de gouvernance stratégiques.

C'est pour soutenir le MDE dans cette voie que la BID a missionné Créocéan et Vertigo Lab pour une étude, divisée en deux composantes principales :

- Composante 1 menée par Créocéan : mettre en œuvre un **système de suivi de la gestion des aires** par la construction **d'indicateurs de performance environnementale** standardisés
- Composante 2 menée par Vertigo Lab : produire **des connaissances sur les écosystèmes et la biodiversité à protéger** pour prioriser les actions de préservation, et **évaluer les bénéfices procurés à la société et aux activités socio-économiques par les écosystèmes naturels**.

Ce rapport répond à la composante 2 et présente l'évaluation socio-économique des services écosystémiques de deux sites naturels, le Parc naturel de Macaya et l'aire marine protégée d'Aquin-Saint-Louis du Sud (cf. Figure 7).

¹ Conservation de la biodiversité sur le site même où elle est présente. Ce concept s'oppose à la conservation *ex situ* qui revient à implanter un nouveau site pour y restaurer la biodiversité menacée sur le site d'origine.

² Dont 17% d'aires terrestres et 10% d'aires marines.

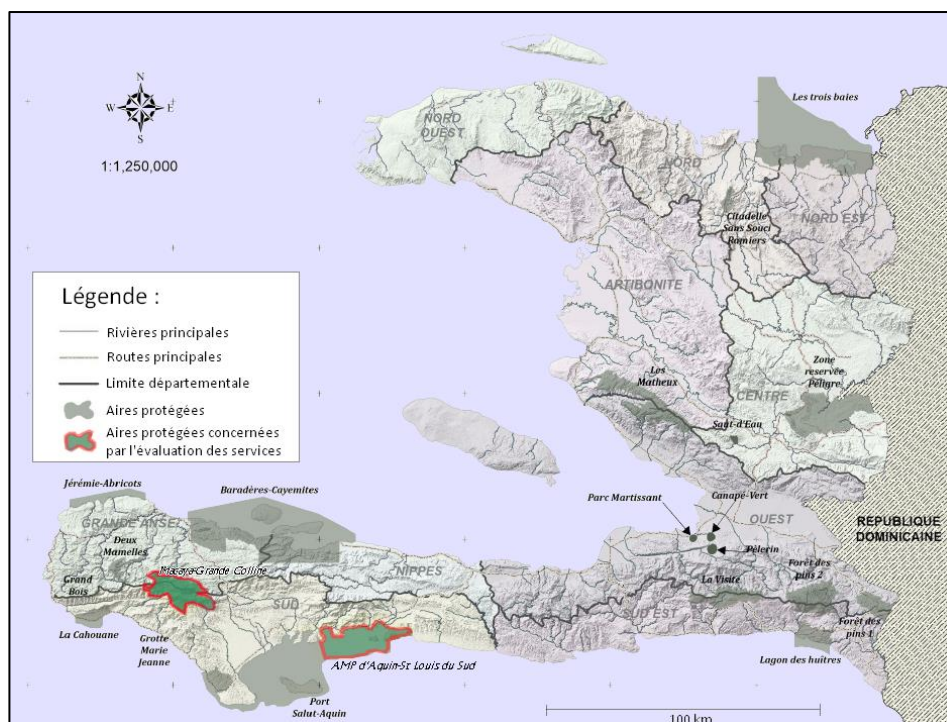


Figure 1 : Localisation des aires protégées d'Haïti (Auteurs, d'après le CIAT, 2017)

Le choix de ces deux aires, qui appartiennent à la réserve de biosphère UNESCO du Massif de la Hotte, s'explique d'une part par l'existence d'investissements importants de la BID dans la péninsule Sud liés à des enjeux présents sur ce territoire (tourisme, foncier, pêche, agriculture, routes) et que l'on retrouve particulièrement au sein de ces espaces protégés, et d'autre part par la richesse des écosystèmes qui font de ces aires **des réservoirs à la fois de biodiversité et de ressources pour les communautés locales**. Ces deux aires abritent en effet des écosystèmes assurant un grand nombre de services pour les acteurs situés à proximité. Les mangroves et coraux d'Aquin constituent par exemple des zones de production halieutique primaire qui alimentent les ressources de la pêche, essentielles à la subsistance de milliers d'habitants du Sud. Au sein ou en périphérie du Parc Naturel de Macaya, les populations bénéficient de ressources ligneuses, hydriques ou pédologiques de l'une des dernières forêts natives du pays.

Cette brève description met en avant la nécessité de **préserver ces écosystèmes patrimoniaux aux fonctions écologiques essentielles**, mais également de **concilier protection et gestion durable des activités socio-économiques présentes**. Dans un pays où près de 70% de la population vit sous le seuil de pauvreté (UNICEF, 2012), la dépendance aux ressources naturelles des populations pour leur subsistance est forte. Le défi est donc d'implémenter une politique environnementale efficiente qui ne serait pas une charge mais bien **un atout pour l'économie locale, régionale et nationale**.

L'évaluation socio-économique menée ici doit contribuer à la mise en œuvre d'une telle politique. Elle vise en effet à :

- Améliorer la connaissance des écosystèmes naturels en identifiant et détaillant leurs fonctions écologiques et les services qu'ils produisent ;
- Qualifier et quantifier les services fournis par les écosystèmes naturels aux activités humaines afin de renforcer les moyens dédiés à leur préservation et de promouvoir une utilisation et gestion durable des ressources biologiques ;

- Orienter la prise de décision relative à la protection de ces espaces naturels en mettant en avant les écosystèmes remarquables et les services écosystémiques clés.

Chapitre 1 : Cadrage méthodologique

L'approche par les services écosystémiques

Cette démarche est partie intégrante de la théorie de l'environnementalisme de subsistance : **les biens communs environnementaux procurent des services aux sociétés** qui ne se traduisent pas uniquement par « le maintien de la sécurité économique des sphères marchandes, mais s'intéressent aussi à l'accès non marchand aux ressources et aux services environnementaux » (Alier, 2014 ; Ballet, 2016). L'ensemble de ces usages peut parfois entrer en conflit, notamment entre les usages de court terme et les bénéfices pouvant être dégagés à long terme. **La gestion des écosystèmes naturels doit donc être adaptée au contexte socio-économique dans lequel elle s'insère.** L'approche par les services écosystémiques, très mobilisée depuis le début du 21^{ème} siècle pour qualifier, quantifier voire monétariser la valeur ajoutée prodiguée par la nature au bien-être humain, est donc adaptée au cas des aires protégées d'Haïti.

De précédentes études ont déjà abordé la question des services écosystémiques et les ont mobilisés dans le cadre de propositions de financement pour les aires protégées d'Haïti. C'est le cas de la proposition du PNUD, financée par le GEF, en janvier 2014, qui porte notamment sur le parc de Macaya. Néanmoins, cette dernière a donné des résultats limités en raison de plusieurs obstacles dont voici les principaux :

- Le manque de connaissance du contexte socio-économique local permettant notamment d'évaluer les services d'approvisionnement ;
- Les lacunes dans les connaissances disponibles sur les types et les superficies des écosystèmes et sur la gamme de services rendus, et la difficulté de vérifier par les **réalités du terrain** certaines hypothèses ;
- La complexité du choix d'une **méthodologie de calcul adaptée au contexte local** (transferts de valeur notamment), et donc des difficultés dans l'attribution d'une valeur aux écosystèmes.

La présente étude permet, grâce aux données nouvellement disponibles, notamment de terrain, et à une vision plus intégrée d'évaluer les services écosystémiques. Elle propose une compréhension du contexte socio-économique des deux aires protégées et de leurs zones tampons, et donc des parties prenantes dont les activités reposent sur les ressources naturelles. Ceci permet de construire, à partir de l'évaluation des services, des outils fonctionnels de gestion des aires protégées.

L'évaluation socio-économique des services écosystémiques met également en avant le lien qui unit les écosystèmes et les bénéficiaires, ce qui facilite l'identification de parties prenantes essentielles à la bonne gestion de ces écosystèmes. C'est par exemple le cas des structures associatives de regroupement de certains pêcheurs d'Aquin qui pourraient avoir une influence positive sur la gestion des biens communs maritimes (Ostrom, 1990). A l'instar de ces derniers ou des familles qui exploitent durablement des lots boisés pour produire du charbon à Macaya, une activité à priori identifiée comme une pression peut également être vue comme un mode de gestion de l'écosystème si l'activité économique est encadrée. Cette démarche de compréhension des réalités socio-économiques locales fait partie intégrante de la méthodologie de l'évaluation de services écosystémiques.

L'approche par les services écosystémiques permet en effet de **lier les écosystèmes naturels à leurs fonctions écologiques et aux activités humaines qui en dépendent.**



Figure 2 : Des écosystèmes à leur valeur économique, illustration de l'approche par les services écosystémiques. (TEEB - The Economics of Ecosystems and Biodiversity, 2008)

L'état des écosystèmes, s'il est corrélé au bon fonctionnement de leurs processus écologiques, affecte alors la qualité et la stabilité des services qu'ils procurent aux bénéficiaires. L'attribution d'une valeur aux services écosystémiques permet donc de s'approcher au mieux de la contribution économique des écosystèmes au bien être humain (Plan de gestion, MDE, 2015). **Il faut néanmoins souligner que la notion de valeur peut relever de nombreuses dimensions (valeur d'usage et de non-usage par exemple³) et n'est pas uniquement synonyme de valeur monétaire** ; l'évaluation comporte différents degrés auxquels sont associées plusieurs démarches de l'évaluation.

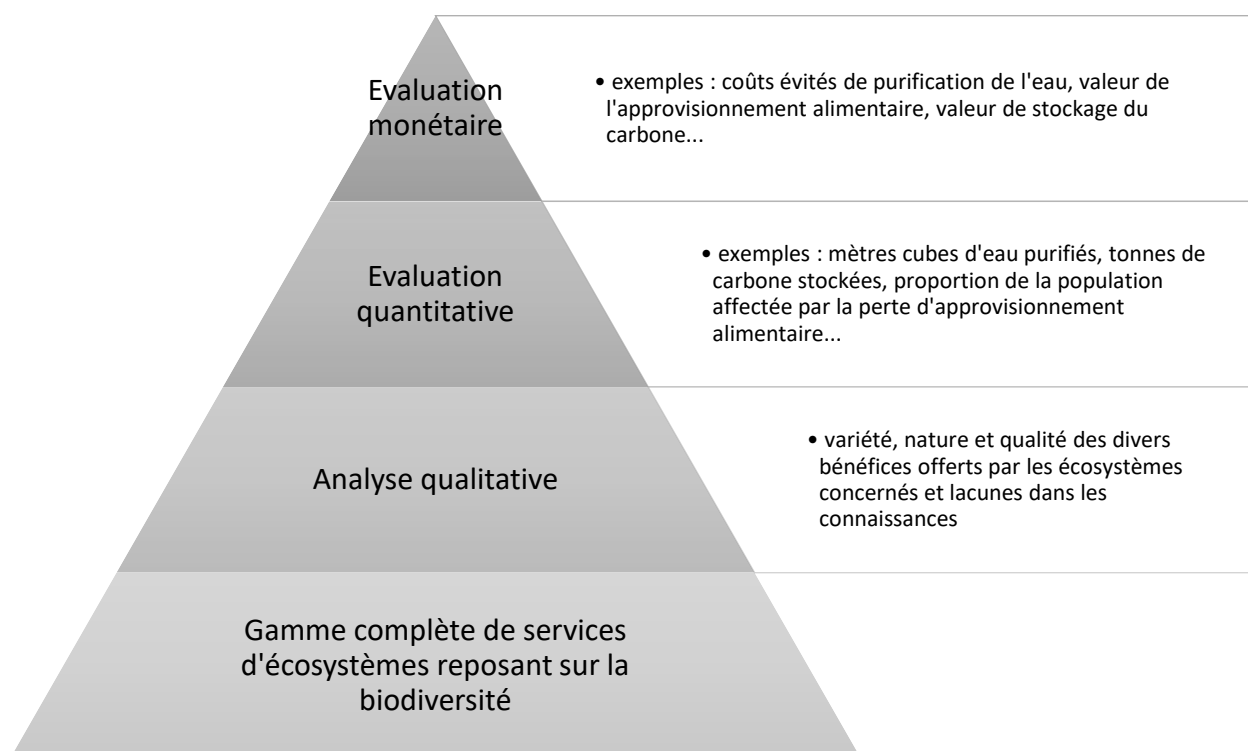


Figure 3 : Les valeurs de la biodiversité et des écosystèmes (d'après P. Ten Brick, 2008)

Ce travail est réalisé en trois étapes illustrées dans la figure suivante. Dans un premier temps les services écosystémiques sont identifiés, ainsi que leurs bénéficiaires et le contexte global dans lequel ils s'insèrent. Cette étude préliminaire permet de conduire une évaluation économique des services et

³ Les valeurs d'usage correspondent aux usages directs et indirects qui sont fait des écosystèmes naturels (approvisionnement en biens, support d'activités culturelles, etc.) tandis que les valeurs de non-usage reflètent plutôt l'attachement aux écosystèmes ou leur valeur pour les générations futures.

des biens fournis par les écosystèmes. Enfin, la construction de scénarios de gestion et d'actions de préservation des écosystèmes permet d'éclairer la décision pour les acteurs haïtiens.

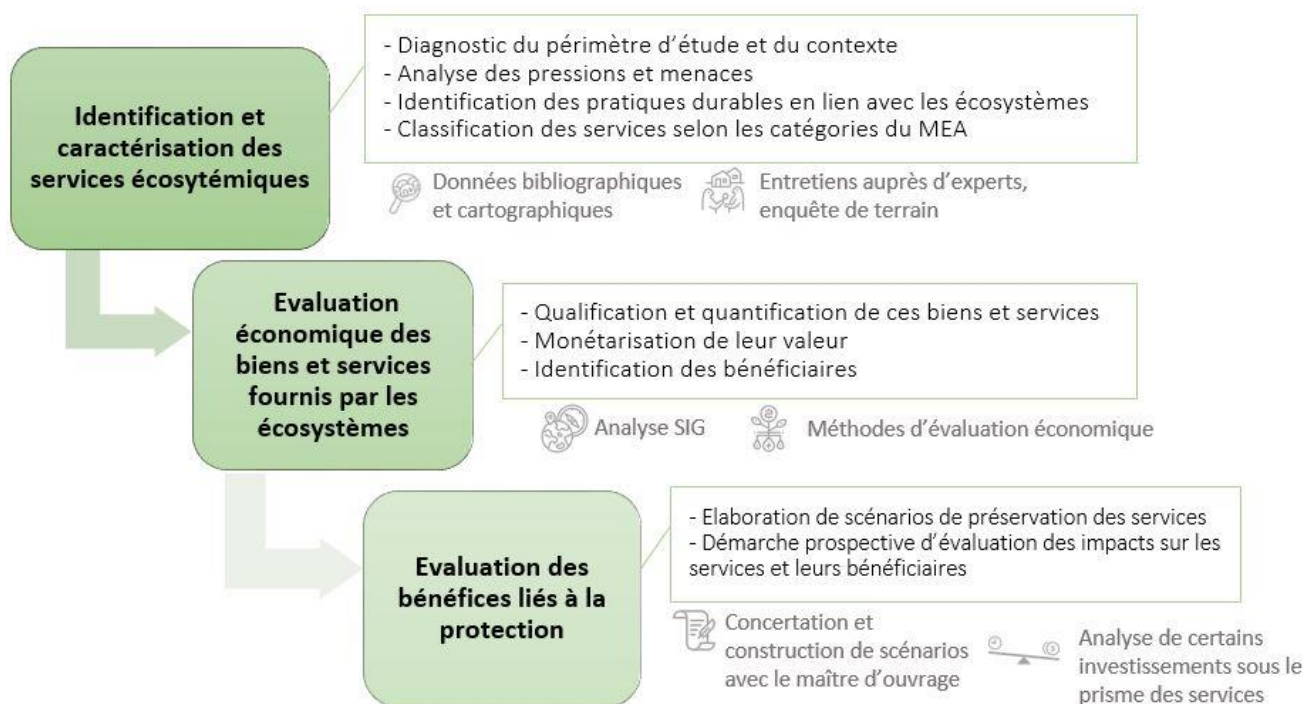


Figure 4 : Objectifs et moyens mis en œuvre à chaque étape de l'étude (Auteurs)

1. Identification et caractérisation des services écosystémiques

L'objectif de cette première étape est de réaliser un diagnostic complet des deux périmètres d'étude afin de saisir **le contexte géographique, environnemental, social et économique** dans lequel s'insèrent les écosystèmes et les bénéficiaires. L'analyse des pressions et menaces est essentielle pour différencier les usages qui relèvent des services écosystémiques de ceux qui sont en réalité des exploitations non raisonnées des ressources naturelles. C'est particulièrement le cas pour les services d'approvisionnement (usage direct de ressources naturelles) : la production de charbon à partir du bois de mangrove ne peut être considérée comme un service étant donné qu'elle conduit à la destruction de la mangrove. **Ne sont ainsi prises en compte dans notre analyse que les pratiques autorisées et considérées comme durables⁴.**

1.1 Classification des services

Nous nous appuyons dans cette étape sur le cadre scientifique du *Millennium Ecosystem Assessment* (MEA), publié en 2005. Ce cadre d'analyse des interactions entre les écosystèmes et le bien-être humain permet de classer les biens et services écosystémiques en 4 catégories :

- **Services d'approvisionnement** : services liés à l'usage direct de certaines ressources par les communautés : aliments, eau potable, pâturages, systèmes agroforestiers etc.

⁴ Les usages non durables des écosystèmes sont détaillés dans la description des pressions et des menaces pour les sites ainsi que dans la présentation des services écosystémiques évalués.

- **Services culturels** : bénéfices tirés de l'existence des écosystèmes permettant la pratique du tourisme, de loisirs, la transmission d'un héritage culturel ou de valeurs religieuses, et enfin la mise en place de programme d'éducation et de recherche.
- **Services de régulation et services de support** : bénéfices provenant des services écosystémiques tels que la régulation climatique, la protection des bassins, la protection de la côte, la purification de l'eau, la séquestration du carbone mais également le rôle de support des écosystèmes pour la production halieutique primaire ou la pédogénèse.

Ce découpage par type de services nous permet de sortir de la distinction entre valeurs d'usage et valeurs de non-usage telle que proposée par l'approche de la VET (Valeur Économique Totale) et de considérer les services identifiés. Adopter l'approche par les services revient donc à se concentrer sur les valeurs d'usage des écosystèmes qui sont les plus tangibles et donc les plus susceptibles de contribuer à la priorisation des actions dans le cadre de la mise en œuvre de plans de gestion des aires protégées. L'évaluation des valeurs de non-usage pour Macaya et Aquin/Saint-Louis est donc principalement qualitative.

1.2 Collecte des données

Les données collectées sont de différentes natures : documents bibliographiques (bibliographie locale et régionale), **entretiens avec les experts de terrain** (organisation de points entre Vertigo et les experts), données SIG (systèmes d'information géographique). Le tableau 1 présente de manière non exhaustive les différentes données collectées sur l'évaluation des services écosystémiques.

Tableau 1 : Méthodologie de collecte des données pour la première étape de l'étude (Auteurs)

Données bibliographiques et cartographiques	Sur les écosystèmes, leurs fonctions écologiques, leurs usages ainsi que sur les pressions et menaces : plans de gestion, précédentes identifications des écosystèmes, inventaires faunistiques et floristiques, cadre réglementaire sur les usages des ressources naturelles, leur vulnérabilité, etc. Cartographie des écosystèmes, des usages et des risques naturels réalisée par Alain Juif et Patrice Walker (Créocéan).
Entretiens avec les experts	Échanges avec : ▪ Jean Chesnel, expert agronome, sur les services d'approvisionnement ▪ Jean-Mary Laurent (société Audubon) sur les pratiques et donc sur les services culturels ▪ Patrice Walker (Créocéan), sur les services de régulation ▪ Wilfried Jongerius sur les prélèvements d'eau et la régulation de sa qualité
Enquête de terrain	<i>Coordonnée par Carine Langlade et menée par Marco Garcia (Génie Conseil), du 25/06/18 au 09/07/18.</i> Rencontre avec les acteurs locaux : - de Macaya et Grande Colline : écocardes, familles rurales, producteurs, Unité de Gestion du Parc... - d'Aquin/Saint-Louis : associations de pêcheurs, chercheurs du Centre d'Interprétation de la Nature, organisateurs d'évènements culturels d'Aquin...

Les canevas de données issus des échanges avec les experts et le rapport de mission de Génie Conseil sont disponibles en annexe.

À la suite de ce travail, la liste des services à intégrer et à étudier dans le périmètre d'analyse est définie.

2. Évaluation économique des biens et services fournis par les écosystèmes

Dans un second temps, une évaluation qualitative, quantitative et monétaire des services identifiés est menée. Deux types d'analyses composent ici notre méthodologie d'évaluation : l'analyse SIG et les méthodes d'évaluation économique.

2.1 Analyse SIG

L'utilisation des SIG permet ici **d'évaluer de manière précise les fonctions écologiques des écosystèmes**. Les SIG sont mobilisés **à la fois pour évaluer les services actuels fournis par les écosystèmes et les potentiels impacts de la gestion sur ces services, en fonction de différents scénarios relatifs à l'existence ou à l'absence de protection de ces espaces naturels**.

Cette analyse SIG menée en partenariat avec Créocéan est particulièrement pertinente pour **l'évaluation des services de régulation** et l'analyse des risques naturels. Le rôle joué par certains écosystèmes dans la régulation de certains événements extrêmes comme les inondations (rôle joué par les zones humides comme les mangroves) est modélisé. Nous privilégions ici une approche d'analyse SIG par type de service et par besoin d'évaluation plus qu'une analyse globale comme proposée par InVest afin d'adapter au mieux l'évaluation au contexte local et aux besoins des acteurs. Le recours à la production de données et à la modélisation en SIG nous permet donc de quantifier les services rendus par les écosystèmes.

2.2 Les méthodes d'évaluation économique

Ces méthodes sont mobilisées pour quantifier les services rendus, monétariser leur valeur et également évaluer l'impact potentiel de la gestion et aider à prioriser l'action. Pour certains services, notamment ceux liés à des valeurs de non-usage, l'évaluation est limitée à une analyse qualitative des services.

Pour les autres services, des méthodes d'évaluation économique sont déployées. Les principales méthodes mobilisées lors de nos évaluations de services écosystémiques relèvent de deux groupes de méthodes : **les méthodes fondées sur les préférences révélées et les méthodes fondées sur les préférences déclarées**. Les méthodes fondées sur les préférences déclarées permettent d'évaluer principalement les valeurs de non-usage des écosystèmes. Elles sont donc peu mobilisées ici et les outils utilisés relèveront principalement des préférences révélées⁵ :

- **Prix de marché** : méthode qui permet d'estimer la valeur économique de biens ou de services écosystémiques qui sont vendus ou achetés sur le marché ou qui pourraient être valorisés sur le marché. C'est une méthode intéressante par exemple pour l'évaluation de la production halieutique par les écosystèmes côtiers.
- **Méthodes basées sur les coûts** : il s'agit d'évaluer le coût de remplacement de la fonction assurée par un écosystème ou le coût des dommages évités grâce à la présence de l'écosystème. Ces méthodes sont particulièrement pertinentes pour les services de régulation.
- **Coûts de transport** : il s'agit d'une méthode employée plus particulièrement pour évaluer les usages récréatifs liés aux écosystèmes. Les coûts engagés pour pratiquer les activités

⁵ Ces méthodes d'évaluation sont présentées de manière plus détaillée en annexe de ce rapport.

récréatives sur les sites naturels ou pour s'y rendre donnent une indication de la valeur de ces sites.

À cette évaluation, s'ajoute **une analyse en termes de bénéficiaires des services** (catégories d'acteurs et populations dépendant directement ou indirectement de la fourniture de services).

Les valeurs des services écosystémiques sont calculées en gourde et exprimées en valeur nominale de 2018. En effet, les données de nature économique n'étant pas disponibles pour l'année 2018 pour tous les services, des données plus anciennes sont parfois utilisées. Elles sont exprimées en gourdes nominales de 2018 pour prendre en compte les impacts de l'inflation grâce à l'application du déflateur de PIB fourni par la Banque mondiale⁶.

Afin de faciliter la communication sur ces valeurs des services écosystémiques, elles sont également exprimées en dollars (2018). Le taux de change pour la conversion tient compte de la parité de pouvoir d'achat pour l'année 2018. Cette donnée est là encore fournie par la Banque Mondiale⁷. Il est en effet essentiel de prendre en compte la **parité de pouvoir d'achat** lorsqu'on souhaite traduire les valeurs des services écosystémiques dans différentes monnaies : cela permet de ramener les devises à leur équivalent en panier de consommation. Toutefois, la monnaie n'étant pas une unité stable dans le temps ou même dans la société (son utilité marginale est par exemple plus forte pour les revenus plus faibles), la conversion de valeurs de services écosystémiques d'une monnaie à une autre a toujours des limites et demeure discutable (Chevassus-au-Louis et al., 2009).

3. Évaluation des bénéfices liés à des scénarios de protection

L'évaluation décrite précédemment sera utilisée pour évaluer les bénéfices liés à la mise en œuvre d'actions de gestion précises par le MDE ou à la mise en œuvre de programmes d'investissement de la BID dans le périmètre de l'étude (développement des pêcheries artisanales, gestion durable des bassins versants à travers la mise en œuvre de nouvelles pratiques de gestion des sols et des forêts, etc.).

Pour éclairer la décision sur les actions de gestion à mener et à privilégier, des **scénarios de gestion de certains écosystèmes** sont construits et l'évaluation de la production de services écosystémiques en fonction de ces scénarios réalisée. Cette démarche prospective permet en effet d'évaluer l'impact des actions de gestion ; impact qu'il est nécessaire de connaître lorsque l'on souhaite prioriser ses actions. Ces scénarios pourraient également intégrer les pressions et les menaces pesant sur les écosystèmes à long terme.

Des **analyses coûts-bénéfices** sur certaines actions de gestion sont également menées. L'étape de concertation et d'échange avec les maîtres d'ouvrage est essentielle ici pour définir ces scénarios ou les analyses coûts-bénéfices à mener. L'objectif n'est pas ici de réaliser des ACB sur des infrastructures précises mais bien de **dégager des options de gestion pour les aires protégées**. La bibliographie déjà fournie par le maître d'ouvrage comporte par exemple déjà des études économiques préparatoires pour des actions de gestion et de restauration de bassins versants.

L'analyse des bénéficiaires réalisée précédemment est également remobilisée dans cette dernière étape.

⁶ Cette donnée est disponible et mise à jour de manière régulière sur le site de la Banque Mondiale : <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.DEFL.ZS?locations=HT>

⁷ Lien vers la donnée : <https://data.worldbank.org/indicator/PA.NUS.PPP?locations=HT>

Chapitre 2 : Diagnostic du périmètre de l'étude

L'évaluation des services écosystémiques porte sur deux zones d'étude du Sud d'Haïti (cf. figure ci-dessous), au sein de la péninsule du Sud, que sont les **Parcs Nationaux Naturels (PNN) de Macaya-Grande Colline** et l'ensemble des deux aires marines protégées correspondant aux **littoraux et zones humides des communes d'Aquin/Saint-Louis du Sud**. Les services écosystémiques de ces deux aires seront traités distinctement, tout en considérant leur appartenance à la même unité administrative (le département du Sud) et à la même unité biogéographique, la **Réserve de biosphère de la Hotte** (UNESCO, 2016). Par l'orientation de leurs bassins versants notamment, les fonctions écologiques relevées sur un site peuvent impacter l'autre.

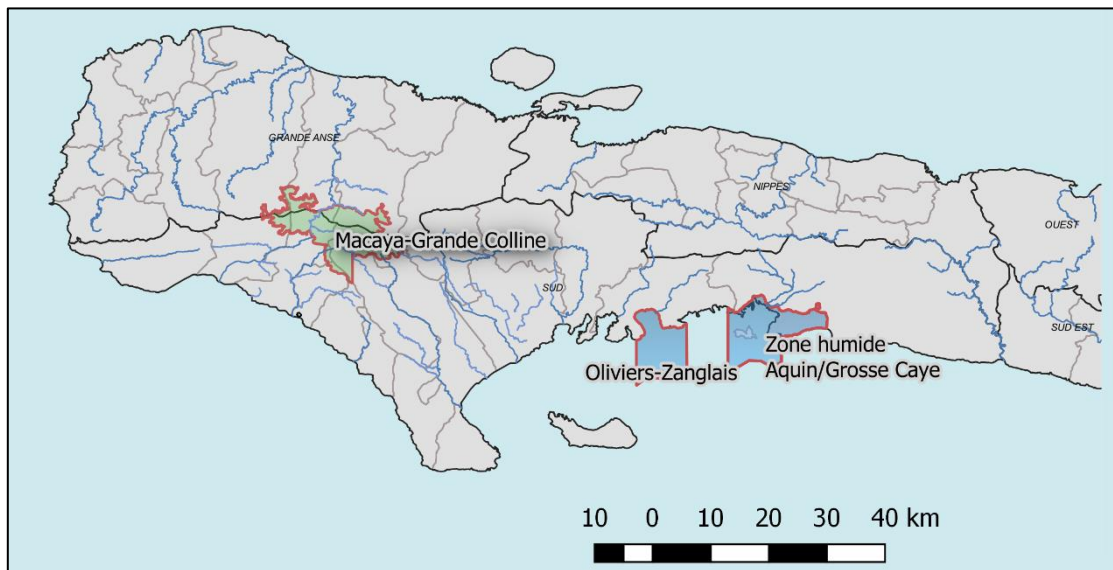


Figure 5 : Localisation des deux aires protégées du Sud d'Haïti (Auteurs, d'après CIAT, 2017)

1. Caractérisation des écosystèmes du Parc Naturel de Macaya-Grande Colline

1.1 Présentation de la zone d'étude

Créé par décret le 4 avril 1983, le Parc Naturel National de Macaya s'est progressivement élargi pour atteindre en 2013 une superficie officielle de 8 166 hectares, à laquelle s'agrége le PNN contigüe de la Grande Colline (3 227,41) ainsi que des ajustements lors du bornage (Plan de Gestion, 2015) formant ainsi un ensemble de **13 436 hectares**. Le parc s'étend sur les sections communales de 10 communes des départements de Grand'Anse (Jeremie, Roseaux et Beaumont) et du Sud (Coteaux, Port-à-Piment, Chardonnières, Les Anglais, Chantal, Torbeck et Camp-Perrin) qui **cumulent 115 906 habitants** (IHSI, 2015).

Évaluation et suivi des services rendus par les écosystèmes des aires protégées du Grand Sud d'Haïti
Rapport d'évaluation des services écosystémiques Macaya – Aquin Saint Louis

Tableau 2 : Population vivant au sein ou à proximité du parc de Macaya par section communale (IHSI, 2015 ; Plan de Gestion, 2015)

Département	Commune	Section communale	Population rurale
Grand'Anse	Jérémie	2 ^{ème} Haute Voldrogue	10 978
		3 ^{ème} Haute Guinaudée	20 580
	Roseaux	2 ^{ème} Fonds Cochon	11 740
	Beaumont	2 ^{ème} Mouline	3 317
		4 ^{ème} Beaumont	13 556
Sud	Coteaux	6 ^{ème} Quentin	4 135
	Port-à-Piment	2 ^{ème} Balais	6 532
	Chardonnières	1 ^{ère} Randel	6 852
		2 ^{ème} Dejoie	6 154
	Anglais	2 ^{ème} Edelin	3 905
	Chantal	2 ^{ème} Carrefour Canon	11 303
	Torbeck	4 ^{ème} Moreau	8 373
	Camp-Perrin	2 ^{ème} Tibi Davezac	10 613
Total			105 929
dont habitants du parc et proximité immédiate⁸			environ 30 000

Ce parc abrite le massif de La Hotte, l'un des massifs culminants des Caraïbes, au sein duquel on retrouve notamment les Pic Formon (2170m) et Macaya (2347m). Ses forêts ont un très fort intérêt patrimonial et apparaissent dans la liste des écorégions Global 200 pour leur appartenance aux forêts humides et de pins des Grandes Antilles à préserver en priorité. Elles couvrent 6 604 ha, soit près de la moitié du parc et accueillent 864 espèces végétales identifiées à ce jour, dont 30% seraient endémiques (PNUD et GEF, 2014), ainsi qu'une grande diversité d'oiseaux, mammifères et amphibiens menacés.

Hotspot de la biodiversité, Macaya est également la cible de programmes de préservation et de développement⁹ qui incluent de la pédagogie environnementale, des expéditions scientifiques ou encore de l'éco-tourisme. A l'instar des paysans et familles rurales du parc, **plus de 30 000 personnes bénéficieraient directement de la gestion raisonnée des ressources naturelles du parc**. A ce public résidentiel ou saisonnier s'ajoutent les touristes attirés par les nombreux atouts paysagers et culturels de Macaya : l'intérêt géomorphologique de ses impressionnantes grottes, ses canyons (dont Casse-cou est emblématique), reliefs karstiques ou des sites historiques comme la Citadelle des Platons (Plan de Gestion, 2015). Les potentielles valeurs d'usage et de non-usage de ce parc sont autant d'arguments à la mise en valeur et à la conservation des services fournis par les écosystèmes, susceptibles de contribuer à l'amélioration durable du niveau de vie des bénéficiaires.

⁸Cette estimation est issue du plan de gestion.

⁹ Trois ONG principales, la Fondation Macaya, la Fondation Nouvelle Grande Anse et ORE sont particulièrement impliquées dans des projets de développement (pépinières et reboisement). Le GEF a permis de générer une base de données des écosystèmes et activités, outil au service des programmes éducatifs et scientifiques (Audubon, 2016), ainsi que d'établir un plan pour le tourisme durable comme outil de financement (Jessamine, 2013). Depuis Août 2017, un programme sur 2 ans mis en place notamment par la BIP et l'UNEP vise à développer un système d'information environnementale à destination de l'Observatoire national pour l'environnement et la vulnérabilité (ONEV) (MDE, 2018)

1.2 Cadre institutionnel et gestion administrative

La gestion du Parc de Macaya est confiée à l'ANAP, sous tutelle du MDE. Différents partenaires institutionnels contribuent aux actions menées par l'ANAP dont des ministères comme le Ministère de l'Agriculture, des Ressources Naturelles et du Développement Régional. Toutefois, l'aire spécifique de Macaya est localement administrée l'UGP (Unité de Gestion du Parc), unité d'exécution déconcentrée du Ministère de l'environnement, localisée à Camp-Perrin. Ses actions régies par le plan de gestion sont permises grâce aux projets d'investissements internationaux, financés par la BID ou le Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE).

A ces gestionnaires publics s'ajoutent des initiatives privées, notamment d'ONG (ORE, Société Audubon, Fondation Macaya, Fondation Nouvelle Grande Anse) à qui est déléguée, par l'UGP, la mise en place d'activités définies dans le Plan de Gestion. Par leurs actions, ces organismes revêtent une importance majeure, notamment dans les activités de développement (pépinières par exemple).

Le parc dispose d'un **plan de gestion** datant de 2015, qui délivre un état des lieux des objets de conservation du parc, des populations et des activités économiques qui en dépendent. Il établit le zonage du parc (zones de conservation, de restauration, d'activités économiques) et prévoit l'évolution de ce zonage ainsi que les activités et les budgets associés pour la période 2015-2020.

1.3 Identification des écosystèmes

Un proverbe créole décrivant les reliefs de l'île d'Hispaniola pourrait dépeindre en partie le relief accidenté et karstique issu d'une riche histoire géologique et tectonique caractéristique de Macaya : « *Dèyè mon, gen mon* » littéralement « *Derrière la montagne, il y a davantage de montagnes* ». Trois types d'unités écosystémiques forestières occupent 6 604 ha soit 48,6% du territoire, notamment au cœur du parc, jouxtant des systèmes agropastoraux (majoritairement des zones de pâtures et d'agroforesterie) sur 5910 ha (43,5 %). En outre, bien que leur connaissance soit très incomplète, de nombreuses grottes sont présentes dans la zone de Macaya. Ces écosystèmes spécifiques jouent un rôle important, notamment culturel, au sein du parc et de sa zone tampon.

Évaluation et suivi des services rendus par les écosystèmes des aires protégées du Grand Sud d'Haïti
Rapport d'évaluation des services écosystémiques Macaya – Aquin Saint Louis

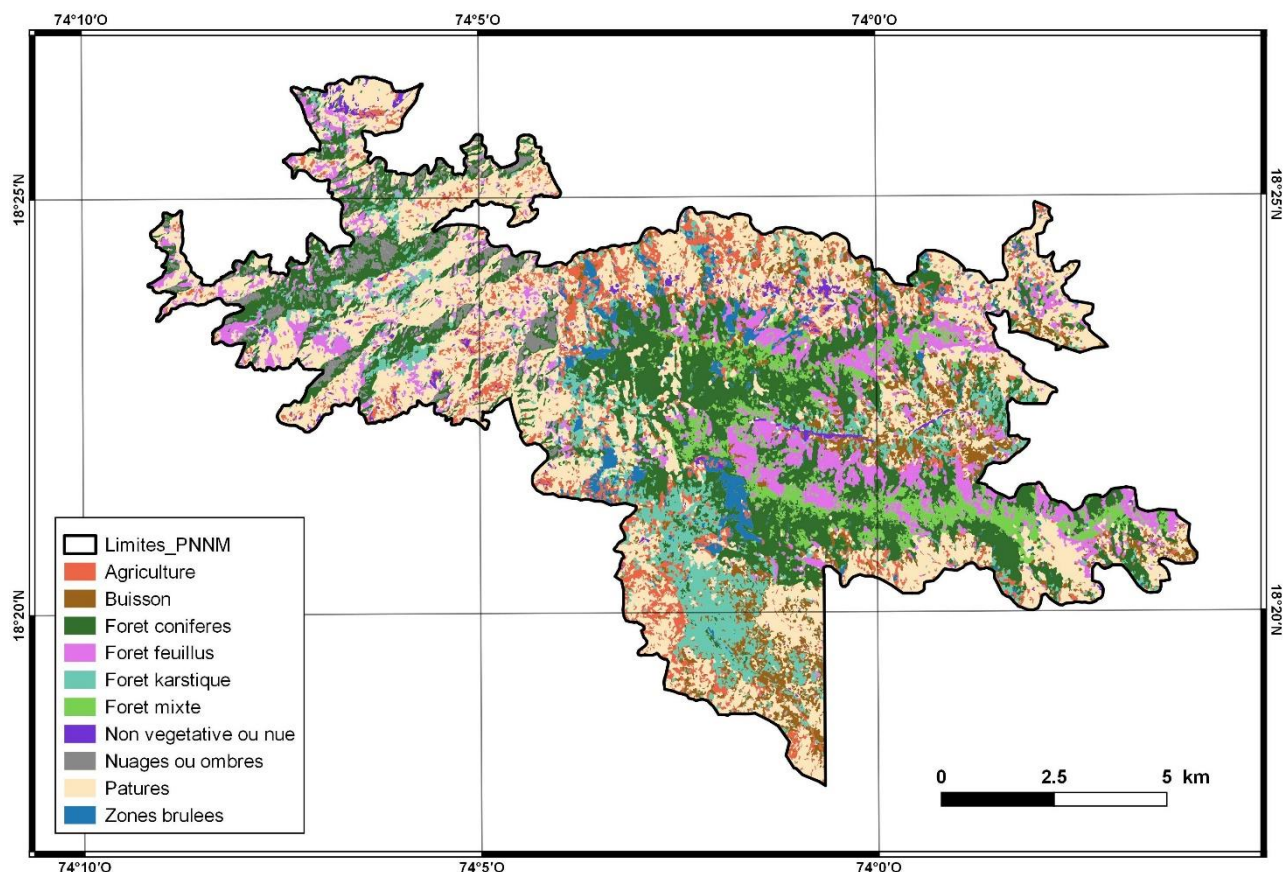


Figure 6 : Écosystèmes et modes d'occupation des sols à Macaya (auteurs, d'après CATIE, 2017)

Calculées à partir du traitement par SIG, les superficies de chaque écosystème et leurs proportions par rapport à l'ensemble de l'aire sont présentées dans le tableau ci-dessous. Celui-ci servira d'appui pour l'évaluation par hectare de la valeur ajoutée de chaque écosystème.

Tableau 3: Superficie des écosystèmes et modes d'occupation des sols à Macaya (auteurs, d'après CATIE, 2017)

Ecosystèmes et usages des sols	Surface (ha)	% de l'aire protégée
Forêts dont :	6604,05	48,6
Forêt conifères	3 311,83	24,4
dont zones d'ombre/nuages	285,04	
Forêt feuillus	1384,08	10,2
Forêt humide sur substrat karstique	1159,14	8,5
Forêt mixte	749	5,5
Landes et broussailles	921,22	6,8
Territoires agricoles et agro-forestiers	1512,45	11,1
dont zones brûlées	388,79	
Pâture	4398,44	32,4
Zones peu végétalisées ou rocheuses	153,11	1,1
TOTAL	13,590	100

1.3.1 Les écosystèmes forestiers

Les forêts de Macaya-Grande Colline se subdivisent en 3 types d'écosystèmes forestiers majeurs, classés en fonction de la proportion d'espèces majoritaires qu'ils comprennent : **la forêt humide sur substrat karstique**, **la forêt de conifères** où ces derniers représentent au moins 70% du couvert, et la **forêt de feuillus**. La typologie « forêt mixte » est utilisée pour décrire des zones où aucune essence ne couvre une fraction suffisamment importante du territoire pour être considérée comme majoritaire. Les landes sont des phases de forêt en jachères où prédominent des arbustes, buissons et broussailles et qui ne sont pas des aires de pâturage.

Entre 800 et 1400 mètres, au sud du parc, la **forêt humide sur substrat karstique** s'étend sur une surface cumulée d'environ 1200 ha. Le peuplement forestier bénéficie d'une importante ressource en eau pluviale aux creux des dolines et crevasses dessinées dans le substrat hydrogéologique de roches calcaires karstifiées. Il se compose notamment de nombreuses espèces latifoliées de Rosacées, Sapotacées, Mélastomatacées, une Euphorbiacée arbustive et abrite 22 espèces d'orchidées endémiques d'Haïti, ainsi que 18 endémiques d'Hispaniola dont certaines sont en danger critique d'extinction (Plan de Gestion, 2015). La plupart des espèces d'oiseaux recensées dans le parc établissent leur habitat dans cet écosystème telles que le Caleçon rouge (*Priotelus roseigaster*), le kat Je Sid (*Phaenicophilus poliocephalus*) ou le Pétrel diabolique (*Pterodroma caribbea*), oiseau migrateur marin apparaissant sur la Liste rouge de l'UICN effectuant une unique ponte chaque année dans les parties distales du pin (CDB, 2016).



Illustration 1 : Gouffre karstique identifié lors de l'expédition spéléologique Anba Macaya. (Olivier Testa, 2013)

Les **forêts de conifères** couvrant les latérites rouges (WWF, 2001) sont principalement constituées de peuplements d'endémiques pins d'Hispaniola (*Pinus occidentalis*) colonisant d'importantes altitudes, supérieures à 1300m, et que l'on retrouve également sur les pentes de ravines et sur des sols peu fertiles à de plus faibles altitudes. Associés à certains endroits à des mûriers (*Rubus spp*) ou à des avocats sauvages (*Persea anomala*), les pins emblématiques que l'on retrouve également au Sud-



Illustration 2 : Caleçon rouge ou *Priotelus Roseigaster*. (Alfonso Lomba, 2010)

Est du Pays dans La Forêt des Pins revêtent une importance écologique majeure et pourraient être considérés comme une espèce parapluie, étant à l'origine de services d'approvisionnement, de régulation du climat et d'habitat pour la biodiversité. Ils ont par exemple l'avantage de stabiliser les pentes aux abords des rivières du parc (MDE, 2015), alimentant ainsi en eau la plaine agricole de 250 km² des Cayes en aval, et d'héberger des espèces endémiques. C'est notamment le cas des amphibiens du genre *Eleutherodactylus*, classés en danger critique par l'UICN et identifiés par le MDE comme l'un des 16 principaux objets dont la conservation est l'objectif principal du périmètre protégé ou le bec-croisé d'Hispaniola (*Loxia megaplaga*), espèce également en danger qui se nourrit des graines de pins nidifie sur les parties distales des branches.

Ces pineraies sont souvent associées en altitude aux **forêts de feuillus** qui comprennent notamment les filao, souvent appelés bois gras (*Casuarina equisetifolia*) et assimilés à tort à des pins et desquels sont extraites les écorces permettant d'allumer le charbon (com. pers. Audubon, 13/06/18). S'y trouvent également des Bois tremblés (*Didymopanax tremulum*), cèdres

(*Cedrela odorata*), lauriers (*Ocotea nectandra*), fougères arborescentes, bryophytes et à nouveau de nombreuses orchidées emblématiques du parc (MDE, 2015).

S'ajoutent à ces forêts des zones de **landes et broussailles**, une couverture herbacée clairsemée efficace pour lutter contre le ruissellement et ainsi limiter l'érosion, et susceptible d'abriter de nombreuses espèces de reptiles (MDE, 2011).

1.3.2 Systèmes agropastoraux

Les terrains aux pentes plus faibles et déboisés sont majoritairement des **terres de pâturage** : 32,4% de la superficie du parc, soit 4398 hectares, est destinée à l'élevage, activité économique et de subsistance majeure pour les habitants du parc (AVSI, 2012). Alors que les volailles sont élevées librement à proximité des habitats, sur les pâtures - terres en jachère spontanée - les paysans pratiquent l'élevage de gros bétail encordés (bovins, et équins dans une moindre mesure)¹⁰ ainsi que d'ovins et de caprins. Le bétail est parfois laissé librement en vaine pâture, exerçant une pression importante sur les sols qui s'appauvrissent et s'érodent (Bellande, 2009).



Illustration 3 : Agropastoralisme à Macaya (Antonia Perera, 2013)

Les écosystèmes cultivés se caractérisent majoritairement par des parcelles jardinières en bordure des habitations où les familles mettent en place des intercalations de cultures associées, parfois implantées sur brulis (AVSI, 2012; CATIE, 2017) - d'où l'intégration des zones brûlées identifiées par traitement SIG à la nomenclature Corine Land Cover « Terres agricoles ou agroforesterie ». Déjà pratiquée par de nombreux paysans et objet de projets de développement tels que l'USAIF Agroforestry Outreach Project

(McClintock, 2003), **l'agroforesterie se distingue à Macaya comme le principal système d'agriculture commerciale et vivrière**, spécialement dense sur les versants culminant à plus de 700 mètres où dominent les cultures de jaquier, anacardier, d'avocats et d'agrumes (*Citrus limon*, *Citrus aurantium*...). Ces arbres fruitiers, plus adaptés que les autres aux conditions d'humidité et de température, jouxtent des cultures commerciales telles que la patate douce et le haricot noir qui enrichit les sols en azote et dont la rente est essentielle à la subsistance des familles rurales (Bouvard et al., 2014). Aux étages de plus basses altitudes, on retrouve certains arbres fruitiers (banane, mangue, goyave, corossol) et des plantations à forte valeur marchande (banane, café ou tubercules) sont associées à des essences de bois d'œuvre comme l'acajou ou le frêne, introduites sur l'île il y a plus de 300 ans. Ces associations sont notamment rendues possibles grâce à la forte capacité de rétention d'eau des marnes¹¹ ainsi que de l'évitement du ruissellement par la végétation ligneuse (Rey et al., 2004). La contribution écologique de ces interrelations entre essences ligneuses et cultures maraichères permet de restaurer et

¹⁰ Les données quantitatives seront précisées lors de l'évaluation du service d'approvisionnement agricole.

¹¹ Les parcelles de Macaya et de la Grande Colline sont principalement localisés sur des formations marneuses (mélanges d'argile et de calcaire) qui assurent un taux d'humidité adapté aux cultures.

d'entretenir la fertilité des sols tout en les préservant de l'érosion (Bellande, 2009a). C'est aussi un moyen de diversification de leurs revenus pour les agriculteurs de la région.

1.3.3 Réseau hydrographique

Tandis que le reste du pays cumule une pluviométrie moyenne annuelle de 1455,2 mm (World Bank, 1901-2015), la ceinture de 35km autour du pic Macaya enregistre une pluviométrie moyenne de 3200mm, pouvant atteindre 4000mm certaines années (MDE, 2015). Du côté du département de la Grand'Anse, le volume des précipitations varie fortement en fonction de l'altitude. Les précipitations annuelles sont comprises entre 800 et 1300 mm dans les zones de basse altitude pour atteindre entre 2500 et 3500 mm en haute altitude (AMAGA, 2011). La station de Beaumont, située à plus de 600m d'altitude, a une pluviométrie annuelle moyenne de 2533 mm (AECOM, 2014). Le relief karstique permet l'infiltration d'eau entre les couches calcaires, aux travers de profondes grottes allant parfois jusqu'à 120 m de profondeur, recensées en 2013 à l'occasion de la dernière expédition spéléologique en date (Plan de Gestion, 2015). L'eau pluviale peut ruisseler et s'infiltrer au grès du karst et des profondes ravines qui découpent les mornes des points culminants – Macaya et Formon -, d'où **8 rivières des principaux bassins versants du département du Sud** (La Ravine du Sud, Port-à-piment, Les Anglais, Torbeck, Glace, Roseaux et Voldrogue) **prennent leur source**. Le débit de ces rivières est important et peut atteindre un flux de 350 m³/s (USSouthCom, 1999). Il n'existe pas de recensement précis des infrastructures d'approvisionnement en eau dans la zone de Macaya. Dans le plan de gestion du Parc, seul le système d'adduction d'eau potable de Formon est identifié. La mission de terrain organisée dans le cadre de l'étude n'a pas conduit à l'identification de nouvelles installations.

1.3.4 Grottes

Aucun inventaire exhaustif ne permet pour l'instant de connaître le nombre exact de grottes présentes dans la zone de Macaya. Pour autant, un certain nombre d'entre elles ont été identifiées et explorées au sein du parc par des spéléologues (Audubon, 2006). Deux grottes importantes sont également présentes dans la zone tampon du parc de Macaya : Marie Jeanne dans la commune de Port-à-Piment et Kounoubwa au sein de la commune de Camp-Perrin (MDE, 2015). La Grotte Marie Jeanne constitue par ailleurs l'un des objets de conservation du plan de gestion et a été définie en 2013 comme aire protégée en tant qu'élément naturel exceptionnel, sur une surface de 31 ha (MDE, 2015).

Ces structures particulières revêtent une grande valeur, tant sur le plan géomorphologique que d'un point de vue esthétique et culturel ; elles constituent notamment des lieux de culte. Les conditions particulières qu'elles présentent en font de plus un habitat qui renferme une biodiversité unique d'espèces animales et végétales, notamment des amphibiens et des mollusques attirés par l'humidité de l'entrée des cavernes (Audubon, 2006). Ces grottes jouent également un rôle dans la régulation du régime hydrique (MDE, 2015).

Les grottes représentent ainsi un enjeu important pour le développement des activités écotouristiques, la recherche scientifique, les activités spirituelles et religieuses et la sensibilisation à l'environnement. Cependant, l'état de conservation de certaines de ces cavités (Marie-Jeanne et Kounoubwa notamment) est jugé mauvais du fait d'un manque de gestion, de contrôle et de sensibilisation, mettant en péril leur intégrité (MDE, 2015).

2. Caractérisation des écosystèmes d'Aquin/Saint-Louis du Sud

2.1 Présentation de la zone d'étude

Le second périmètre d'étude délimite deux aires marines protégées de la côte Sud d'Haïti, de type « Habitats/Espèces » créées et délimitées par arrêté le 7 août 2013 : celles de Grosse Caye/Zone Humide d'Aquin, à l'est, d'une superficie de 10 974 ha comprenant l'île habitée de Grosse Cayes, et celle d'Olivier Zanglais de 7 553 ha à l'ouest d'Aquin (Le Moniteur, 2013). Dans un souci de cohérence et pour faire valoir la continuité des écosystèmes benthiques et côtiers de ces deux zones, l'étude intègre également une zone tampon marine intermédiaire d'environ 7 000 ha, l'ensemble de ces aires longent alors **113 km de littoral**¹² et de zones humides côtières, à cheval sur les communes d'Aquin et Saint-Louis du Sud. Ce trait de côte se répartit de la manière suivante entre les différents types de côtes :

- Côtes rocheuses : falaises (27km) et côtes à terrasses rocheuses (28km)
- Côtes meubles : plages et cordons (26km), mangroves (29km)
- Côtes anthropisées (20km).

Le littoral associé à cette aire se décompose en trois unités hydrographiques que représentent, d'ouest en est, **les bassins côtiers de Saint Louis d'Aquin** (issus des bassins versants Mombin et Millionnaire) ; **de Saint Georges** (issues des BV des rivières Millionnaire et Brodequin et d'Aquin (entre les BV de Brodequin et Vieux bourg d'Aquin) ; et **trois plaines alluviales débouchant sur la mer des Caraïbes** formant les baies principales de St Louis, Baie Anglaise et Baie d'Aquin (MDE, PNUD, 2011).

Tableau 2 : Données de population des sections communales d'Aquin/St Louis du Sud (IHSL, 2015). Les sections qui ne sont pas directement liées à l'aire sont indiquées en italique.

Section communale littorale	Population
Saint Louis du Sud	
Ville	3325
2 ^{ème} Baie Dumesle	13315
2 ^{ème} Grenodière	12608
4 ^{ème} Zanglais	8820
Aquin	
3 ^{ème} Brodequin	6289
5 ^{ème} Mare à Coiffe	7676
1 ^{ère} Macéan	7076
Ile de Grosse Caye	500
TOTAL LITTORAL	59609

Section communale (non côtière)	Population
Saint Louis du Sud	
1 ^{ère} Grands Fonds	2796
5 ^{ème} Sucrierie Henry	5131
6 ^{ème} <i>Solon</i>	8133
7 ^{ème} Charette	5614
8 ^{ème} Corail-Henry	5182
Aquin	
Arrondissement d'Aquin (urbain)	9192
Vieux bourg d'Aquin (urbain)	4083
<i>Fonds des Blancs (urbain)</i>	572
2 ^{ème} Bellevue	11958
4 ^{ème} Flamands	5942
6 ^{ème} <i>la Colline</i>	16100
7 ^{ème} <i>Frangipane</i>	11190
8 ^{ème} <i>Colline à Mongons</i>	7276
9 ^{ème} <i>Fonds des Blancs</i>	7248
10 ^{ème} <i>Guirant</i>	9614
TOTAL DIRECT ARRIERE-PAYS	49898
TOTAL	110031

Au total, la population des bassins côtiers susmentionnés cumule les effectifs des communes d'Aquin et St Louis du Sud, soit **169 640 habitants** (IHSL, 2015). 93% de la population est rurale, à l'exception des habitants des centres urbains – section Baie Dumesle de Saint Louis du Sud et de la section Macéan,

¹² Ce trait de côte a été défini par analyse SIG à partir de la courbe isohype des données LIDAR de 2014 sur l'ensemble de l'aire protégée Aquin Saint Louis. Certains segments de côte relèvent de différentes catégories.

la plus urbanisée de la commune d'Aquin-, le reste de la population étant majoritairement regroupée autour des zones propices à l'agroforesterie et le long de la nationale N2 depuis Grenodière jusqu'à Zanglais (MDE, PNUD, 2011).

Les données de l'IHSI ont permis d'estimer à 65% le nombre d'habitants des communes d'Aquin et Saint-Louis du Sud **vivant au sein ou à proximité de la zone d'étude, soit 109 507 personnes. Plus d'un tiers, soit près de 60 000 personnes, occupent des sections communales dont le littoral est intégré dans l'aire marine protégée** (IHSI, 2015).

2.2 Outils de gestion actuels

Avant la création en 2013 de l'aire marine protégée, le territoire était analysé à l'échelle de l'Unité Hydrographique Aquin/Saint Louis du Sud (UHSAL), ensemble hétérogène regroupant une multiplicité d'écosystèmes terrestres et benthiques. Ceci empêchait la mise en place d'une gestion cohérente des problématiques spécifiques aux aires marines. Ces zones, soumises à des pressions anthropiques (pêche, pollution des eaux, exploitation non durable des zones boisées) et en proie aux catastrophes – cyclones et tempêtes tels que l'ouragan Matthew survenu en septembre 2016, tremblements de terre - sont également dotées d'atouts naturels susceptibles d'atténuer les effets de ces aléas et de sécuriser le prélèvement durable des ressources halieutiques à des fins économiques. C'est notamment pour préserver ces services écosystémiques que le MDE a élaboré dès 2011 un plan de cogestion de l'UHASL et identifié un périmètre de 87 422 ha de zones côtières humides et marines le long du littoral de Port-Salut/Aquin à gérer en priorité. En 2013, cette zone est officiellement reconnue est découpée en « Aires Protégées Habitats/Espèces », dont Olivier/Zanglais et Aquin/St Louis, mais aussi d'autres aires comme le Parc National Naturel de l'Ile-à-Vache sur lequel ne porte pas cette étude mais qui a déjà fait l'objet de nombreuses analyses pour y définir des stratégies de gestion.

Ces deux aires marines protégées ne bénéficient pas encore de plans de gestion et d'investissements tels que ceux de Macaya : la composante 1 de l'étude et la présente évaluation doivent permettre d'accéder à un niveau de connaissances des écosystèmes et des services suffisant pour permettre à l'ANAP et au MDE d'élaborer des outils stratégiques efficaces. L'objectif est également de mobiliser et d'actualiser l'état des lieux de la pêche sur le littoral sud publié en 2011 par Côte Sud Initiative (CSI) via le programme Mer Sud¹³. À cette occasion, les pêcheurs et associations de pêcheurs avaient été répertoriés. 1361 pêcheurs et une association ont été identifiés à Saint Louis du Sud et 1226 pêcheurs et 3 associations sont présents à Aquin. Les associations de pêcheurs interrogées avaient exprimé **leur volonté d'être reconnues comme coopératives** (Côte Sud Initiative, 2011). Une étroite collaboration avec ces associations dont dépend en partie l'effort de pêche et donc la pression sur les habitats halieutiques est essentielle pour gérer ces aires avec efficacité.

2.3. Identification des écosystèmes

Cette étude est centrée sur la valeur des services prodigués par les habitats benthiques de l'aire marine, les écosystèmes terrestres de l'arrière-pays ne sont donc que brièvement décrits et représentés par la carte ci-contre.

¹³ CSI est une coalition de divers organes des Nations Unies (PNUE, UNOPS, PNUD et FAO)

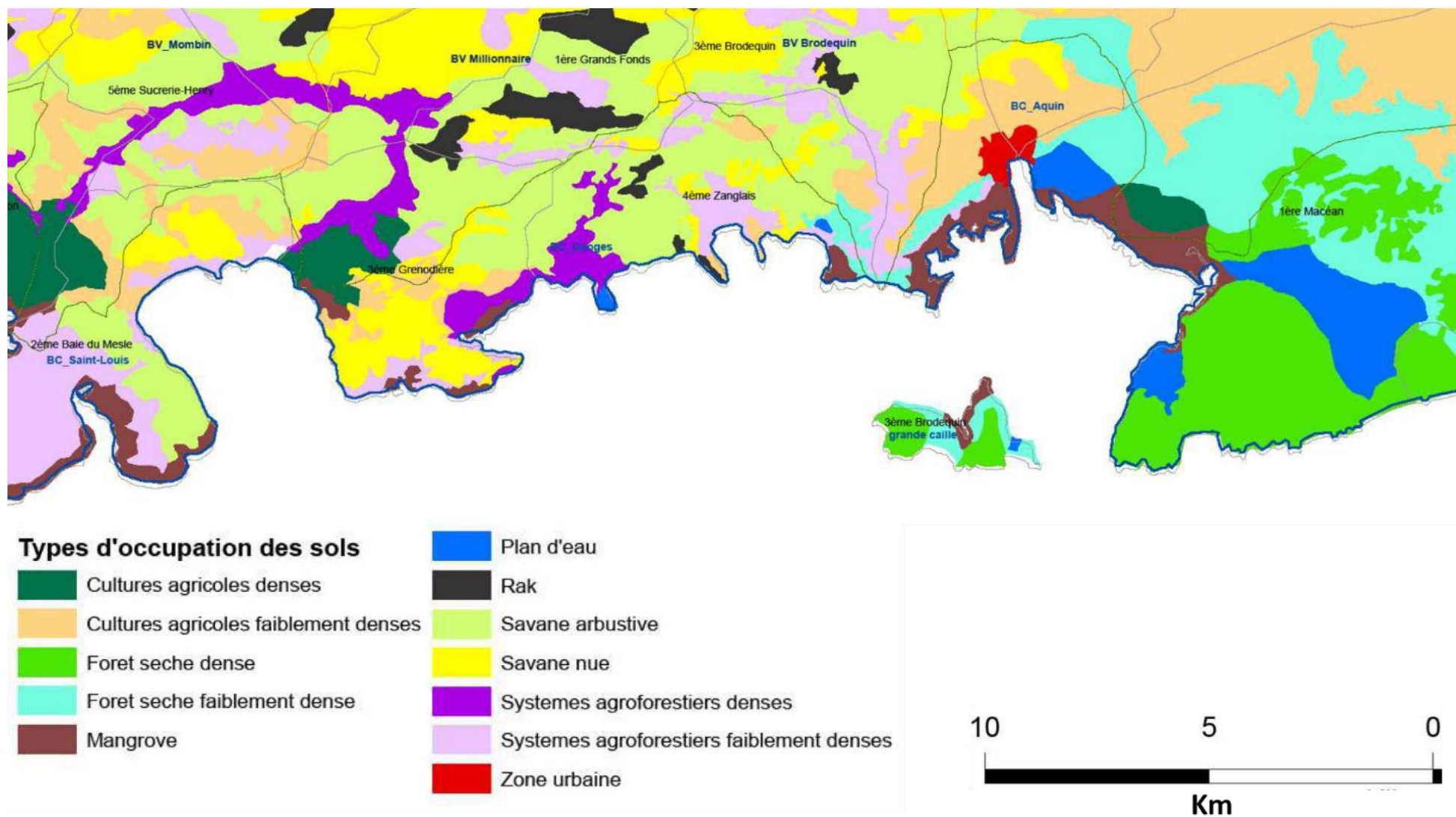


Figure 7 : Unités écologiques et usages sur le littoral d'Aquin/St Louis du Sud. (MDE, PNUD, 2011)

La zone tampon de ces écosystèmes côtiers et marins est constituée d'un ensemble **de forêts sèches** (8 700 ha dans la zone de conservation) **et de rak boisés** (900 ha) ¹⁴, de plaines humides ou semi-arides. Les activités littorales sont majoritairement **l'élevage, l'apiculture ou l'agroforesterie sur des petites parcelles irriguées**. Les mangroves peuvent également être associés à de l'arboriculture : au cocotier (*Cocos nucifera* L.), à l'amandier (*Terminalia catalpa* L.), au raisin de mer (*Coccoloba uvifera*) ou au coton fleur (*Ochroma pyramidale*) (Plan de Cogestion, 2011). Les activités économiques terrestres bénéficient donc des services procurés par les écosystèmes marins et ont une influence directe sur ces services (à l'instar de la régulation de l'apport sédimentaire), et les usagers des écosystèmes benthiques comme les pêcheurs exercent souvent une activité commerciale sur le littoral.



Illustration 4 : Embouchure de la rivière Boileau à Baie Dumesle. (MDE, 2011)



Illustration 5 : Plage Kokoye Anglaise à St Louis du Sud. (MDE, 2011)

Par ailleurs, si la partie centrale de la commune de Zanglais n'est pas inscrite comme une aire protégée, il est intéressant de l'inclure dans l'analyse notamment car on y retrouve une plage de sable au potentiel touristique important, alors qu'une carrière de sable est exploitée à Zanglais et menace l'écosystème (MDE, 2011). À l'instar de cette plage ou d'une zone lacustre comme l'embouchure de la rivière Boileau au cœur de la Baie Dumesle, les zones d'interfaces abritent une importante richesse spécifique, oiseaux migrateurs tels que la poule d'eau ou le flamand rose et doivent également faire l'objet d'une politique de gestion.

Le schorre¹⁵ a conservé en certains endroits sa végétation, qualifiée de mangrove, qui se poursuit au large des côtes par des herbiers, densément présents autour de l'île de Grosse Cayes. Cette végétation littorale a une action complémentaire à celle des récifs coralliens et constitue une barrière naturelle atténuant les aléas que représente par exemple la surcote marine corrélée aux cyclones. La répartition et le détail de ces unités écosystémiques benthiques sont présentés sur la carte ci-dessous.

¹⁴ Les « Rak » désignent les plantations forestières de versants abrupts et sommets de collines difficilement accessibles et souvent mieux conservés que le reste de la forêt sèche, bien qu'ils soient exploités pour le charbon de bois et pour quelques rares arbres fruitiers (MDE, 2011).

¹⁵ Zone humide littorale plane soumise à l'influence des marées, l'inondation par l'eau salée permettant la croissance d'une végétation caractéristique : ici, la mangrove.

Évaluation et suivi des services rendus par les écosystèmes des aires protégées du Grand Sud d'Haïti
Rapport d'évaluation des services écosystémiques Macaya – Aquin Saint Louis

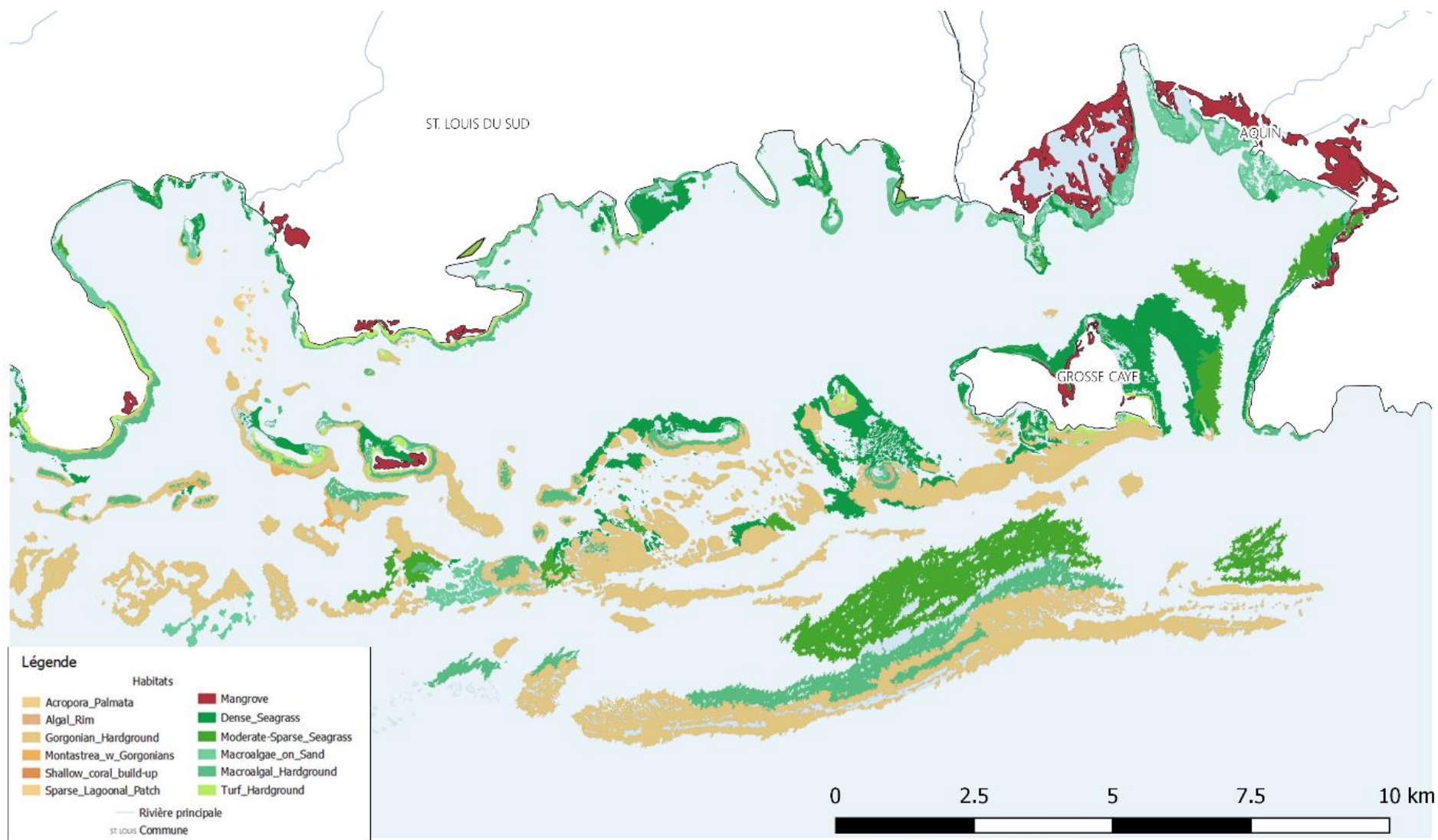


Figure 8 : Identification des écosystèmes benthiques de l'AMP d'Aquin-Saint Louis du Sud. (Auteurs)

Les superficies associées à ces écosystèmes ont été évaluées par les auteurs via traitement SIG et sont présentées dans le tableau 4 ci-dessous.

Tableau 4 : Habitats et superficies associées d'Aquin/Saint-Louis du Sud (Auteurs)

Catégorie d'habitat benthique	Habitat benthique détaillé (d'après Mer sud, 2012)		Superficie (ha)
Mangroves	Palétuviers	82% de manglier rouge, 10% de manglier noir, 10% palétuviers blancs et gris	341,67
Hautes zones de corail	<i>Montastraea</i> et gorgones	Environ 15% de la surface est composé de coraux massifs, des <i>Montastrea</i> ou <i>Dendrogyra</i> , entre lesquels l'on retrouve des gorgones et éponges	20,33
	<i>Gorgonian hardground</i>	Couverture corallienne composée de gorgones pour plus de 60%. Scleractiniaires <5%. Eponges et macroalgues occupent le reste.	2 146,69
	Récifs lagunaires éparses (<i>Sparse lagoonal patch</i>)	De 1 à 10m de profondeur, séparés par une épaisse couverture sédimentaire ou des herbiers. Scleractiniaires, Hydrocoraux. Substrat gorgones et éponges.	29,11
	Algal rim	Zones de rupture de profondeur, couverture d'algues « gazons » et calcaires, petites colonies coralliennes	28,14
Herbiers	Herbiers denses	Couverture d'herbiers >60%, profondeurs inférieures à 15m, dominée par <i>Thalassia testudinum</i> .	809,58
	Herbiers éparses et <i>Halimeda</i> (<i>Moderate sparse seagrass</i>)	Couverture d'herbiers <40%, dominée par <i>Thalassia testudinum</i> et <i>Syringodium filiforme</i>	798,84
	Herbiers avec macroalgues (<i>Macroalgae on Sand</i>)	Couverture d'herbiers <5%, macroalgues >60%. Sous les crêtes des récifs, à plus de 5m de prof.	347,12
Macroalgues	<i>Macroalgal hardground</i>	Principalement des sargasses, et éponges. Rare couverture corallienne <5%.	696,10
	<i>Turf hardground</i>	Sol dur, plat, recouvert partiellement d'un placage d'algues gazons, d'éponges et macroalgues. Rare couverture corallienne <5%.	115,16
Habitats terrestres – sans détail des différents habitats (d'après MDE, PNUD, 2011).			
Forêt sèche	-	-	8 700
Raks	-	-	900
Plans d'eau/zones humides	-	-	900

2.3.1 Les mangroves et herbiers

Sur l'ensemble du territoire d'Haïti, **les mangroves occuperaient une superficie de 13 700 ha¹⁶** (FAO, 2015) dont 341,67 ha, soit 2,4%, se trouvent le long des communes d'Aquin et St Louis du Sud. À l'extérieur de l'AMP- à l'Ouest de la Baie Dumesle de Saint-Louis du Sud ainsi qu'à l'Est d'Aquin le long de la section Flamands – on retrouve des zones éparses de mangroves (IGNFI, 2016) qui ne sont pas comptabilisées dans l'évaluation mais qui pourraient être prises en considération dans des scénarios pour une gestion intégrée des écosystèmes de mangroves. Ces complexes d'arbres et arbustes colonisent les zones humides bénéficiant d'importantes quantités d'eau pluviale, à l'interface entre les

¹⁶ En raison d'une forte variabilité dans les données de surface couverte par les mangroves nationales, nous avons retenu la valeur estimée par la FAO en 2005 qui a réalisé un travail d'extrapolation de données historiques. Quant aux données cartographiques des mangroves d'Aquin et Saint-Louis du Sud, nous mobilisons les données collectées pour la BID en 2015 par l'IGN France International.

embouchures de rivières et les marées des Caraïbes (CDB, 2016). Ils protègent les côtes, sont le support d'une importante biodiversité et permettent la séquestration du carbone atmosphérique (FFEM, 2015).

Davantage de mangroves ont été identifiées en dehors de la zone d'étude, à l'Est d'Aquin (littoral de Flamands) ainsi qu'à l'Ouest le long de la Baie Dumesle. Ces mangroves pourraient être intégrées dans les politiques de protection. Les surfaces de mangroves identifiées sont ainsi réparties :

Tableau 5 : Surfaces de mangrove par commune (IGNFI, 2016)

Aire protégée	Surfaces(ha)
St Louis du Sud (aire Olivier/Zanglais)	45,71
Aire intermédiaire	10,02
Zone humide d'Aquin/Grosse Caye	285,94
TOTAL	341,67

4 espèces de palétuviers ont été identifiées et leurs proportions estimées : le palétuvier rouge (*Rhizophora mangle*) est majoritaire, occupant 82% des forêts de mangroves, le manglier noir (*Avicennia germinans*) en couvre 10%, la surface restante étant partagée entre les palétuviers blancs (*Laguncularia racemosa*) et gris (*Conocarpus erectus*) (IGNFI, 2016 ; CSI, 2012; TNC 2012; Wiener, 2014). Dans la baie d'Aquin et sur l'îlot de Grosse Caye, les palétuviers rouges reconnaissables à leurs racines aériennes en échasses forment un front pionnier sur la mer, ceinturant et protégeant le cœur de la mangrove où l'on retrouve une plus grande diversité de mangliers. *Rhizophora mangle* est néanmoins minoritaire dans les mangroves d'Olivier/Zanglais où l'on retrouve davantage de mangliers gris, blancs et noirs.

Ces mangroves constituent des zones attractives pour une faune benthique diversifiée (crustacés, mollusques, coquillages, poissons) et une niche écologique pour des oiseaux tels que les hérons, les canards migrateurs et sauvages, la poule d'eau, l'ibis blanc ainsi que des flamands roses y ont été recensés. (MDE, 2011).



Illustration 6 : Palétuviers rouges à Grosse Caye. (IGN FI, 2016)

Les mangroves sont menacées par l'expansion des habitats, les techniques de pêche agressives (senne de plage notamment), le défrichage pour l'agriculture, l'exploitation du charbon de bois, la saliculture ou la pollution notamment par les macrodéchets, et doivent faire l'objet d'une gestion durable, (MDE, 2011). Elles constituent en effet un écosystème riche en potentialités, tant pour les habitats qui abritent une forte biodiversité - des pollinisateurs aux oiseaux migrateurs - que pour les ressources halieutiques et les services de protection qu'il induit, notamment en réduisant la turbidité de l'eau, favorisant ainsi la croissance des récifs coralliens.

La flore sous-marine que l'on retrouve dans les eaux peu profondes de l'aire est principalement constituée d'herbiers couvrant une surface de près de 2 000 ha, dont une majorité de *Thalassia testudinum*, et de communautés algales. Ce sont des nurseries et habitats pour de nombreuses espèces halieutiques, notamment des mollusques comme les lambis, très prisés par les pêcheurs côtiers des baies d'Aquin et Saint-Louis du Sud (TNC, Mer Sud, 2012).

2.3.2 Récifs coralliens

Les **bio-constructions coralliennes** sont des structures sous-marines essentielles au maintien d'un quart de la biodiversité marine à l'échelle du globe (Salvat et Wilkinson, 2012). Les diverses formations récifales recouvrent 2218,27 ha de la zone d'étude. Leur état de santé est difficilement évaluable et les massifs pourraient être fortement dégradés, notamment sous l'effet des pratiques de pêche côtières. Par ailleurs, le recouvrement par les sédiments terrigènes ou l'augmentation de la turbidité de l'eau qu'ils provoquent bloquent pour certaines formations coralligènes la pratique de la photosynthèse par les algues symbiotiques. Les récifs les plus abondants des départements Nord-Est (Fort-Liberté) et Grand'Anse (commune de Jérémie) ont été identifiés comme potentielles sources de larves pour enrichir et restaurer des récifs comme celui d'Aquin-Saint Louis du Sud.

Les coraux principalement retrouvés dans cette zone sont des espèces de *Gorgona spp*, et dans une moindre mesure des *Montastrea annularis*, espèce caractéristique des récifs frangeants, ainsi que diverses petites colonies coralliennes éparses (Spalding et al., 2001; TNC, Mer Sud, 2012). Les substrats qui s'intercalent entre les récifs sont composés de plus ou moins d'algues et d'éponges.

2.3.3 Autres espèces de faune marine

Les écosystèmes côtiers caractérisés ci-dessus abritent une faune marine d'une grande importance, qui fournit notamment des ressources alimentaires aux habitants de ces zones. Parmi les espèces exploitées, on trouve le hareng, amené en bancs durant certaines périodes de l'année par des courants marins (*Gulf Stream*), le kong, la raie, le krik, le tritri, le perroquet, la sarde, la dormeuse, ainsi que des crustacés : crabes, langoustes, crevettes... Des espèces de mollusques sont également présentes : on distingue les gastéropodes tels que le lambi (*Strombus giga*), les bivalves représentés par l'huître (*Ostrea edulis*), et les céphalopodes comme la pieuvre (*Octopus vulgaris*). D'autres espèces à l'importance économique moindre revêtent cependant un fort intérêt pour le maintien de l'équilibre écologique, comme les étoiles de mer (MDE, 2011).

Lors de leur activité dans la zone pélagique, les pêcheurs ont déclaré avoir identifié des requins (*Rhizoprionodon porosus*) : requin aiguille antillais, et des mammifères marins comme les marsouins (*Phocoena phocoena*). Par ailleurs, bien que rare dans la zone, une espèce de tortue (*Eretmochelys imbricata*) a été observée le long du littoral entre Aquin et Saint-Louis du Sud (MDE, 2011).

3. Identification des pressions et menaces

Les écosystèmes décrits dans la section précédente sont au cœur de dynamiques sociales et économiques et constituent des milieux exposés à des **pressions anthropiques** liées aux pratiques extractives et à l'expansion des habitats, ainsi qu'à des **risques naturels ou anthropiques indirects**, comme les perturbations climatiques.

3.1 Diagnostic historique et socio-économique

En 2012, 65% des habitants du Sud vivent sous le seuil de pauvreté et le département de Grand'Anse cumule 15 points supplémentaires. Parmi ces populations vivant avec moins de 2\$/jour/personne (132 HTG en 2018), 38% disposent de moins d'1\$ par jour au Sud, et 45% à Grand Anse. La précarité plus importante dans ce département est liée notamment à son enclavement et son éloignement par rapport à Port-au-Prince et sa région Ouest qui affiche un taux de pauvreté moindre. (40% des habitants y vivent sous le seuil de pauvreté, Marzo et al., 2014).

Le secteur primaire qui regroupe les activités agricoles, pastorales, sylvicoles et aquacoles, représente la principale ressource des haïtiens (25% du PIB et plus de la moitié de la population active selon le CIRAD, 2016) : **une économie extractive qui repose essentiellement sur les ressources naturelles donc, et principalement dédiée à l'autosubsistance**. Le manque de capital financier induit dans bien

des cas une incapacité à financer des investissements susceptibles d'augmenter la productivité du secteur primaire, et les secteurs secondaires et tertiaires sont peu développés (Pressoir et al., 2016).

3.2 Pressions anthropiques à Macaya

Les pressions exercées par les communautés sur les écosystèmes sont principalement liées aux pratiques extractives et à l'artificialisation des sols pour l'installation d'habitats. Des données quantitatives et économiques sur ces activités seront précisées lors de l'évaluation des services d'approvisionnement. Certains services peuvent effectivement devenir des pressions s'ils ne font pas l'objet d'une gestion durable.

3.2.1 Déforestation par l'habitat et les pratiques agroforestières et pastorales

L'article 1 de l'arrêté du 18 mars 1968 sur la création des parcs naturels indique que « sont dénommés Parcs Nationaux, Sites Nationaux, Sites Naturels toutes étendues de terres boisées ou parcs sur lesquelles sont établis des monuments historiques ou naturels, qui [...], doivent demeurer intacts et, en aucun cas ou aucune circonstance, ne doivent être soumises à une exploitation agricole ou forestière quelconque. ». Néanmoins, la possibilité d'exploiter des ressources naturelles, notamment dans le cadre d'activités d'agroforesterie n'est pas exclue aujourd'hui par les gestionnaires des espaces naturels haïtiens. Ainsi, dans le plan de gestion du parc forestier de Macaya-Grande Colline, figure notamment le zonage du parc et ses perspectives d'évolution :

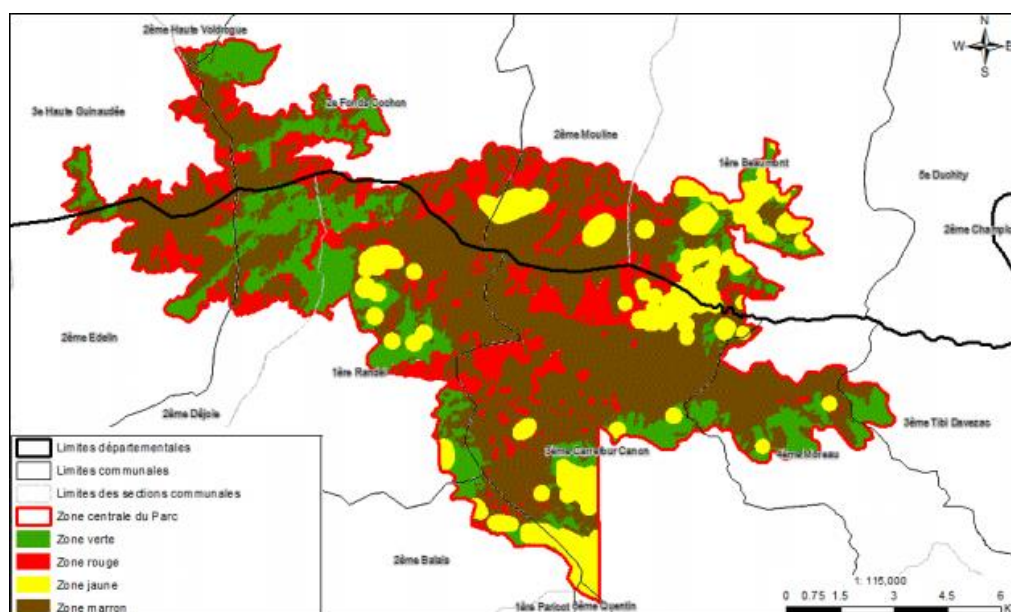


Figure 9 : Zonage actuel du parc (Plan de Gestion, 2015)

- Les zones marrons de conservation stricte constituées d'écosystèmes forestiers à protéger ;
- Les zones rouges concernées par des projets de restauration et qui devraient devenir zones de conservation stricte d'ici 2020 ;
- Les zones jaunes ciblées par les programmes d'éco-tourisme et de recherche scientifique ;
- Et enfin les zones vertes dites « zones économiques » où les pratiques agricoles et l'extraction ligneuse sont autorisées et doivent être encadrées durablement.

Les zones vertes et jaunes témoignent de **la volonté des gestionnaires de ne pas empêcher toute exploitation économique au sein du parc**, qu'il s'agisse d'activités non-extractives ou de prélèvements végétaux, sous réserve de la durabilité de ces pratiques et du maintien des écosystèmes forestiers (CATIE, 2017). Une agriculture principalement agroforestière est développée en parallèle des pratiques charbonnières, au sein de parcelles jardinières et de vergers à proximité des bâtis (com. J Chesnel). Ces

habitats cartographiés s'étendent dans les zones économiques mais également dans certaines zones de conservation et de restauration (Plan de gestion, 2015).

Les rapports et diagnostics de terrain évoquent souvent une forêt haïtienne couvrant 2% du territoire, un chiffre totalisant les reliquats de peuplements natifs mais omettant les surfaces boisées cultivées en agroforesterie, principale pratique agricole haïtienne (McClintock, 2003). **En tenant compte de cette pratique culturelle, les sols boisés plus ou moins denses couvriraient de 15 à 30% du territoire selon les estimations** (Churches et al., 2014). Ils demeurent cependant menacés par la vaine pâture et notamment par les cabris le long des pentes fragilisées ou le brûlis de parcelles forestières pour l'agriculture (Bellande, 2009 ; USAID, 2010).

Des incendies volontaires non maîtrisés sont en effet destinés à défricher des terres pour les convertir en terres agricoles. Des cultures de rentes, comme l'igname ou le haricot, y sont temporairement mises en place.

Entre 2001 et 2016, le taux de déforestation annuel était de 217,4 ha, représentant 2,6% du total de la forêt présente en 2001. Sur cette période, 15,1% de la superficie forestière de 2001 a été convertie en pâturages et 6% en agriculture. Les forêts naturelles sont donc perdues au détriment de végétations basses ou de parcelles agroforestières. Néanmoins, un gain de zones forestières a également été observé, 44% provenant de systèmes agroforestiers et 28,8% des zones de pâturages (Argotty et al., 2016) (Figure 16).

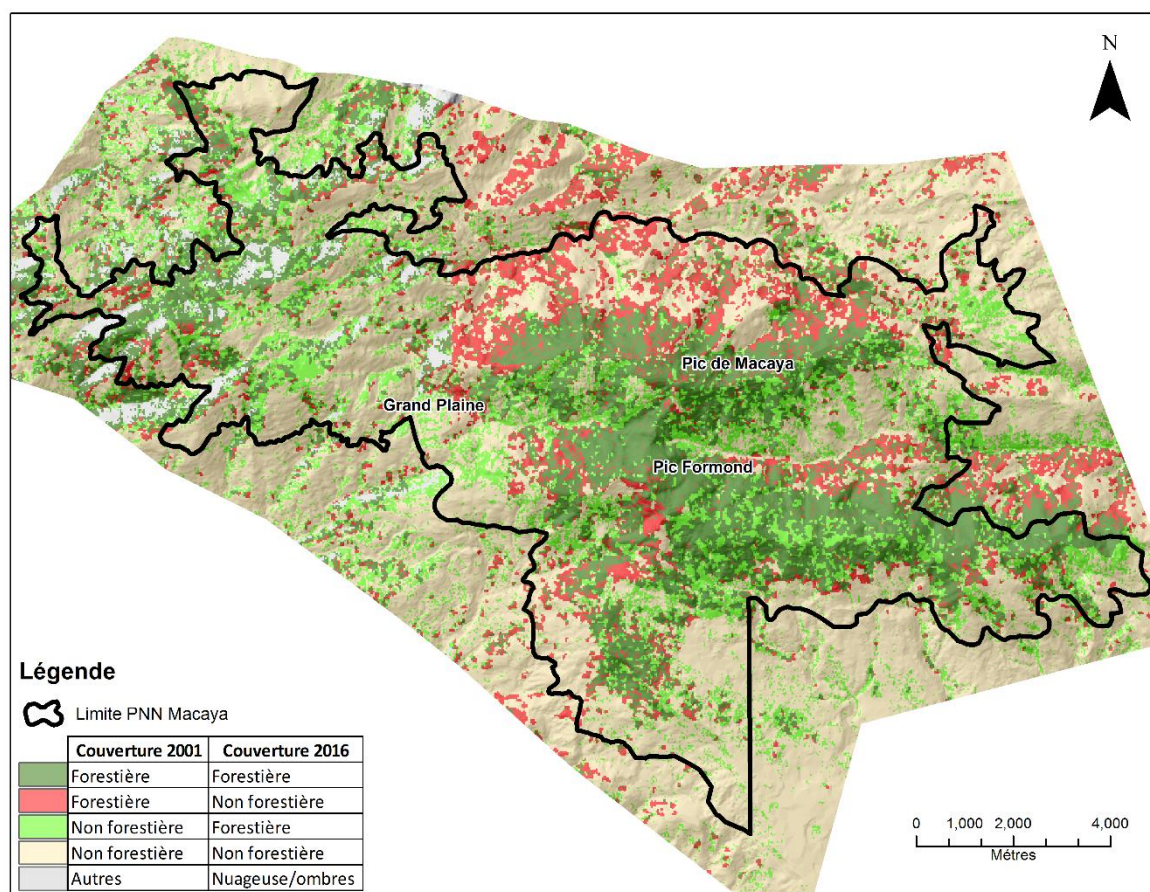


Figure 10 : Distribution spatiale des changements de couverture du sol dans le PNN Macaya et ses environs, 2001-2016 (CATIE)

3.2.2 Déforestation pour l'approvisionnement en bois et charbon

La pluriactivité est caractéristique de la paysannerie haïtienne (Bellande et al., 1994 ; Bouvard et al., 2014). Pour les détenteurs d'une parcelle agroforestière à Macaya, la production de charbon de bois comme complément de revenu connaît un fort essor : corrélée à l'urbanisation croissante, l'augmentation du prix du charbon de bois en ville en fait une production d'intérêt pour ces agriculteurs polyvalents (Bouvard et al., 2014). Le Sud d'Haïti est de plus devenu une source d'approvisionnement importante en charbon pour la capitale notamment. Près de 6000 sacs de charbon, soit plus de 370 000 kg de bois, quittent par exemple quotidiennement le département de Grand'Anse pour Port-au-Prince (PNUE Haïti, 2016a).

La production de charbon de bois, montrée du doigt comme le second coupable de la déforestation après l'agriculture à Macaya, mérite d'ailleurs d'être analysée précisément. Cette activité est en effet essentielle pour l'autosubsistance de nombreux foyers paysans et constitue une source de revenus moins aléatoire que l'agriculture permettant de répondre à des besoins économiques urgents. Dans le département du Sud, la production de charbon de bois est ainsi l'une des principales activités économiques et contribue plus à l'économie des ménages que l'agriculture. En 2014, chaque producteur de charbon produit en moyenne 11 sacs par semaine et la valeur générée par cette production est utilisée pour acheter de la nourriture (38%), payer les frais de scolarité (28%) et avoir des liquidités pour subvenir aux besoins du ménage (27%) (PNUE Haïti, 2016a). Chaque producteur vend en moyenne 11 sacs de charbon par semaine qu'il peut valoriser entre 254 et 326 gourdes par sac, selon le type de vente (sur le marché ou auprès d'un intermédiaire par exemple).

À Macaya, les ménages les plus démunis ne disposent pour seule parcelle que d'un petit verger familial de moins de 0,2 ha et ne peuvent cultiver leurs propres essences. S'ils ne sont pas ouvriers charbonniers salariés (souvent moins d'1\$/jour), ils produisent du charbon à partir d'arbres ou branchages achetés à crédit (Bouvard et al., 2014). La contrepartie, en supplément du remboursement de l'emprunt contracté, est souvent de reverser 30 à 40% de la valeur ajoutée de la production de charbon au fournisseur. Le reste est le plus souvent autoconsommé par le ménage (Bouvard et al., 2014)¹⁷. Les ménages qui possèdent davantage de ressources foncières (0,8 à 1ha de parcelle en moyenne) et de capital produisent et vendent des sacs de charbon en ville et en dégagent un complément de revenu souvent réinvesti dans une extension parcellaire de quelques centaines de mètres carrés.

En réalité, la déforestation n'est pas uniquement le fait des charbonniers d'aujourd'hui, mais également des pratiques coloniales et ingérences étrangères depuis le 15^{ème} siècle qui ont favorisé l'extraction industrielle et la monoculture forestière¹⁸ (Maertens and Stork, 2018).

Ces poly-activités associées à des pratiques extractives doivent donc être incluses dans la gestion du parc et être ciblées par des politiques qui prennent en compte les usages culturels de la terre par les communautés locales. De nombreuses politiques comme la distribution de fours alternatifs en zones urbaines ont par exemple éludé l'ancrage dans la culture du charbon de bois. D'autant qu'il existe des systèmes familiaux de production fonctionnant autour de « *rak bwa* », **des lots boisés de versants**

¹⁷ Une étude menée par le PNUE à Haïti en 2016 a par ailleurs mis en avant que pour la moitié des personnes interrogées lors de leur enquête de terrain, l'approvisionnement en bois était fait à proximité de leur logement.

¹⁸ Par exemple, la France a implanté jusqu'à la fin du 18^{ème} siècle la canne à sucre au détriment des forêts natives (dans la Plaine du Nord, la plaine de Leogane et celle des Cayes notamment), puis en 1825 c'est l'acajou, bois d'œuvre de qualité, qui est surexploité pour permettre le remboursement de la dette d'Haïti. Les Etats-Unis développent entre 1940 et 1950 les arbres à caoutchouc sur la commune de Jérémie dont une partie entre dans le périmètre du parc naturel de Macaya.

gérés collectivement et durablement pour générer du charbon tout en préservant la forêt (Maertens et Stock, 2018). L'utilisation de bois mort – la production de charbon n'est effectuée que pour un tiers à partir de bois vivants – permet également de soulager la pression sur les plantations forestières. (Bellande, 2009).

3.2.3 L'érosion, conséquence directe de la déforestation

La déforestation qui découle de l'ensemble de ces pratiques fragilise les pentes calcaires et est à l'origine de **l'érosion des bassins versants**, le département du Sud étant le plus touché du pays (Bellande 2009). Alors que la majorité des parcelles forestières étaient exploitées pour des monocultures dédiées à l'exportation vers les Etats-Unis ou la France, ce sont les terrains situés entre les plaines arables et les caféiers qui ont été alloués aux paysans les plus modestes. Ces parcelles entre 200 et 600m d'altitude que l'on retrouve en périphérie du parc de Macaya sont les plus exposées à l'érosion. Ce phénomène est à l'origine d'une cascade d'impacts : lessivage et appauvrissement des sols, charriage de sédiments par les rivières pouvant engendrer le tarissement des sources ou provoquant des inondations fluviales, ou encore l'apport dans l'environnement marin de sédiments terrigènes pouvant affecter les écosystèmes marins par étouffement.

3.2.4 Pollutions domestiques

Les infrastructures d'assainissement des eaux sont inexistantes et les réseaux de distribution sont rares. En 2014, seulement 25% de la population haïtienne a par exemple accès à des sources d'eau améliorées, c'est-à-dire protégées contre la contamination extérieure (matières fécales notamment), le reste des habitants devant s'approvisionner via des sources où la qualité de l'eau n'est pas régulée (WHO, UNICEF, 2017). L'eau et les sols sont souvent contaminés par des maladies – le choléra notamment – ou des polluants issus de la décomposition des déchets car les structures sanitaires manquent et que les centres de traitement des déchets solides sont défectueux. Ils s'accumulent dans des zones informelles et le lixiviat¹⁹ est susceptible de polluer les sols et les nappes phréatiques (Brangeon, 2015).

Dans la capitale par exemple, seuls 30% des macrodéchets sont collectés et accumulés dans le centre de Truitier, seule décharge officielle du pays située en amont d'une zone rurale de production agricole (Brangeon, 2015). Ce problème est transférable au littoral du Sud où des déchets s'accumulant dans la mangrove ont été identifiés par les enquêtes successives de terrain (MDE, 2016) et tend à s'accroître. Alors que l'urbanisation et la croissance démographique ont entraîné depuis les années 1990 un accroissement des rejets de déchets et de pollution des eaux (UNDP, 2012), des catastrophes comme le séisme de 2010 menacent les investissements déjà réalisés (Brangeon, 2015).

3.3 Pressions anthropiques à Aquin-Saint Louis

Le littoral d'Aquin-Saint Louis, et la zone tampon de l'AMP, sont la cible de pressions anthropiques (par exemple l'exploitation du bois de mangrove pour la production de charbon) et de risques naturels similaires à ceux rencontrés à Macaya. Les sédiments charriés le long des ravines et cours d'eaux s'accumulent aux embouchures des fleuves, dans les zones de mangroves, et recouvrent et étouffent la végétation et les coraux déjà fragilisés par l'augmentation de la turbidité des eaux par les particules en suspension (Bellande, 2009 ; Spalding, 2001). C'est à ces endroits que l'on retrouve aussi des accumulations de macrodéchets et de pollutions domestiques.

¹⁹ Liquide résiduel issu du passage à travers un matériau, ici un stock de déchets ménagers.

3.3.1 Surexploitation des ressources halieutiques

Les pêcheurs d'Aquin et St-Louis du Sud, par manque d'investissements financiers justement, ne peuvent disposer d'embarcations sécurisées et ne sont par exemple que 3% de moteurs hors-bord. Ils pratiquent une pêche à 75% côtière. Si ce désavantage concurrentiel face à ses voisins des Caraïbes évite la surexploitation de grands pélagiques de haute mer par exemple, la pression sur le plateau continental et donc sur les écosystèmes de mangroves, d'herbiers et de récifs, biotopes et niches écologiques de nombreuses espèces halieutiques du plateau, n'en est qu'accrue (Mer Sud, 2011 ; PADI, 2012). À cela s'ajoute une pression sur les crevettes, lambis et langoustes, pêchées même pendant la période de fermeture pour le reste des Caraïbes ; qui correspond à la période de reproduction.

3.3.2 Artificialisation du littoral

Le bassin côtier d'Aquin est le plus peuplé du bassin versant avec 15 674 habitants pour une densité de 842 hab/km², suivi de celui de Saint-Louis (10 252 habitants pour une densité de 418 hab/km²) (UHSI, 2011). La population de l'Unité hydrographique d'Aquin/Saint-Louis du Sud se concentre particulièrement le long des voies de communication, notamment la Route Nationale N2 qui traverse le territoire, longeant le littoral entre Saint-Louis du Sud et Aquin (MDE, PNUD, 2011).

L'étalement urbain à partir des communes d'Aquin et de Saint Louis du Sud et des centres urbains secondaires se propage notamment sur le littoral, la plupart du temps de manière anarchique (MDE, 2016). Les forêts sèches de la zone tampon et les mangroves sont alors défrichées au profit de la construction d'habitats et de l'exploitation des bois ou des zones humides en aquaculture. Cette pression sur les écosystèmes menace les arbres et toutes les autres ressources qui en dépendent, mettant en danger les populations (MDE, 2016).

3.3.3 Pollutions domestiques

La situation décrite en 3.2.4 à propos du manque d'infrastructures d'assainissement des eaux et de collecte des déchets concerne le pays dans son ensemble et est donc valable aussi bien pour la zone de Macaya que pour celle d'Aquin/Saint-Louis du Sud.

3.4 Pressions liées au changement climatique et aux risques naturels

A ces pressions directes viennent s'ajouter **les risques et les conséquences du changement climatique**, principalement provoqué et accéléré par les activités anthropiques. La hausse de la température moyenne à la surface du globe due à la concentration de gaz à effet de serre dans l'atmosphère s'accompagne d'une augmentation de la fréquence d'événements climatiques extrêmes : cyclones, inondations marines, sécheresses, etc. (Allison et al, 2008). Les communes d'Aquin et St Louis sont par exemple sujettes en juin 2018 à une sécheresse exceptionnelle qui pourrait potentiellement s'étendre à Macaya (FEWS, 2018). La région du parc totalise pourtant la plus importante pluviométrie du pays, plus de 4 000mm/an en son point culminant (FEWS, 2018; Plan de gestion, 2011). Ces stress hydriques contribuent à menacer les rendements des productions végétales de rente, essentielles à la subsistance des ménages comme la patate douce, l'igname ou le haricot (Karmalkar et al, 2012).

Classé en 2019 au 32^{ème} rang mondial des pays les plus exposés aux catastrophes naturelles, Haïti figure parmi les derniers en termes de résilience, de vulnérabilité et de capacité d'adaptation face aux risques climatiques (Inter-Agency Standing Committee et European Commission, 2018). Le dernier ouragan en date, Matthew en 2016, a été caractérisé par des vents atteignant 230 km/h qui ont provoqué une catastrophe humanitaire et écologique. Plus de 90% des cultures des départements de Grand'Anse et du Sud ont été dévastés, une importante quantité d'arbres ont été déracinés et plus de la moitié du bétail a été perdue. Les ménages, qui pratiquent l'élevage pour 90% d'entre eux (AVSI, 2012),

parviennent aujourd'hui à reconstituer au fur et à mesure le cheptel perdu (FEWS, 2018). Les fortes inondations ont également contraint le déplacement de près de 100 000 familles dans le seul département de Grand'Anse ; la majorité des maisons et commerces ont été détruits et il en va de même pour les équipements de pêche. D'importantes surfaces habitées ont été inondées : près d'1m20 d'eau a submergé l'île à Vache située à l'Est de l'îlot de Grosse Caye, et le littoral de Saint-Louis du Sud a été fortement dégradé (Stewart, 2017).

3.5 Érosion de la biodiversité

Tandis que le réchauffement climatique impacte négativement la répartition et l'abondance de ressources halieutiques, Haïti est classé à la neuvième place des pays voyant leurs récifs exposés à un risque élevé de dégradation (Burke et al., 2011). Ces écosystèmes constituent pourtant un support essentiel de biodiversité. La dégradation des forêts d'Haïti s'accompagne également d'une érosion de la biodiversité dont elles sont le support. 2 000 espèces d'invertébrés y ont été recensées, dont 75% sont considérées endémiques (CDB, 2016), auxquelles s'ajoutent les 10 000 plantes vasculaires recensées au niveau national parmi lesquelles plus de 500 sont menacées d'extinction (Bellande, 2009).

Ces exemples de bouleversement des écosystèmes par les perturbations climatiques motivent les gestionnaires à réguler des pratiques extractives qui reposent essentiellement sur les fonctions écologiques du milieu naturel haïtien. Nous verrons que la préservation de ces services écosystémiques essentiels contribue à augmenter la résilience face aux risques (stabilisation des bassins versants par exemple) mais également à durabiliser et diversifier les ressources disponibles (en assurant la production de produits halieutiques ou d'essences mellifères, la conservation de la biodiversité pour faire émerger l'écotourisme, etc.).

4. Caractérisation des services rendus par les écosystèmes

La définition de périmètres protégés devrait permettre d'instaurer des outils de gestion durable de ces écosystèmes exposés aux pressions et menaces susmentionnées, de manière à endiguer la surexploitation des ressources hydriques, minérales, végétales, halieutiques... Les habitants des aires protégées, fortement dépendants de ces ressources, bénéficient en réalité des fonctions écologiques assurées par les écosystèmes : des services écosystémiques essentiels qu'il convient de préserver. Ces services peuvent être liés à des pratiques extractives, c'est le cas des services d'approvisionnement (ex : l'usage des sols pour l'agriculture ou l'élevage), ou non-extractives, comme le tourisme que les programmes de développement cherchent à promouvoir et qui pourrait bénéficier à des usagers à une échelle bien plus large que le périmètre local (Jessamine, 2013).

L'identification des écosystèmes, l'étude bibliographique et cartographique, les entretiens avec des experts ainsi qu'une enquête terrain entre juin et juillet 2018 auprès des populations et acteurs des deux aires protégées **ont permis d'établir une liste définitive des services écosystémiques procurés par les deux aires protégées**. Certains sont présents dans le territoire comme en témoigne la figure qui suit et qui recense les services évalués par la suite.

Évaluation et suivi des services rendus par les écosystèmes des aires protégées du Grand Sud d'Haïti
Rapport d'évaluation des services écosystémiques Macaya – Aquin Saint Louis

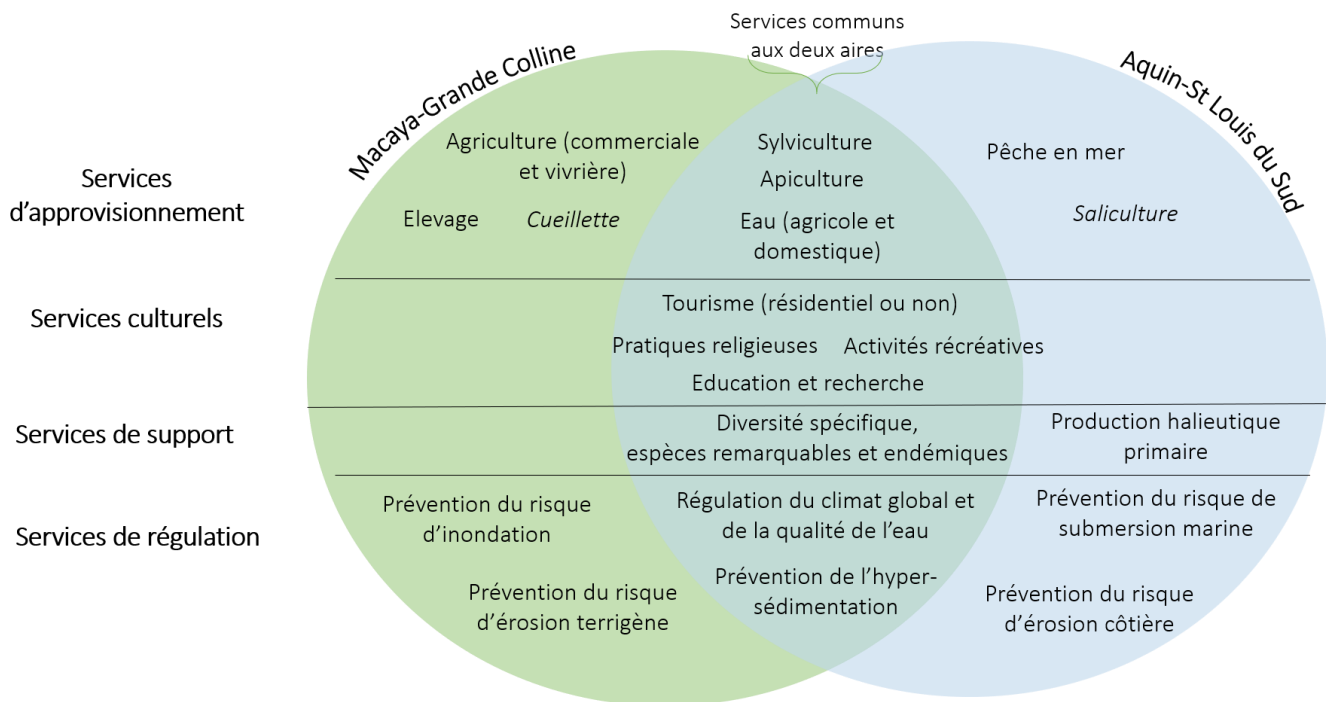


Figure 17 : Identification des services écosystémiques des deux sites d'étude selon la classification du MEA (auteurs)

Ces services bénéficient à un ensemble d'acteurs locaux, nationaux et même non-résidents. Par exemple, l'apport des écosystèmes dans les revenus liés au tourisme ou aux pratiques récréatives (paysages, activités sportives) peut bénéficier à la fois à un voyageur non-résident, à un producteur local qui vendra sa production au touriste, mais également à un hôtelier de la région qui hébergera ce dernier. **Cette cascade de bénéfices entre les acteurs directs bénéficiant des écosystèmes, et générant eux-mêmes des activités socio-économiques profitant à d'autres parties prenantes** est illustrée dans la figure ci-dessous.

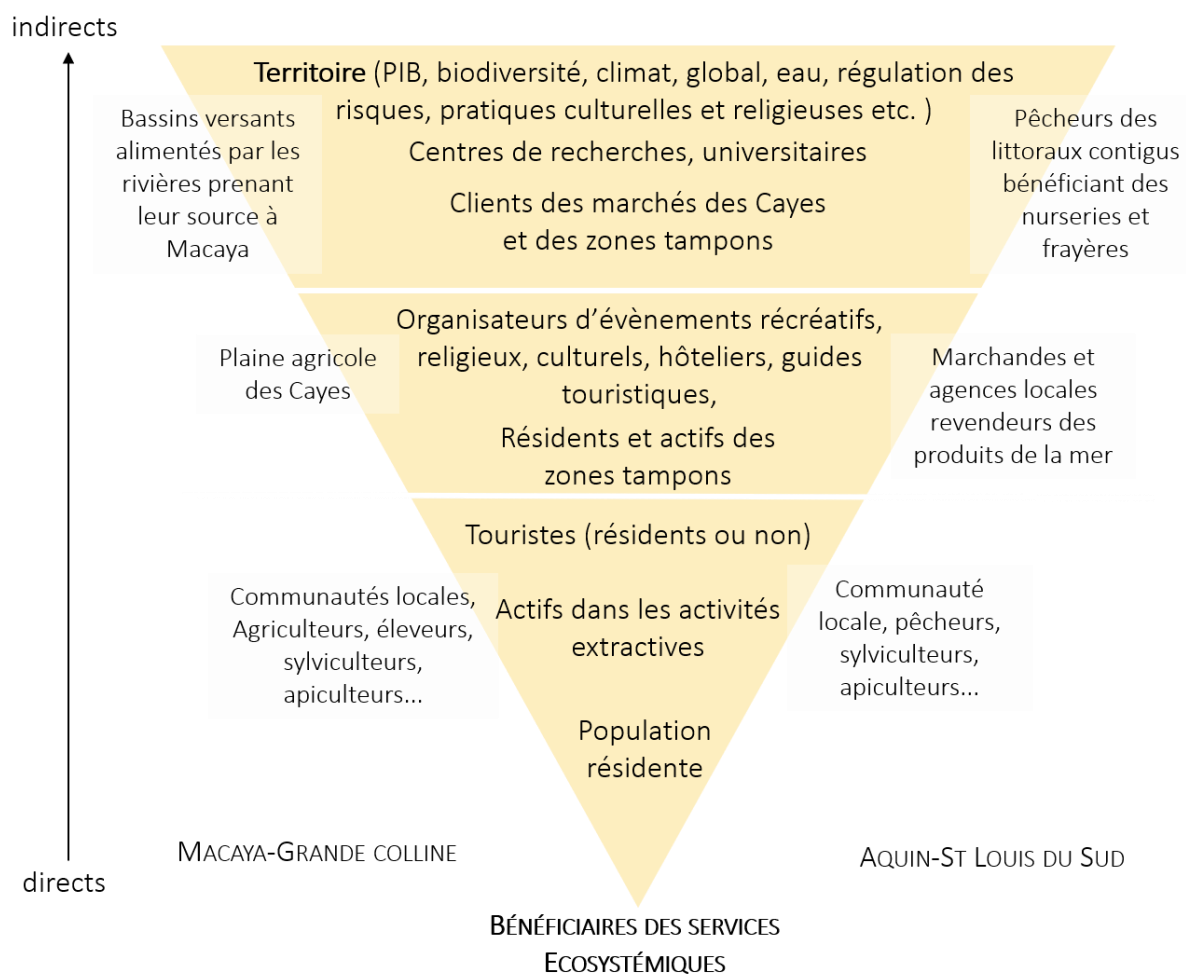


Figure 18 : Bénéficiaires directs et indirects des services écosystémiques (Auteurs)

Chapitre 3 : Évaluation économique des services écosystémiques

Ce chapitre est dédié à l'évaluation des services écosystémiques identifiés sur les zones d'Aquin-Saint Louis et de Macaya-Grande Colline. Dans un souci de clarté du déroulement des méthodes d'évaluation, les services seront présentés par catégories (services d'approvisionnement, de régulation et de support, puis services culturels), et non par aire protégée.

Certains services se retrouvent dans les deux aires protégées (c'est le cas de l'apiculture ou de la régulation du climat), nous distinguerons donc deux valeurs finales. La synthèse permettra de distinguer les valeurs finales des services évalués par aire et par écosystème.

L'évaluation considère uniquement les services fournis par les écosystèmes du périmètre protégé. L'interconnectivité entre les écosystèmes (corridors écologiques, réseau hydrographique, plateau karstique) justifie néanmoins que certains services s'étendent sur des zones tampons plus ou moins larges. **Cet élargissement nous permettra de considérer l'ensemble des bénéficiaires indirects, en plus des communautés locales qui vivent au sein ou à la limite des aires protégées.**

1. Évaluation économique des services d'approvisionnement

Les services d'approvisionnement sont les services liés à l'usage direct de certaines ressources par les communautés : aliments, eau potable, pâturages, systèmes agroforestiers, ressources halieutiques, etc. Pour cette catégorie de services, la frontière entre services fournis par les écosystèmes et pressions subies par les écosystèmes est fine. La surexploitation des ressources naturelles par les acteurs locaux peut en effet conduire à la destruction des écosystèmes et donc à la disparition du service. Dans le cas de Macaya Grande Colline et d'Aquin Saint Louis, **cette distinction est d'autant plus difficile que les populations vivant à proximité des aires protégées sont démunies sur le plan socio-économique et dépendent fortement de l'exploitation des ressources naturelles pour vivre.** Une enquête socio-démographique menée par la Société Audubon à Macaya en 2015 a par exemple mis en avant que la situation économique de plus de 70% des personnes interrogées et vivant dans le parc s'était dégradée par rapport aux années précédentes (Société Audubon Haïti and Géo-Nature Expert, 2015). Pour la majorité d'entre elles, les ressources financières dont elles disposaient n'étaient pas suffisantes pour se nourrir. Dans ce contexte, la préservation des écosystèmes naturels représente donc un véritable défi et n'apparaît pas comme une priorité pour les populations locales. Selon cette même étude, les principaux problèmes listés par les populations étaient l'accès aux services, aux routes, à l'eau, le manque de revenus et de sources de revenus.

Pour chaque service présenté dans cette partie, nous précisons donc en quoi celui-ci pourrait aussi être considéré comme une pression, notamment en cas d'affaiblissement de la gestion et de la préservation des écosystèmes naturels.

1.1 Agroforesterie – Macaya Grande Colline

Les sols des forêts humides et sèches la péninsule du Sud sont le support d'activités agricoles ; **nous nous attacherons dans cette partie à évaluer le service d'agroforesterie fournis par les sols de Macaya.**

La zone tampon côtière et l'arrière-pays d'Aquin-Saint-Louis du Sud fournissent également des substrats naturels pourvoyeurs de services agricoles, mais ces derniers ne concernent pas directement les écosystèmes benthiques et ne seront donc pas évalués.

1.2.1 Description des pratiques agricoles dans la zone de Macaya

En 2014 en Haïti, l'agriculture représente 23% du PIB. Elle est l'activité rémunératrice principale de 58% des haïtiens (Pressoir et al., 2016). L'agriculture haïtienne consomme très peu d'intrants et est également peu mécanisée. Le foncier agricole est fractionné en de multiples exploitations : la plus grande part de la production agricole du pays est assurée par de petits producteurs. L'agriculture familiale est ainsi majoritaire en Haïti même s'il existe de grands et moyens producteurs.

Dans le parc de Macaya-Grande Colline, l'agriculture familiale et l'agroforesterie dominent. Cette dernière consiste en une association de cultures annuelles, pérennes ou semi-pérennes (bananiers, caféiers) et de plantations ligneuses, arbres fruitiers procurant également bois d'œuvre et charbon. À Macaya, on distingue **deux types de systèmes agroforestiers** :

- La première catégorie regroupe des parcelles **de 0,8 ha** (0,62 carreau)²⁰ relativement intensives, denses et situées près du cœur du parc à des altitudes supérieures à 700 mètres. Ces systèmes appelés « jardins de case » se situent à proximité des habitations.
- Dans les altitudes inférieures à 700 mètres, en périphérie du parc, on trouve une agroforesterie davantage extensive : **des parcelles de 1,3 ha en moyenne**, un peu moins denses en cultures (com. Pers. J. Chesnel 12/06/18, Civil-Blanc, 2007). On parle alors de « plantations sous couvert arboré ».

L'agroforesterie est pratiquée de longue date en Haïti et présente de nombreux avantages pour la préservation des écosystèmes (rôle des parcelles agricoles dans la lutte contre l'érosion ou encore rôle de protection des bassins versants assuré par les plantations d'arbre fruitiers). Ce type d'agriculture peut donc être compatible avec la protection de la biodiversité et dépend également de la bonne santé des écosystèmes naturels pour son développement.

Les pratiques agroforestières s'appuyant sur la complémentarité des cultures et les fonctions écologiques des écosystèmes permettent de plus de diversifier les revenus des agriculteurs et de durabiliser leur production. La présence de légumineuses de rente tels que les haricots noirs ou le pois Congo génère par exemple des bénéfices pour les cultures céréalières qui bénéficient d'un apport azoté plus important (com. pers. Jean Chesnel, 12/06/08 ; Bouvard et al, 2014). De même les grands arbres (manguiers, cocotiers, jacquiers) procurent de l'ombre aux espèces pérennes ou semi-pérennes (caféiers ou bananiers), tout en stabilisant les pentes. Le manguier, dont le fruit constitue le produit agricole le plus exporté du pays, est source par exemple de deux autres activités rémunératrices : l'élagage en période de faible rendement procure du charbon tandis que son bois, forme d'« épargne sur pied » est prisé comme bois d'œuvre (Lundy, 2010).

Sur les ravines de Macaya, de nombreux terrains anciennement boisés sont également défrichés pour cultiver pendant une année ou deux **des cultures de rente**²¹ comme le maïs, ou le haricot qui peut être récolté jusqu'à 3 fois par an. Les terres sont souvent abandonnées par la suite car elles sont surexploitées et s'érodent rapidement (Bellande, 2009a) , il ne s'agit pas donc de cultures durables sur le plan environnemental. **Les 389 ha correspondant à ces « zones brûlées »** dans les données

²⁰ 1 carreau = 1,29 hectares

²¹ Cultures qui peuvent générer des liquidités et sont souvent destinées à la vente par opposition aux cultures vivrières.

cartographiques réalisées sur le périmètre du parc ne seront donc **pas pris en compte dans l'évaluation** (Singh et Cohen, 2014) ; ils correspondent à des dégradations des écosystèmes plutôt qu'à des services fournis par ceux-ci.

L'agroforesterie n'est pas autorisée dans l'ensemble du parc. Selon le zonage de celui-ci, elle est en effet tolérée et encadrée dans les zones jaunes et vertes du parc (cf. Figure 15 – Chapitre II), interdite en zones marrons et doit cesser en zones rouges, zones de conservation strictes. Ces dernières font partie du « cœur du parc », tandis que les zones jaunes et vertes, seraient assimilables à des « zones d'adhésion »²². Lors de la mission de terrain de juillet 2018, les gestionnaires du parc ont ainsi indiqué qu'il n'y avait plus d'agriculture dans les zones de conservation du parc et que les principales activités agroforestières se situent dans les autres zones et dans la zone tampon du parc (com. pers. Marco Gracia)²³. La Fondation Macaya mène par ailleurs un important travail pour informer les familles et agriculteurs vivant au sein du parc de ce zonage et les amener à déplacer leurs activités (Fondation Macaya pour le Développement Local, 2017), (com. pers. M. Gracia, 06/18). De plus, les ONG telles qu'ORE, Fondation Nouvelle Grande Anse et Fondation Macaya développent, par délégation du MDE et notamment avec l'appui de la BID, des projets d'agroforesterie (dons de semences ou d'équipements, formations) en dehors des limites du parc, pour favoriser le développement de l'agriculture en dehors du parc, comme présenté dans la figure ci-dessous.

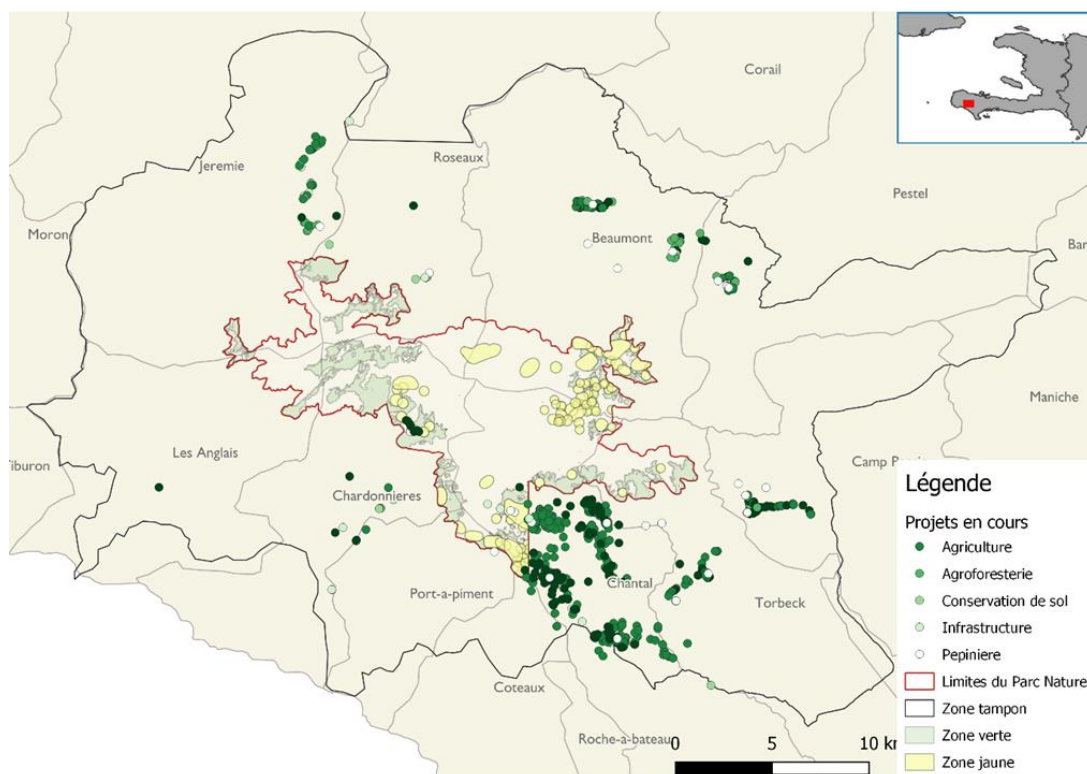


Figure 19 : Localisation des projets de développement d'activités durable autour de Macaya par les ONG ORE, Fondation Macaya et Fondation Nouvelle Grande Anse (Auteurs - à partir du recensement cartographique des projets menés par les fondations).

²² La dénomination « zone tampon » est utilisée pour décrire une zone périphérique située à l'extérieur des limites du parc.

²³ L'enquête de terrain portait par ailleurs sur la zone du Parc de Macaya comprise dans le département du Sud d'Haïti et non sur le département de Grand'Anse.

Ce déplacement des activités agricoles ne se fait pas sans heurts : **les terres situées dans la partie centrale du parc sont en effet très convoitées par les agriculteurs** parce qu'elles sont très fertiles et ne nécessitent pas d'irrigation. Les écarts de rendement entre les zones protégées et les zones extérieures au parc sont très forts. Par exemple, durant la mission de terrain, un agriculteur interrogé a dressé la comparaison suivante : une marmite de pois semée dans la partie protégée du parc permet de récolter 10 à 15 marmites contre 3 marmites dans la zone tampon (enquête terrain Marco Gracia, 06/18). **L'amélioration durable des conditions de vie de la population en dehors du parc est donc incontournable pour la préservation du parc.** Déplacer les activités agricoles en dehors du parc génère notamment des coûts supplémentaires pour les agriculteurs (logement, transport, coûts d'installation, baisses de rendement, etc.) qu'il est nécessaire de considérer.

Il est ainsi difficile d'estimer de manière exacte le nombre d'agriculteurs pratiquant leurs activités au sein du parc de Macaya ; les limites de celui-ci n'étant de plus notamment pas toujours clairement délimitées, sa zone tampon difficile à définir et des migrations saisonnières ayant lieu, principalement pour la production des cultures de rente.

En connaissant la superficie moyenne d'une parcelle agroforestière (0,8 ha ou 0,6 carreaux)²⁴, deux hypothèses permettent de fournir des estimations haute et basse du service. L'estimation basse s'appuie sur l'analyse de SIG datant de 2016 qui évalue **la superficie cultivée au sein du parc à 1123 ha** (cf. chapitre 2 - carte des écosystèmes), **soit 1 404 exploitations de 0,8 ha.**

Une estimation plus importante peut également être proposée en mobilisant une seconde donnée issue du plan de gestion et déterminée par l'étude d'Alex Bellande en 2009 : 4 000 producteurs auraient une parcelle au sein du parc (MDE, 2015).

Tableau 6 : Typologie des parcelles à Macaya-Grande Colline (Auteurs)

	Producteurs	Surface cultivée (ha)
Hypothèse 1 : 1123 ha cultivés	1404	1123
Hypothèse 2 : 4 000 producteurs auraient une parcelle au sein du parc	4000	4042

Parmi les 4 000 producteurs présents en 2009, certains ont pu déplacer leur activité hors du parc où ils continuent d'y exercer une activité agroforestière et à bénéficier de manière indirecte de la présence du parc et des fonctions écologiques assurées par les écosystèmes préservés par ce dernier. De même, l'ouragan Matthew de 2016 a provoqué d'importants déplacements de population entre le parc et les zones tampons (Audubon, 2016). Les données de 2016 sont donc les plus pertinentes à utiliser ici.

Nous retenons donc les résultats issus de l'hypothèse 1, l'hypothèse 2 – dont les valeurs sont plus fortes – est présentée à titre indicatif. Nous séparons également les valeurs liées à la commercialisation des produits de l'agroforesterie, et celles liées à l'autoconsommation.

²⁴ 1 carreau = 1,29 hectare

1.2.2 Évaluation de l'agroforesterie commerciale

À partir des données disponibles²⁵, nous avons pu reconstituer **une parcelle agroforestière-type**, de 0,8 ha, produisant en association les principales cultures agroforestières de Macaya. Pour cela, nous avons estimé le nombre d'arbres fruitiers sur une parcelle agroforestière. L'opération conduite par la fondation ORE, entre mai et avril 2018, de distribution de 152 596 plantules auprès des producteurs du parc a permis d'identifier les principaux arbres fruitiers utilisés (grands arbres, manguiers, caféiers et bananiers). Les cultures maraîchères s'intercalent en associations (maïs-haricot-patate douce, pois-carottes-choux par exemple) et les légumineuses sont les plus représentées. Les rendements et les prix des productions d'une telle parcelle ont pu être estimés dans le tableau 2 (AECOM et al., 2015b; Bellande, 2009a; Doreus, 2012; USAI, 2018; Vernier and Varin, 1994).

Tableau 7 : Composition d'une parcelle type, de 0,8 ha, à Macaya-Grande Colline ; estimation des revenus et prix moyens associés (Auteurs)

	Principales productions	Surface (ha)	Surface (carreaux)	Produit brut annuel (HTG/ha/an)	Prix moyen de vente en direct (HTG/kg) (USAI, 2018)	Prix moyen d'achat sur le marché (HTG/kg) (USAI, 2018)
Légumineuses	Haricot (pois noir)	0,32	0,25	29 700	32,5	100
Arbres fruitiers une trentaine de pieds/ha	Agrumes, Bananes, Noix de coco, Mangue , Café, Fruit du jaquier	0,16	0,12	79 200	13,2	39
Tubercules et légumes	Igname, Taro, Patate douce , Manioc, choux, carottes, poireaux	0,16	0,12	63 360	12,2	52,50
Céréales	Sorgho, Maïs	0,16	0,12	14 400	11,4	35

La constitution de cette parcelle modèle permet d'estimer le volume récolté et vendu pour ces différentes cultures. Ces données peuvent néanmoins varier d'une parcelle à l'autre selon l'itinéraire cultural choisi par le producteur, et le prix des productions fluctue également selon l'acheteur (saras²⁶ urbains ou ruraux, détaillant, exportateurs...). (CIRAD, 2016). **En moyenne, 30% du volume produit est dédié à l'autoconsommation pour les productions en agroforesterie à Haïti (com. pers. J. Chesnel, 12/06/18).** Nous déduisons donc ce volume non commercialisé de la production totale, ainsi que les coûts intermédiaires. Bien que les exploitants emploient une main d'œuvre essentiellement familiale, ils font appel par exemple à des saisonniers pour effectuer certains travaux de taillage, fouillage (buttage) et sarclage de la terre (enquête terrain M. Gracia, 06/18). Ces coûts, principalement constitués de main d'œuvre, de semence, de matériel et de transport, représenteraient en moyenne 47% du produit brut. Pour un pied de manguier par exemple, les coûts d'exploitation hors main d'œuvre s'élèvent à 30% (800 HTG pour une productivité de 2 640 HTG/an par pied) (com. pers. J. Chesnel, 06/18), auxquels s'ajoutent en moyenne 17% de main d'œuvre (Civil-Blanc, 2007).

²⁵ Ces données se composent de la contribution d'experts en agronomie mobilisés par Génie Conseil comme Jean Chesnel, des données de terrain récoltés par Marco Gracia et des sources bibliographiques portant sur la région.

²⁶ Les saras sont des marchandes, qui font office de grossistes de premier ordre en achetant les productions aux agriculteurs et en les revendant sur les marchés ruraux ou urbains.

A partir de ces données nous pouvons alors évaluer la valeur ajoutée de la commercialisation de produits issus de l'agroforesterie (cf. tableau 3). **Celle-ci s'élèverait en moyenne à 17 865 HTG par parcelle de 0,8 ha et par an.** Cette valeur est largement inférieure à celle évaluée en 2016 par le CIRAD, à 42 900 HTG/ha (Benoit-Cattin, 2016). Ce type de rente semble davantage correspondre à des zones productives comme celles de la Plaine des Cayes en aval Sud du Parc de Macaya, irriguée grâce au canal d'Avezac (qui s'alimente dans la Ravine du Sud prenant sa source à Macaya). D'autres évaluations économiques de parcelles en cultures associées ont été conduites à Gros Morne, sur des zones de pente, entre 200 et 500m d'altitude, et estiment plutôt la rente moyenne d'une exploitation agroforestière à 16 455 HTG/ha (Lundy, 2010), valeur qui confirme notre estimation.

Tableau 8 : Calcul du service d'approvisionnement lié à l'agroforesterie (Auteurs)

Zone d'étude	Volume produit (T/an)	Volume commercialisé (T/an)	Produit annuel brut lié à la commercialisation (HTG/an)	Valeur ajoutée totale de l'agroforesterie commerciale (HTG/an), prenant en compte les coûts intermédiaires
Par parcelle de 0,8 ha au sein du parc	2,6	1,8	29 776	15 781
Macaya-Grande Colline Hypothèse 1	3 705,9	2 515,5	41 798 509	22 153 210
<i>Macaya-Grande Colline Hypothèse 2</i>	<i>10 560</i>	<i>7 392</i>	<i>170 150 400</i>	<i>90 180 000</i>

Il existe également des données globales à l'échelle du pays qu'il est possible de transférer à Macaya pour évaluer la cohérence de notre travail d'évaluation. Ainsi, l'étude du Cirad réalisée en 2016 estime la productivité moyenne de la terre (VAB/ha) à 45 305 HTG/ha/an (Benoit-Cattin, 2016), tandis qu'une autre étude réalisée en 2010 et portant spécifiquement sur l'agroforesterie, principale type d'agriculture à Macaya, évalue le revenu moyen des producteurs à 16 422 HTG/ha/an (Lundy, 2010). Si l'on s'appuie sur ces valeurs, le service d'approvisionnement lié à l'agroforesterie pourrait être compris entre 18,4 millions de gourdes et 40,7 millions. La valeur calculée pour Macaya se situe donc dans la partie basse de cette fourchette, ce qui est cohérent avec le fait que c'est l'agroforesterie qui est principalement pratiquée dans le parc.

Le service de fourniture d'un substrat et d'un environnement favorable à l'agroforesterie commerciale par les écosystèmes naturels de Macaya est évalué, selon la méthode des prix de marché à **22,1 millions HTG par an à Macaya (HTG 2018)**. Si l'on fait l'hypothèse que le nombre de producteurs au sein du parc est de 4000, cette valeur est alors de 90 millions de gourdes.

1.2.3 Évaluation de l'agroforesterie vivrière

Un tiers du volume produit par les exploitants d'une parcelle agroforestière est dédié à l'autoconsommation (com. pers. Jean Chesnel, 12/06/18). Les productions de cette agriculture de subsistance s'élèvent à 0,79 tonnes par parcelle et par an si l'on reprend les hypothèses de production formulées auparavant.

Pour estimer la valeur de ce service, deux méthodes peuvent être employées :

- La première consiste à dégager la **valeur de la production qui n'est pas vendue en agriculture commerciale**, mais conservée volontairement par la famille qui dispose alors de cette valeur « en nature », estimée par la méthode des prix de marché.
- La seconde consiste à calculer la valeur ajoutée de la production vivrière par la **méthode des coûts de remplacement**²⁷. Le calcul repose sur l'utilisation non plus du prix de vente par le producteur, mais du prix d'achat par les consommateurs finaux chez les marchands des centres urbains. Il s'agit d'un prix de substitution d'un produit qui devrait être acheté par les producteurs de Macaya sur le marché si la disparition des écosystèmes ne leur permettait plus de produire ces denrées.

Les différences de prix entre leurs ventes par le producteur et leur vente sur le marché sont importantes ; les prix peuvent doubler voire tripler (Lundy, 2010). Pour la canne à sucre et le haricot, cette différence varie entre 25 et 40%. Ces prix sont en moyenne trois fois supérieurs aux prix de vente pratiqués par les agriculteurs (cf. tableau 7) (Lundy, 2010). Ils tiennent effectivement compte de la valeur ajoutée dégagée par l'ensemble des intermédiaires et acteurs de la chaîne de valeur des productions agricoles (marchandes, grossistes, transporteur...). La valeur estimée par cette méthode constitue donc une estimation haute de la valeur de l'agriculture vivrière, tandis que le résultat de la première méthode est utilisé comme borne inférieure.

Les résultats de cette évaluation peuvent être spatialisés sur l'ensemble du parc, en reprenant les deux hypothèses formulées précédemment.

Tableau 9 : Synthèse : valeur de l'agroforesterie de subsistance à Macaya-Grande Colline et en zone tampon (Auteurs)

	Estimation basse – production non vendue	Estimation haute – coût de substitution
Estimation monétaire - Par parcelle de 0,8 ha	6 763 HTG	32 971 HTG
Hypothèse 1 : 1 123 ha cultivés	9 494 233 HTG	46 283 322 HTG
<i>Hypothèse 2 : 4 000 producteurs au sein du parc</i>	<i>27 053 914 HTG</i>	<i>131 884 800 HTG</i>

La méthode des coûts de remplacement est celle qui traduit ici le mieux les bénéfices associés à la présence des écosystèmes naturels. Sans ces derniers, les populations vivant dans ou à proximité du parc ne pourraient pratiquer d'agriculture vivrière. **Nous retenons donc l'estimation haute de la part de productions agricoles non vendues qui traduit le bénéfice de posséder une parcelle agricole cultivable.**

Les sols et les écosystèmes du parc de Macaya permettent aux familles qui disposent d'une parcelle de cultiver des produits de subsistance, évitant ainsi l'achat de ces biens agricoles sur le marché. **La valeur de ce service d'agroforesterie vivrière est estimée à 46,3 millions HTG (HTG 2018).**

²⁷ Ce calcul se fait selon l'hypothèse de prix constants. Nous ne disposons pas en effet de données sur l'élasticité des biens agricoles permettant de considérer une augmentation des prix due à la baisse des volumes de produits agricoles écoulés sur les marchés.

1.2 Élevage - Macaya Grande Colline

Dans la plupart des biomes de mornes humides haïtiens, l'agroforesterie est souvent associée au petit élevage (Civil-Blanc, 2007). **Cette pratique vient compléter les revenus issus de l'agroforesterie de plus de 90% des habitants du parc de Macaya (AVSI et Orioli, 2012).** Le gros bétail (bovin, équin) est élevé à la corde, tandis que les moyens et petits bovins sont souvent laissés en stabulation libre en vaine pâture. L'ensemble du cheptel élevé et mis en pâture dans le parc, constitué d'environ 15 000 bêtes²⁸, profite des sources d'eau pour s'abreuver et de la végétation du parc pour se nourrir, bénéficiant de 4 398 ha de pâturages naturels. Il se compose principalement de cabris, de porcs, de bovins et de volailles comme présenté dans le graphique ci-dessous. (AVSI et Orioli, 2012). S'ajoute, pour quelques rares familles, l'élevage de coqs de combat, considéré comme un service culturel (Civil-Blanc, 2007).

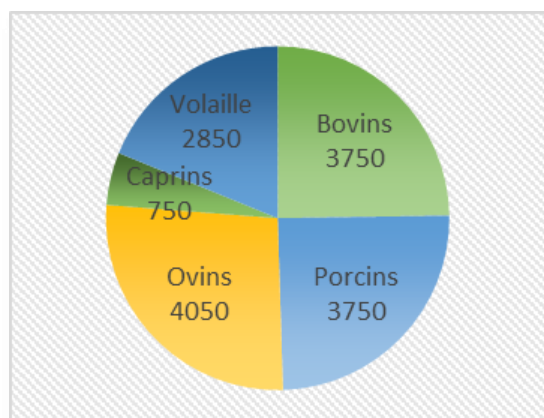


Figure 11 : Composition du cheptel de Macaya par type de bétail (AVSI et Orioli, 2012)

Si les écosystèmes naturels constituent le support de l'activité d'élevage et fournissent donc un service aux producteurs (topographie, évolution de la végétation en jachère spontanée sur les sols et réseau hydrographique), ils sont aussi menacés par ce même élevage qui peut être envisagé comme une pression (Plan de Gestion, 2015). Le surpâturage et le piétinement de la végétation pourrait notamment entraîner la disparition totale de la végétation sur des versants déjà fragilisés par la déforestation des pentes fortes, favorisant le ruissellement et les glissements de terrain (Bellande, 2009). L'élevage constitue également la principale source de conflits au sein du parc, la divagation du bétail pouvant notamment affecter les jardins et parcelles agroforestières (Société Audubon Haïti et Géo-Nature Expert, 2015). A l'image de l'agriculture, le zonage du parc répond à cette exigence de préservation du cœur du parc. L'élevage libre est interdit en tout point du parc, seul l'élevage au piquet à proximité des habitats est autorisé. La fondation ORE, pour y remédier, a instauré **une prime de fourrage de 1 000 HTG pour 625 m² (0,06 ha) pour la mise en culture de parcelles agroécologiques d'herbes fourragères à l'extérieur du parc** et sur des versants appropriés (com. pers. Marco Gracia, 26/06/18).

La possession d'un cheptel, d'**en moyenne de 2 à 4 têtes de bétail par exploitant**, constitue un moyen d'épargne pour les ménages et permet de dégager un revenu en supplément de l'agriculture (Bouvard et al, 2014). La « valeur d'épargne » de ce bétail est également donnée à titre indicatif : en cas de besoin, les têtes de bétail pourront être vendues. Notre enquête de terrain conduite en juin 2018 nous

²⁸ Tout comme pour l'agroforesterie, la taille exacte du cheptel à Macaya n'est pas déterminée.

a permis de connaître la valeur moyenne de chaque unité de bétail à 2 ans. Cette valeur donne une bonne indication de la valeur actuelle du cheptel, dont plus de la moitié a dû être reconstituée suite aux pertes provoquées par l'ouragan Matthew en septembre 2016 (Taflanidis et al., 2018).

Tableau 10 : Valeur du bétail de Macaya (enquête terrain M. Gracia, 06/18)

Bétail	Valeur unitaire, à l'achat (HTG/tête)	Valeur à 2 ans (HTG/tête)
Ovin	1 750	4 000
Bovin	20 000	30 000
Porcin	2 500	15 000
Volaille	325	325
Caprin	1 500	4 000

Cependant, cette valeur non annualisée n'est pas révélatrice du service de pâturage dont bénéficient chaque année les éleveurs du parc. En l'absence de données disponibles sur les coûts intermédiaires de l'élevage, nous utiliserons pour évaluer ce service le revenu moyen dégagé chaque année par la vente des produits de l'élevage, qui reflète les prix de marché. Ces produits sont principalement le lait, les œufs (10 HTG l'unité), la viande caprine et bovine et quelques poulets de chair. **Ce revenu est estimé à 4 375 HTG par an par éleveur** (Bellande, 2009b)²⁹, **soit 21 875 000 HTG** pour les 5000 éleveurs présents dans le Parc.

L'élevage à Macaya est lié à l'évolution spontanée de ses écosystèmes vers des jachères permanentes, propices aux cultures fourragères et à la vaine pâture. **Le bénéfice procuré par les écosystèmes au travers de ce service, calculé sur la base des prix de marché, est de à 21,8 millions HTG.** Exprimée en valeur nominale 2018, ce service représente 44,5 millions de gourdes.

1.3 Fourniture en bois (Macaya – Grande Colline)

Les écosystèmes forestiers permettent d'approvisionner les communautés locales en bois. La production de bois en Haïti est aux côtés de l'agriculture et de l'élevage une activité rémunératrice et un moteur de l'économie rurale du pays. Une part majoritaire des bois utilisés provient de systèmes agroforestiers gérés collectivement (Civil-Blanc, 2007). La valorisation énergétique est le principal débouché de la filière sylvicole en Haïti (Merat, 2012). La dépendance des ménages haïtiens au charbon explique cette situation : 90% des ménages urbains utilisent le charbon pour la cuisine (PNUE Haïti, 2016a).

La création de périmètres protégés permet néanmoins de réguler les prélèvements, et donc de soulager la pression sur les écosystèmes naturels que pourrait constituer ce service d'extraction s'il

²⁹ Il n'existe pas de données plus récentes sur l'élevage ; l'étude du CIRAD menée en 2016 présente par exemple des données globales sur la valeur de la production à l'échelle du pays mais ne donne pas ni d'indication sur les revenus des éleveurs et ni sur leur nombre.

n'est pas durablement géré. La définition à Macaya d'un périmètre de conservation stricte devrait exclure toute pratique de prélèvement sylvicole à des fins commerciales : **en 2015, le plan de gestion quinquennal fixe pour objectif d'interdire progressivement les sciages et le prélèvement de bois.** Pourtant en 2012, les exploitations sylvicoles étaient encore autorisées dans certaines zones, notamment au Nord-Est et à l'Ouest du parc (AVSI, 2012). Dans l'enquête socio-démographique menée par la Société Audubon en 2015 dans le parc, sur 135 répondants, 51 affirmaient se fournir en bois de chauffage directement dans la forêt, 83 dans leurs jardins et parcelles en agroforesterie et un seul en achetait à d'autres producteurs (Société Audubon Haïti and Géo-Nature Expert, 2015).

La filière bois concerne alors 1130 actifs dans les communautés de Deglaci, Rendel, Beaumont et Duchiti (que l'on exclura de l'étude car située à l'extérieur des limites du parc), soit 4 à 10% de la population totale pratiquant une activité dans le parc³⁰. Nous évaluerons donc la valeur du service de fourniture en bois de construction et en bois-énergie, en considérant que ces activités n'ont pas encore été complètement transférées hors du parc, et que les sources de revenus et de bois n'ont pas été complètement substituées pour les ménages dont la subsistance dépend de ces ressources. **Cependant, la fourniture en bois ne peut être considérée comme un service mais représente plutôt une pression sur les écosystèmes naturels.**

La filière bois constitue une source de destruction directe des écosystèmes naturels et de notre zone d'étude, même si une partie de la production de bois énergie est réalisée à partir de bois ramassé au sol. De plus, ces activités sont en théorie interdites à l'échelle du parc (tout comme la production de charbon de bois est réglementée à l'échelle nationale). La fourniture en bois non durable ne peut donc être considérée comme un service écosystémique. Néanmoins, étant donné l'importance de ces activités pour la subsistance des ménages, nous évaluons ici la valeur ajoutée de ces activités économiques conduites au sein du parc.

Tableau 11 : Actifs de Macaya impliqués dans la production de bois (d'après Bellande, 2009)

Localisation	Frange sud	Deux Glacis	Rendel	Beaumont	Duchiti (zone tampon)	Total au sein du parc
Scieurs	50	100	250	50	50	450
Preneurs	20	30	40	30	20	120
Porteurs	50	70	150	40	40	310
Fabricant de bois gras	30	20	50	20	20	120
Total	150	220	490	140	130	1000

Les essences principalement utilisées et leurs usages sont présentés dans le tableau 12. L'utilisation d'espèces ligneuses dans le domaine de la médecine ne sera pas évaluée ici mais évoquée dans la section consacrée aux services culturels.

³⁰ Cf chapitre 2 – 1.1 Présentation de la zone d'étude : selon les estimations, 10 000 à 30 000 personnes vivaient et exerceraient une activité au sein ou à proximité immédiate du parc.

Tableau 12 : Essences exploitées en sylviculture, usages et quantités (com. perso. J-M. Laurent, 18/06/18). B.O = bois d'œuvre, INDUS = industrie, feu = bois de feu ou de chauffage, CHARB = charbon, MEDI = médicinal

ESSENCES PRESENTES		USAGES			
Nom vernaculaire	Nom scientifique	B. O	FEU	CHARB	MEDI
Pèch mawon	<i>Persea krugii</i>	X			X
Bwa chandèl	<i>Amyris diatrypa</i>	X	X	X	
Zaboka mawon	<i>Antirrhoea lucida</i>	X	X		
	<i>Brunellia comocladifolia</i>		X		X
Malagèt	<i>Pimenta hispaniolensis</i>	X	X		X
	<i>Podocarpus hispaniolensis</i>	X	X		
Lamandye granfèy	<i>Prunus occidentalis</i>	X	X	X	X
Pen	<i>Pinus occidentalis</i>	X	X	X	
Ti pwason	<i>Weinmannia pinnata</i>	X	X		
	<i>Turpinia occidentalis</i>		X		
Koma	<i>Sideroxylon foetidissimum</i>	X	X	X	

1.3.1 Fourniture en bois d'œuvre

La production de bois d'œuvre génèrait, en 2009, 1 000 emplois directs dans le parc (scieurs, preneurs et porteurs). Le sciage d'espèces ligneuses sert principalement à la production de planches, de madriers et de poteaux.

Nous nous intéresserons à la valeur du service de prélèvement de bois, qui correspond à la valeur ajoutée tirée de la vente du bois scié par les **500 scieurs du parc**. Les principales espèces exploitées sont le pin (*Pinus occidentalis*), le cèdre (*Cedrela odorata*) et l'amandier (*Prunus occidentalis*).

Dans la seule communauté de Randel, une enquête conduite en 2009 a permis d'estimer que 7800 douzaines de planches y sont commercialisées chaque année au prix de 1 500 HTG la douzaine (Bellande, 2009c). Au produit brut de ces 250 producteurs de Randel sont soustraites les consommations intermédiaires (location d'une scie) qui s'élèvent à 7450 HTG par producteur (Bellande, 2009). La valeur ajoutée calculée à Rendel peut être multipliée par 2 afin de la spatialiser sur l'ensemble des 500 producteurs du parc. La valeur ajoutée de la fourniture en planches de bois, permise par la présence et le renouvellement des forêts, s'élèverait ainsi à **37,4 millions HTG**. Exprimé en valeur nominale de 2018, cela représente 76,2 millions de gourdes.

Cependant, dans l'étude socio-démographique conduite en 2015, l'activité de sciage et de production de bois d'œuvre n'apparaît pas ou dans tous les cas n'est pas déclarée par les personnes interrogées (Société Audubon Haïti and Géo-Nature Expert, 2015). Dans ce contexte, en accord avec le plan de gestion, cette activité est considérée comme une pression et n'est pas considérée comme un service fourni par les écosystèmes.

1.3.2 Fourniture en bois énergie

La filière bois-énergie est assimilée à une **pression sur les écosystèmes**, notamment car elle est vue comme la principale responsable – avec l'agriculture sur brûlis – de la déforestation. Pourtant, la volonté de développer des *forêts énergétiques* durables émane depuis quelques années en Haïti. Cela passe notamment par la préservation de pratiques traditionnelles comme les *rak bwa*, lots boisés de versants gérés collectivement par les ménages ruraux (com. pers. Audubon, 06/18).

Les 2/3 de l'approvisionnement destiné à la production de bois-énergie proviendraient de bois mort, et déraciné par une tempête, comme on en a pu en voir beaucoup à Macaya à la suite de l'ouragan Matthew (enquête terrain M. Gracia 06/18 ; (MDE, 2015)).

À Macaya, la filière biomasse-énergie consiste principalement en la production de quelques sacs de charbon de bois ainsi que de bois gras (écorces servant à allumer le charbon) pour la cuisson des denrées. **À côté de l'importance que la production de charbon revêt à l'échelle nationale (10 à 15% du revenu des ménages ruraux en dépendent en Haïti (PNUE Haïti, 2016; G. Pressoir, 2016)), la production à vocation commerciale à Macaya est faible.** Le climat y est particulièrement humide, et les faibles capacités de production des fours ainsi que l'enclavement des producteurs dû au mauvais état des routes rendent sa commercialisation peu profitable. **Le charbon produit doit alors être principalement autoconsommé** (Bellande, 2009).

Une production significative a cependant été inventoriée au Sud du parc, entre Cavalier et Randel, où **500 à 1 000 sacs de 30kg** de charbon de bois seraient produits par semaine (Bellande, 2009), soit 1 170 tonnes produites par an. Alors qu'environ 500kg de charbon de bois sont nécessaires par ménage et par an, cette production permettrait de couvrir les besoins de 2 340 ménages du parc. Si l'on s'appuie sur l'étude plus récente menée par le PNUE, la production hebdomadaire par producteur est de 11 sacs d'environ 10kg vendu à un prix moyen de 290 HTG (PNUE Haïti, 2016c). **En s'appuyant sur les quantités de charbon produits par semaine en 2009, on peut estimer alors, avec la méthode des prix de marché, la valeur ajoutée liée à la production de charbon s'élève à 30,8 millions HTG – 39,4 millions en HTG 2018.**

La production de bois gras issu de l'écorchage et de la coupe d'écorce de pins (*Pinus occidentalis*) et de filao (*Casuarina equisetifolia*) est pratiquée par près de 120 habitants du parc, principalement à l'Ouest (Formon, Grand Plaine). Les bois gras sont utilisés comme torche pour l'éclairage nocturne, ou sont vendus en petits paquets, servant de briquettes allume feux, pour une valeur unitaire de 175,8 HTG en valeur actualisée en 2018 (Bellande, 2009c). Le revenu annuel d'un producteur s'élève en moyenne entre 1760 et 4400 HTG (Bellande, 2009c), soit un revenu sur l'ensemble du parc de **430 900 HTG/an**.

L'ensemble des données ayant permis de conduire l'évaluation est explicité dans le tableau ci-après.

Évaluation et suivi des services rendus par les écosystèmes des aires protégées du Grand Sud d'Haïti
Rapport d'évaluation des services écosystémiques Macaya – Aquin Saint Louis

Tableau 13 Évaluation de la production issue de l'exploitation ligneuse à Macaya-Grande Colline (d'après Bellande, 2009)

Usage	Méthode de calcul				Valeur ajoutée
Bois d'œuvre	Scieurs	Douzaines de planches produites (unités/an)	Prix unitaire (HTG/douzaine)	Consommations intermédiaires (location de scie)	
	500	15 600	2 638	37 250 000	37 427 800
Charbon	Sacs de 30 kg produits par semaine (unités)	Sacs de 30kg produits par an (unités)	Production annuelle (kg)	Prix du sac (vente par le producteur)	
	750	39 000	1 170 000	790	30 810 000
Bois Gras			Producteurs	Revenu annuel, par producteur	
			140	1 750	430 873
Total					68 668 673

La présence et la régénérescence des écosystèmes forestiers permet l'extraction d'essences ligneuses par les habitants de Macaya. Les débouchés principaux de cette exploitation sont la construction et la filière biomasse-énergie. La valeur de cette activité est estimée à **68,7 millions de gourdes, soit 115,9 millions en valeur nominale 2018. Néanmoins, cette dernière constitue une pression sur les écosystèmes forestiers et devrait être proscrite d'ici 2020, en réponse aux exigences de restauration des écosystèmes forestiers présentées dans le plan de gestion du parc.**

1.4 Pêche commerciale et vivrière sur le littoral

1.4.1 Description du service

Les écosystèmes marins et côtiers de l'aire protégée d'Aquin Saint-Louis constituent des lieux de frayère et de nourricerie pour les espèces halieutiques de la zone **et fournissent donc un service d'approvisionnement au secteur de la pêche.**

Le département du Sud compte d'après le dernier recensement de 2018 plus de 12 000 pêcheurs, et **4193 pratiquent leur activité au large des communes d'Aquin, des Anglais et de Saint Louis du Sud, communes jouxtant l'aire protégée.** Ces derniers représentent près de 6 % de l'ensemble des pêcheurs nationaux, soit 72 253 actifs (Ministère de l'Agriculture, des ressources naturelles et du développement rural and Unité de statistique agricole et informatique, 2018). Pour Haïti, seconde île des Caraïbes cumulant le plus long périmètre de côtes après Cuba, le secteur de la pêche ne représente que près de 1,25% du PIB (FAO, 2003) et la consommation de produits de la mer demeure dépendante des importations (IHSI, 2016). Le littoral Sud est l'une des zones privilégiées de pêche de poissons roses (poissons de haute qualité), de crevettes ou de langoustes, et Saint-Louis du Sud est le seul point de départ d'exportations à destination de la République Dominicaine (Damais et al., 2007). Ce secteur présente donc d'importantes potentialités dans notre zone d'étude bien qu'il se heurte à de fortes contraintes socio-économiques et techniques. Le manque d'équipements sûrs et performants et d'un encadrement durable des stocks halieutiques qui permettraient aux pêcheurs de sécuriser leurs ressources constituent notamment des obstacles au développement du secteur.

Les moyens manquants pour pratiquer la pêche en haute mer, une forte pression est donc exercée sur le plateau continental et sur les ressources récifales. La quasi-totalité des poissons pêchés dans le département du Sud possède une étape de son cycle de vie dépendante des écosystèmes de la zone. Les habitats benthiques sont en effet des zones riches de nurseries ou de frayères qu'il convient de préserver (TNC, 2012; Burke et al., 2010; Allison, E-H et al., 2008; Damais et al., 2007). L'importante productivité primaire des mangroves, des récifs coralliens et des herbiers fait de ces zones des ressources trophiques majeures (IFRECOR, 2010a).

En Floride par exemple, plus de 60% des principales espèces pélagiques commercialisées sont directement associées aux forêts de mangrove. La structure physique de la forêt de palétuviers, avec ses troncs et racines enchâssées, partiellement immergées dans le milieu intertidal favorise la retenue des larves et des juvéniles dispersés dans le milieu, et constitue une barrière physique pour certains prédateurs et face aux perturbations des marées. Ses fonctions de régulation – détaillées dans la section dédiée – offrent une niche écologique essentielle pour le développement de nombreux mollusques et crustacés. La densité d'espèces peut y être des dizaines de fois plus élevée que dans les habitats d'herbiers qui lui sont contigus (Ronnback, 1999).

Ces écosystèmes compris dans le périmètre de l'aire protégée d'Aquin Saint Louis sont ainsi indispensables à l'activité de pêche de la zone. On considère alors la valeur produite par le secteur de la pêche comme un service fourni par ces écosystèmes.

Légende

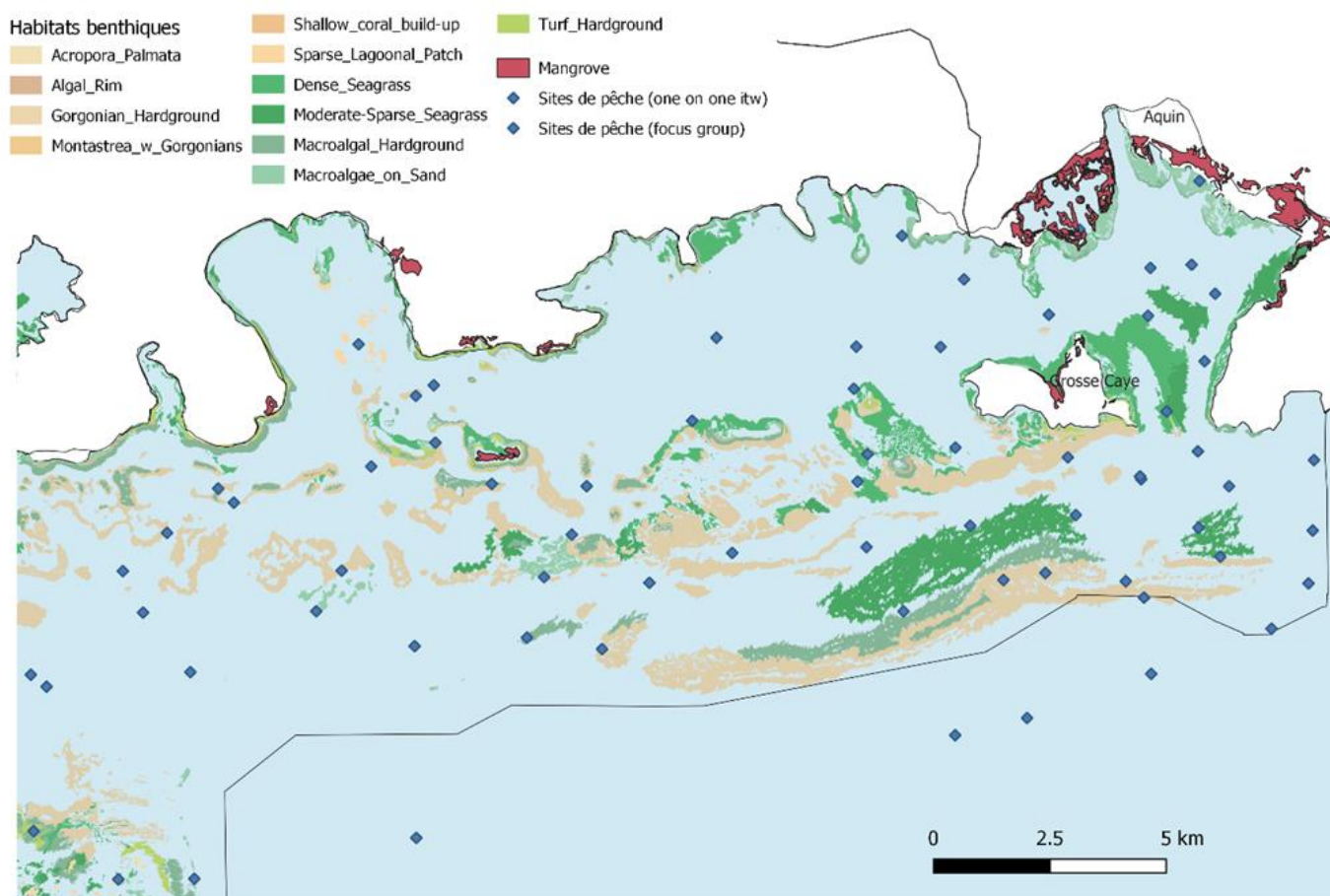


Figure 12 : Localisation des sites de pêche de la zone d'étude (Auteurs, d'après TNC, 2012)

Des structures associatives existent, mais demeurent pour l'heure marginales : 316 pêcheurs (12%) sont unis en association, par exemple au sein de l'OPDA (Organisation pour le développement des pêcheurs d'Aquin qui en compte 80) ou encore de l'APZ (Association des pêcheurs de Zanglais d'Aquin avec 55 pêcheurs et 22 mareyeuses). Autant d'associations qui exprimaient en 2015 leur ambition de renforcer leurs statuts, de sécuriser les cotisations des membres afin de supporter à plusieurs les coûts et les investissements et d'éviter les conflits entre pêcheurs pour les zones de pêche (PADI et al., 2012).

Les canots et pirogues non motorisés sont les embarcations les plus utilisées. Le plus souvent, le bois fouillé utilisé comme matière première pour leur construction est sourcé localement, ce qui profite à l'artisanat local mais peut également contribuer à la détérioration des forêts sèches de l'arrière-pays. La plupart des embarcations, qui reposent sur les plages des débarcadères, sont régulièrement endommagées voire détruites par les événements sismiques ou cycloniques (AgriSud, 2017).

Quant aux engins de pêche, les filets maillants fixes de fond sont les plus populaires (21% à Saint Louis et 51% à Aquin), suivis des lignes à la main et des filets tramails. De nombreuses nasses de fond sont également utilisées à Saint Louis du Sud et relevés tous les 3 jours en bonne saison, ce qui permet à la commune d'avoir un taux de capture supérieur à celui d'Aquin. **La senne de plage pour pêcher crustacés et poissons de rivage est interdite à Aquin : cet engin très couteux et non-sélectif peut entraîner des conflits car ses usagers peuvent capter une grande partie de la ressource en « ratissant » la plage sur de longues surfaces.** Elle est de ce fait fortement érosive pour les écosystèmes

benthiques peu profonds et nocive pour la biodiversité qu'elle abrite. Enfin , les DCP (dispositifs de concentration de poissons) se développent lentement : la plupart ne sont pas rentables (Valles, 2015; Henry et Francesetti, 2010; Damais et al., 2007) ou difficilement accessibles sans moteurs (entretien M. Gracia, 28/06/18).

Tableau 14: Principales espèces pêchées et prix d'achat et de vente (d'après Mer Sud, 2011)

Type de produit	Espèces	Prix de vente aux marchandes et aux agences (HTG/kg) (valeurs dans Valles 2018)	Prix d'achat par les clients des marchés (HTG/kg)
Poisson frais	Poisson perroquet (Pawoket), Petits pélagiques côtiers (hareng, balaou) Carangue, bonite, bekin, thonidés, coryphènes, thazard ou scaridé comme la sarde rose ou pagre)	100-120 (66-89)	200-240
	Poissons démersaux de plateau continental dits "poissons roses", de haute qualité : Barbarin (rouget), vivaneaux (Colas, Synargis, sarde rouge), barbarin, gorette ou croco jaune	140 (89-167)	280
Poissons séchés		50	100
Invertébrés	Crustacés : crevettes (atout de la région du Sud), langoustes (<i>panulirus argus</i>), cigales des mers et homards. Mollusques : lambi Calmar, poulpe	100 pour un lambi, 130 pour des crevettes, 140 (200) pour de la langouste	200-280
MOYENNE		130	210

Il n'existe pas de calendrier de pêche précis, la plupart des ressources étant pêchées toute l'année. La saison la plus favorable aux captures de petits poissons pélagiques et de crustacés est comprise entre les mois de d'août à mai (enquête terrain M. Gracia, 06/18). C'est néanmoins entre mars et mai que la pêche est plus intense, avec 7 sorties par semaine en moyenne contre 2 sorties le reste de l'année (Mer Sud et al., 2011).

L'évaluation de l'effort de pêche par sortie (la quantité de captures par unité de pêche selon la saison) a été effectuée par Mer Sud entre 2011 et 2012 grâce des entretiens avec des pêcheurs des deux communes d'Aquin et Saint-Louis du Sud et ces données ont pu être complétées et confirmées par notre enquête de terrain³¹. Elles ont été agrégées et comparées aux données disponibles au niveau national (MARNDP, 2010a). L'effort de pêche peut ainsi être évalué à 0,2 tonne par an et par pêcheur à Aquin et aux Anglais et à 0,4 tonnes à Saint-Louis du Sud. On observe en effet d'importantes différences de productivité entre les zones de pêche, Saint-Louis du Sud étant l'un des points de débarquement totalisant le plus de captures (PADI et al., 2012).

Les dépenses associées à chaque sortie (main d'œuvre, carburant bien que les moteurs soient rares) et l'amortissement des coûts liés aux embarcations et aux engins peuvent être estimées à **47% du chiffre d'affaires pour un pêcheur propriétaire de son embarcation** (Damais et al., 2007; Mer Sud et al., 2011). Elles peuvent varier de 8% à 65% selon la zone de pêche et la saison (PADI et al., 2012). Quant aux pêcheurs associés, ils jouissent des embarcations et engins mis à disposition par l'association contre une annuité équivalente à 30% de leurs recettes (enquête terrain M. Gracia, 28/06/18).

³¹ Les résultats de l'enquête de terrain sont disponibles en annexe

Les produits de la pêche sont principalement destinés au marché intérieur, une faible moitié des produits commerciaux est destinée à des marchés éloignés comme ceux de Port-au-Prince ou de la République Dominicaine. Une part est également autoconsommée (entre 3 et 6% de la pêche) : nous distinguerons donc la valeur ajoutée perçue par les pêcheurs grâce aux prélèvements à destination commerciale du bénéfice tiré de l'autoconsommation des produits de la pêche vivrière. La valeur ajoutée perçue par le reste de la chaîne de valeur ne sera pas évaluée.

1.4.2 Évaluation du service rendu à la pêche commerciale

D'abord vendus par les pêcheurs sur le débarcadère, les poissons, mollusques et crustacés sont distribués pour 62% à des agences qui achètent au poids ; ces grossistes de premier ordre revendront le poisson sur les marchés. Les marchandes locales écoulent environ 33% de la marchandise, qu'elles conservent par salage et séchage et revendent aux marchés de Cavaillon, de Fonds des Nègres (CSI, 2015), de Grande Rivière, de Carrefour Fontamara et d'Aquin (enquête M. Gracia, 2018). Une part négligeable est vendue en direct aux restaurateurs et aux touristes (Mer Sud, 2011).

Les produits affichent un prix de vente moyen de 130 HTG/kg. C'est avec cette valeur que nous pouvons calculer, en appliquant **la méthode des prix de marché**, la valeur ajoutée annuelle de la pêche à partir des volumes de captures et du poids des charges sur le chiffre d'affaires.

Tableau 15: Valeur ajoutée de la pêche commerciale et comparaison avec les données nationales (Damais et al., 2007) ; (MARNDR, 2010a) ; (Mer Sud et al., 2011)

	Littoral (km)	Pêcheurs	Embarcations	Effort de pêche (T/an)	Valeur ajoutée totale (HTG/an)	Valeur ajoutée par pêcheurs (HTG/an)
Zone d'étude	137,33	4 193	2 300	1317	89 017 290	21 200
Ratio aire/national	7,75 %	4,98 %	5,36 %	8%	8,4%	Entre 15 000 et 50 000 selon les données de 2007

Les mangroves et les herbiers sont des zones de haute productivité primaire qui, avec les récifs offrent des niches écologiques essentielles aux différents cycles de vie des ressources halieutiques. Le service de maintien de cette ressource et d'approvisionnement des populations locales en produits de la pêche est évalué par la méthode des prix de marché à **89 millions de gourdes par an (valeur exprimée en HTG 2018)**. Ce chiffre peut être surévalué car il est fort probable que les pêcheurs rayonnent en dehors de la zone d'étude : d'autres écosystèmes non pris en compte dans notre périmètre jouent également un rôle dans la production de cette valeur (et notamment les herbiers autour de l'île à Vache).

Pour 58% des pêcheurs, **une activité complémentaire vient s'ajouter à la pêche en saison moins productive**. Ces activités additionnelles sont l'agriculture, l'élevage, la construction ou encore des offres de balades touristiques qui sont évoquées dans la section consacrée aux services culturels (CSI, 2015).

Évaluation et suivi des services rendus par les écosystèmes des aires protégées du Grand Sud d'Haïti
Rapport d'évaluation des services écosystémiques Macaya – Aquin Saint Louis

Tableau 16: Distribution des sources de revenus des pêcheurs, en % (d'après PADI, 2012)

	Pêche	Agriculture	Elevage	Commerce	Transport	Construction	Autres
Aquin	57	17	9	6	1	7	3
St Louis du Sud	35	32	21	3	0	3	6

1.4.3 Pêche vivrière

La production restante, près de 5% des captures totales, est autoconsommée. Le prix d'achat sur les marchés s'élève en moyenne à 210 HTG, car s'ajoutent les coûts de transport, de conservation dans la glace et les marges des différents grossistes intermédiaires. Pour évaluer l'apport de la pêche vivrière, c'est-à-dire la partie des produits pêchés dédiés à l'autoconsommation, nous utiliserons donc la méthode des coûts de remplacement : si les pêcheurs et leurs familles ne pouvaient consommer ces ressources gratuites, ils l'achèteraient certainement au prix d'achat du marché (avec une hypothèse de prix constants).

Tableau 17: Valeur ajoutée de la pêche vivrière (Auteurs)

Part moyenne des captures autoconsommée (%)	Quantité autoconsommée annuelle (T)	Estimation de la valeur ajoutée de l'autoconsommation	Prix des productions considéré pour l'estimation (HTG/kg)	Valeur ajoutée (HTG/an)
4,20	96,78	Coûts de remplacement, prix de substitution d'achat par le consommateur (HTG/an)	210	20 323 111

En 2012, les pêcheurs donnaient leur opinion sur l'état de la ressource en poissons et l'état de santé des écosystèmes. **La mangrove apparaît comme l'écosystème devant faire davantage l'objet de mesures de protection.**

Tableau 18: Perception des pêcheurs sur l'évolution de la ressource (d'après PADI, 2012)

Légende					
La ressource est en mauvais état selon...	0 à 15% des pêcheurs	30% des pêcheurs	Près de 100% des pêcheurs	Aquin	St Louis
Poissons					
Espèces menacées				Colas, vivaneau, thazard, chevrete, mullet, homard	Lambi, poisson carmad, gabrielle, forade, requin, maguerite, demoiselle, Ge Klé, Finfin perroquet, Magrite, Capitaine, Vierge, Nègre, Brochet, Tortue
Mangroves					
Récifs					

Estimée à partir de la méthode des coûts de remplacement, l'approvisionnement en produits halieutiques destinés à l'autoconsommation est un service estimé en moyenne à **20,3 M** de gourdes par an (valeur exprimée en HTG 2018).

Le service d'approvisionnement en ressources halieutiques, destinées à l'autoconsommation ou aux marchés locaux, est donc une **ressource économique majeure du littoral du Sud qui dépend des habitats benthiques**. La préservation des zones de mangroves, d'herbiers et de récifs devrait donc s'intégrer au développement d'une pêche davantage durable et profitable pour les habitats comme pour les pêcheurs. La valeur ajoutée produite par le secteur de la pêche peut donc être considérée comme un service rendu par les écosystèmes naturels.

Le « *spillover effect* » ou « effet boule de neige » est tel que la ressource halieutique, qui utilise ces habitats comme une niche écologique à un certain stade de sa vie, est susceptible de migrer vers une autre partie du littoral Sud. La préservation de ces écosystèmes **bénéficie donc de surcroît à une zone plus large que l'aire marine protégée**.

1.5 Ressource en eau (Macaya Grande Colline)

1.5.1 Description du service

La pluviométrie de Macaya est la plus importante du pays : son point culminant peut recevoir annuellement entre 3200 et 4000mm de précipitations. En son sein ou en proche périphérie du parc, **sept des principales rivières des départements du Grand Sud** prennent leur source, ce qui vaut au parc l'appellation de « **château d'eau** ».

Le réseau d'eaux souterraines est complexe, conséquence de la karstification du substrat calcaire du massif montagneux et d'un large plateau qui s'étend au-delà des limites du parc. L'eau s'infiltre rapidement au grès des grottes et des rivières souterraines, se retrouve en nappe libre en quelques résurgences karstiques, **sources majeures pour les populations environnantes. L'alimentation en eau est aussi étroitement liée au couvert forestier, et ce autant en termes de quantité que de qualité. Une dégradation de l'état des écosystèmes naturels entraînerait en effet une baisse de la qualité de l'eau utilisée par les populations en aval**. La qualité des eaux est d'autant plus cruciale dans un pays où les infrastructures de traitement de l'eau potable et d'assainissement sont encore en développement ou présentent d'importantes lacunes. Ainsi en 2016, seuls 10% des ménages bénéficiaient d'un branchement d'eau à leur domicile (Office International de l'eau, 2016) et le taux de couverture en eau potable s'élevait à 49% en 2014 (Petit, 2014). Certains risques (inondations, pollutions) associés à l'approvisionnement sont en effet régulés par la végétation : la stabilisation des berges des cours d'eaux par exemple par les essences forestières permet de sécuriser l'approvisionnement. Ces bénéfices seront en partie évalués dans la partie consacrée aux services de régulation.

Les sols végétalisés exercent un **effet tampon** et ont une **capacité d'infiltration** supérieure à celle d'un sol nu : le système racinaire et l'enrichissement du sol en matière organique permettent d'augmenter sa porosité (Fiquepron et al., 2008). Ainsi, l'eau pluviale recharge les nappes phréatiques et les cours d'eaux plus progressivement. En connaissance de ces services procurés par le couvert forestier, à la fois au niveau de la quantité d'eau fournie et de sa qualité, un programme majeur a débuté en mars 2018. Intitulé « *Caravane du changement : initiative un million d'arbres pour le château d'eau de*

Macaya, et gestion conservatoire des eaux et du sol dans les zones tampons du Parc », il est porté par le MDE et vise à inciter au reboisement et à la protection des forêts de Macaya-Grande Colline (Noel, 2018).

Nous comprenons que l'ampleur de la ressource hydrique de Macaya-Grande Colline n'est pas limitée au périmètre du parc. Le réseau d'aquifères karstique est bien plus vaste et l'état des ressources au cœur du parc conditionne l'approvisionnement de l'ensemble des bassins versants en aval (habitants, bétail, agriculteurs des parcelles irriguées...).

Les ressources hydriques du parc bénéficient donc à l'ensemble des habitants, au maintien des troupeaux dont nous avons évalué la valeur précédemment, ainsi qu'à l'ensemble des habitants, des cultures et des élevages du bassin versant en aval. Le nombre de bénéficiaires peut donc être élargi à plus de 458 000 résidents³². La vaste Plaine agricole des Cayes (250km²) (AVSI, 2012) et le pôle urbain du même nom sont en particulier alimentées par l'Acul et la Ravine, dont découlent les canaux d'Avezac et de Dubreuil. L'évaluation du service rendu par les écosystèmes dans la gestion de l'eau peut prendre différentes formes. On peut chercher à évaluer le rôle des écosystèmes dans la régulation de la qualité de l'eau (fonction d'autoépuration notamment, cf. partie sur l'évaluation des services de régulation) mais aussi dans la fourniture, l'approvisionnement en eau et notamment la quantité d'eau fournie par les écosystèmes étudiés. C'est ce service d'approvisionnement qui est présenté ici. Le service est évalué en distinguant les prélèvements à vocation domestique de ceux bénéficiant à l'agriculture.

1.5.2 Évaluation du service de prélèvement d'eau à usage domestique

Les enjeux liés à l'approvisionnement en eau potable mais également à l'assainissement de l'eau sont très forts en Haïti. La ressource en eau actuelle à l'échelle du pays est caractérisée par une baisse notable des débits et une augmentation des pollutions (Office International de l'eau, 2016) et l'état des infrastructures d'approvisionnement en eau potable en milieu rural est largement dégradé. Pourtant, la préservation des écosystèmes et des aquifères à Macaya est cruciale pour maintenir l'approvisionnement en eau de 7 bassins versants, dont les principales rivières et les populations en bénéficiant sont localisées sur la carte ci-dessous. Nous pouvons les citer par ordre d'importance (surface de drainage et sources captées) : la Ravine du Sud, l'Acul, Port-à-piment, les Anglais, Torbeck, Glace, Roseaux et Voldroque.

³² Ce chiffre prend en compte les bénéficiaires du bassin versant : Jeremie, Roseaux, Les Anglais, Chardonnières, Port-a-Piment, Coteaux, Chantal, Torbeck, Camp Perrin, Les Cayes.

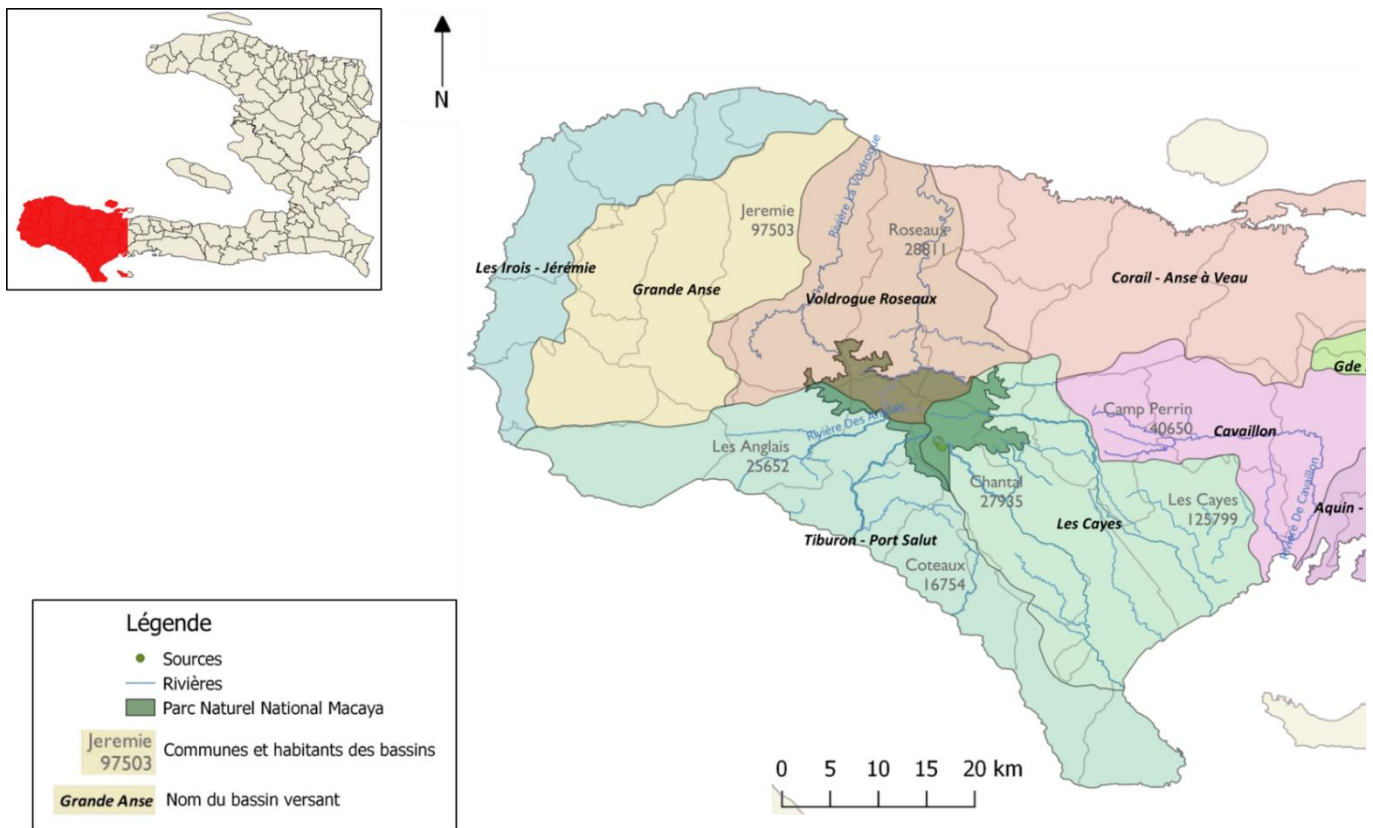


Figure 13 : Bassins versants et principaux cours d'eau dépendant de la zone de Macaya (Auteurs)

L'essentiel des prélèvements au cœur du parc concerne **les eaux de surface des deux principales rivières (L'acul et la Ravine du Sud)**. Lors de l'enquête socioéconomique menée en 2015, sur 135 personnes interrogées, 121 s'approvisionnaient en eau directement au niveau des sources et des rivières ; 14 seulement avaient accès à l'eau grâce à des fontaines (Société Audubon Haïti and Géo-Nature Expert, 2015). Une trentaine de sources d'eau sont de plus captées dans leurs bassins versants, principalement dans les communes de Camp Perrin et de Chantal (Plan de Gestion, 2015). Des forages permettent également de puiser l'eau souterraine à Formon (enquête terrain M. Gracia, 06/18).

Des dépressions fermées caractéristiques du relief karstique, appelées dolines ou poljé selon qu'elles soient plus ou moins larges, se remplissent d'eau à la saison des pluies. La plupart se retrouvent à proximité des habitats, l'eau y est prélevée pour les usages domestiques ou permet d'abreuver le bétail (PNUD, 1991). La plupart du volume d'eau est perdu par évaporation, le reste s'infiltre progressivement dans le substrat calcaire (si le fond n'est pas colmaté par des sédiments), offrant un service proche de celui du soutien d'étiage³³. Des données récentes concernant ces étangs temporaires ne sont pas disponibles, elles ont néanmoins été localisées via des Modèles Numérique de Terrain (MNT) datant de 2014 et 2016. Elles sont en lien avec la localisation du bâti dans la zone. De manière générale, les aquifères de la zone sont mal connus.

³³ L'étiage correspond à la régulation du débit d'un cours d'eau par une zone humide réservoir qui retient l'eau puis la restitue progressivement pour recharger l'aquifère en période sèche.

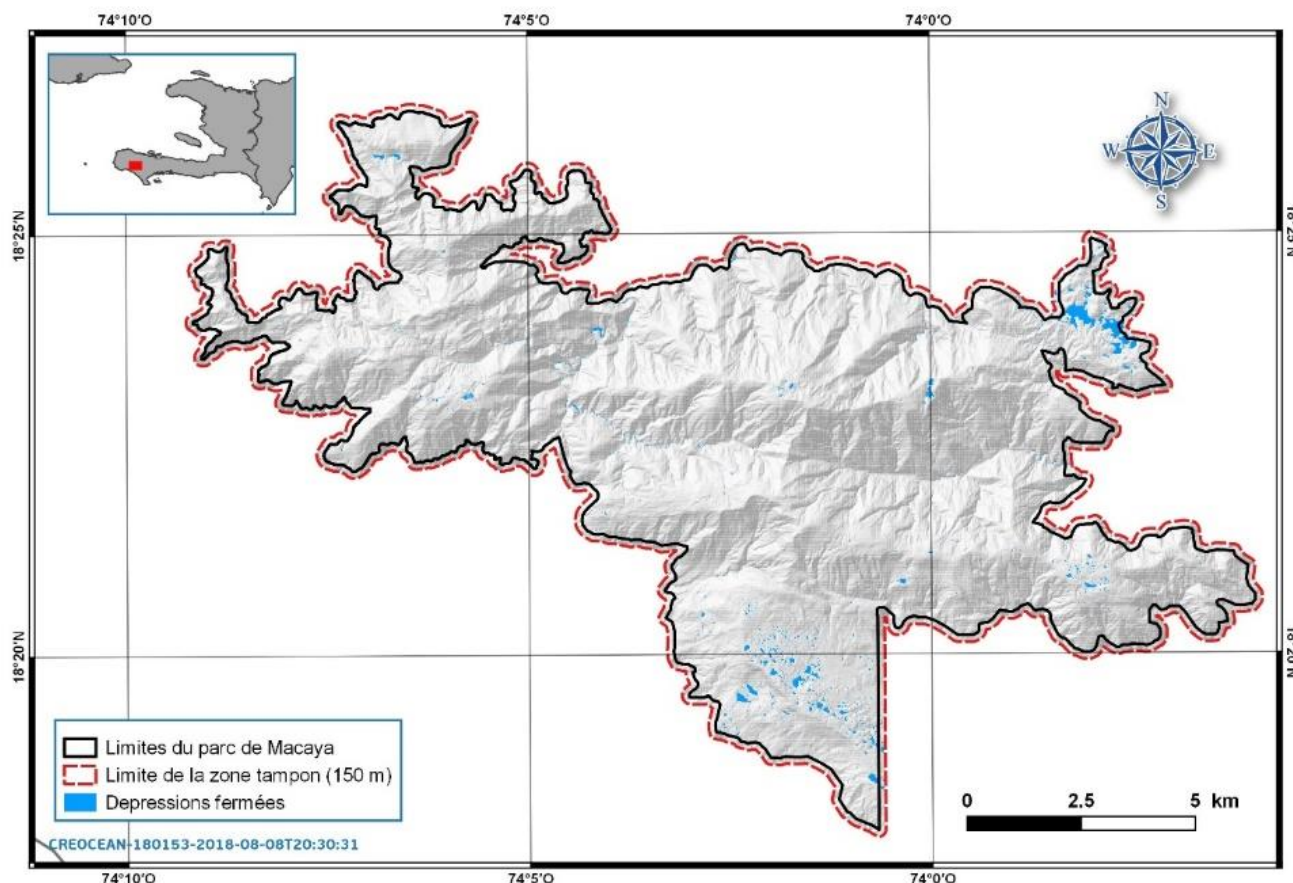


Figure 14 : Localisation des dolines et poljés karstiques, réservoirs d'eau lors des fortes pluies (Auteurs)

L'eau puisée est peu traitée, alors que la nappe phréatique est souvent contaminée par des excréta³⁴ et autres pollutions domestiques (Saffache, 2002). En zone côtière comme à Aquin St Louis, l'un des problèmes majeurs est la salinisation de ces nappes (contamination par l'eau de mer). Des projets visent à raccorder les pôles urbains (Aquin, St Louis du Sud, les Cayes) à des centres de traitement mais ceux-ci demeurent pour le moment défectueux et doivent être construits ou réhabilités (PNUD, 2012). L'évaluation économique du service d'approvisionnement en eau s'appuie sur les quantités d'eau douce fournis par les écosystèmes étudiés. Les volumes d'eau fournis par ceux-ci et utilisés par les acteurs socio-économiques sont alors évalués et transcrits en valeur économique, par la méthode des coûts de remplacement : combien cela coûterait aux acteurs de se fournir en eau douce si les écosystèmes ne fournissaient plus cette ressource. **Les données haïtiennes disponibles sur l'eau sont cependant peu détaillées : nous ne connaissons pas les débits des rivières prenant naissance dans le parc de Macaya ni les quantités prélevées par les populations.** Le manque d'infrastructures de gestion de l'eau ne permet notamment pas un tel suivi. Pour estimer la valeur du service d'approvisionnement en eau douce du parc, **plusieurs hypothèses portant sur la consommation quotidienne en eau et le nombre de personnes utilisées sont ainsi utilisées :**

- La quantité minimum vitale préconisée par l'OMS est **20L par personne**, dédiés à la boisson et à la préparation des aliments (OMS, 2013). Si l'on estime les prélèvements journaliers de la population de Macaya à partir de cette donnée, la population de Macaya (environ 30 000

³⁴ Une faible part de la population a accès à des installations sanitaires de base et plus particulièrement dans les zones rurales.

personnes) cumule donc un besoin de 219 000 m³ par an qu'elle peut se procurer grâce à la richesse du réseau hydrographique. À l'échelle plus large des bassins versants, cela représente un volume de 3,35 millions de m³. Néanmoins, nous n'avons pas de données sur la qualité de l'eau et les besoins en traitement.

- Nous formulons l'hypothèse que la population du parc se fournit exclusivement en eau dans les sources et rivières du parc (hypothèse confirmée par l'enquête socio-économique de 2015).
- Pour évaluer économiquement cet approvisionnement, nous utiliserons **la méthode du coût de remplacement, c'est-à-dire le coût ici pour la population d'un approvisionnement en eau autre que celui de Macaya**. Deux types de prix peuvent être considérés pour la tarification de l'eau : **le prix de l'achat d'eau** (bockit de 20 litres d'eau) et **le prix de l'abonnement mensuel pour l'accès à l'eau**. Ces prix varient selon les communes et ces données ne sont pas disponibles pour l'ensemble d'entre elles. Nous disposons cependant de ces deux données pour la commune d'Aquin (IREED and GRET, 2017) où le tarif d'achat d'un bockit s'élève à 5 HTG, soit 250 HTG le m³ et l'abonnement mensuel pour les usagers domestiques à 100 HTG (ce qui en fait l'un des abonnements les moins onéreux parmi ceux présentés dans l'étude). On constate alors de fortes variations selon les prix considérés.

Bénéficiaires	Estimation service d'approvisionnement en eau via le tarif achat bockit 5 THG/bockit (20L)	Estimation service d'approvisionnement en eau via le tarif abonnement mensuel 100HTG
30 000 (périmètre du parc)	54,75 millions HTG	7,2 millions HTG
458 000 (périmètre bassin versant)	836 millions HTG	110 millions HTG

Tableau 19: Évaluation économique du service d'approvisionnement en eau pour usage domestiques (Auteurs)

Considérant le manque de données sur la zone d'étude et de manques de données consolidées sur Haïti sur la consommation et l'approvisionnement en eau pour les usages domestiques, nous retiendrons ici pour le service d'approvisionnement en eau des écosystèmes naturels du parc de Macaya **une fourchette de valeur allant de 7,2 millions HTG à 54,75 millions HTG, soit 8,12 à 61,8 millions en HTG 2018**. A titre indicatif, si l'on considère que l'ensemble de la population des bassins versants s'approvisionnent dans des rivières et sources d'eau liées à Macaya, ce service pourrait varier entre 110 et 836 millions HTG.

1.5.2 Prélèvement d'eau à usage agricole

À Macaya, l'agriculture est principalement pluviale (Civil-Blanc, 2007), elle dépend entièrement des précipitations pour son approvisionnement en eau. Le prélèvement de l'eau permet néanmoins d'abreuver le bétail.

Pour l'évaluation économique, nous nous intéressons aux bénéficiaires indirects du réseau hydrographiques de Macaya, que représentent les agriculteurs qui utilisent les eaux gravitaires des rivières pour irriguer leurs parcelles (Figure 24)³⁵.

Deux méthodes d'évaluation sont là encore possibles :

- **La mesure du revenu additionnel lié à l'irrigation**

Ces périmètres d'irrigation sont alimentés, d'Ouest en Est, par les eaux de la Rivière des Anglais, de Port-à-Piment, de l'Acoul (canal Dubreuil), de la Ravine du Sud (canal d'Avezac) et de Cavaillon. **7 223 ha** cultivés sont au total irrigués par ces cours d'eaux. On peut estimer la valeur économique de ce service d'irrigation via sa plus-value en termes de production agricole. Le revenu additionnel annuel généré par rapport à une même parcelle non irriguée varie de 606 USD (pour le riz notamment) à 27 USD pour les cultures d'oignons et d'échalotes (AECOM, 2015). On peut retenir comme valeur moyenne pour l'ensemble des cultures de 201 USD, **soit 14 010 HTG/ha**. Avec cette valeur, **le service de fourniture en eau d'irrigation le long du bassin versant de la Ravine du Sud s'élèverait donc à 101,2 millions HTG au total**³⁶. Nous ne connaissons cependant pas la nature des cultures pour l'ensemble des périmètres irrigués ni les volumes d'eau consommés par parcelles et cette valeur économique apparaît incertaine.

- **Le prix de marché de l'eau**

Une redevance pour l'eau existe en théorie pour l'eau pour les usages agricoles, celle-ci n'est cependant pas appliquée et les usagers bénéficient gratuitement des prélèvements qu'ils effectuent. **Cette redevance s'élève à 800 HTG/carreau/an soit 620,15 HTG/ha/an (com. Pers. Wilfried Jongerius, 07/05/18, OREPA SUD)**. En bénéficiant de cette ressource gratuitement, les agriculteurs irrigués par les canaux de la Ravine du Sud bénéficient donc de **4,48 millions HTG** supplémentaires par an. Cette valeur reflète le service lié à la présence des écosystèmes naturels et le service de réservoir d'eau qu'ils procurent.

Le service d'approvisionnement en eau fourni par les écosystèmes du parc de Macaya pour les périmètres irrigués du bassin versant s'élève à près de **4,48 millions HTG par an** (valeur exprimée en HTG 2018). Les écosystèmes (notamment les forêts et les formations karstiques) garantissent à la fois la fourniture d'une certaine quantité d'eau (fonctions écologiques de stockage et d'absorption) et régulent la qualité de l'eau également (service de régulation évoqué par la suite).

³⁵ Cette carte est présentée en annexe avec des zooms proposés sur chaque zone.

³⁶ En utilisant le taux de conversion 1 USD = 69,7 HTG

Évaluation et suivi des services rendus par les écosystèmes des aires protégées du Grand Sud d'Haïti
Rapport d'évaluation des services écosystémiques Macaya – Aquin Saint Louis

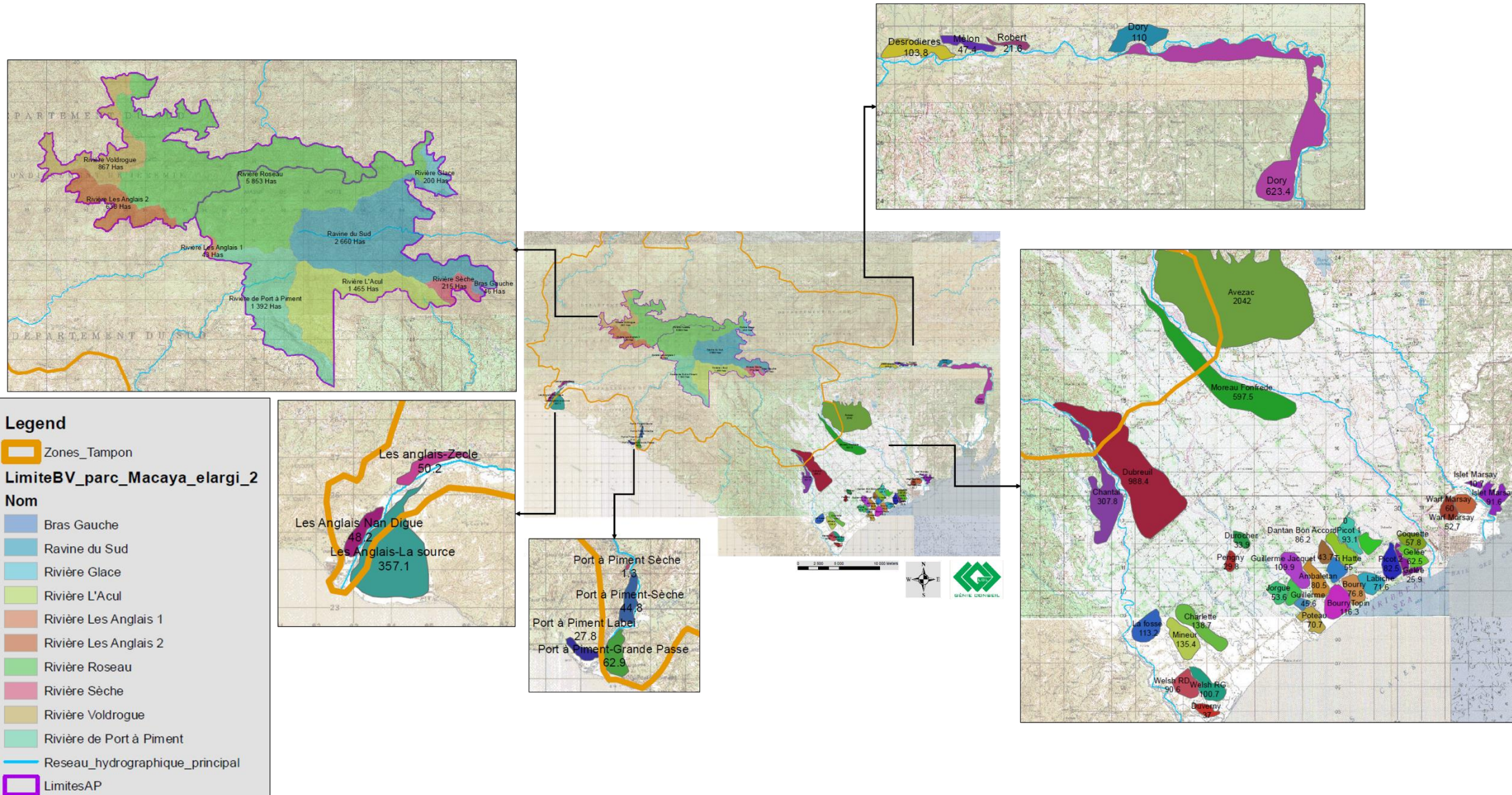


Figure 15 : Localisation des périmètres irrigués par les rivières du Sud prenant leur source à Macaya (W. Jongerius, d'après MARNDR, 1999)

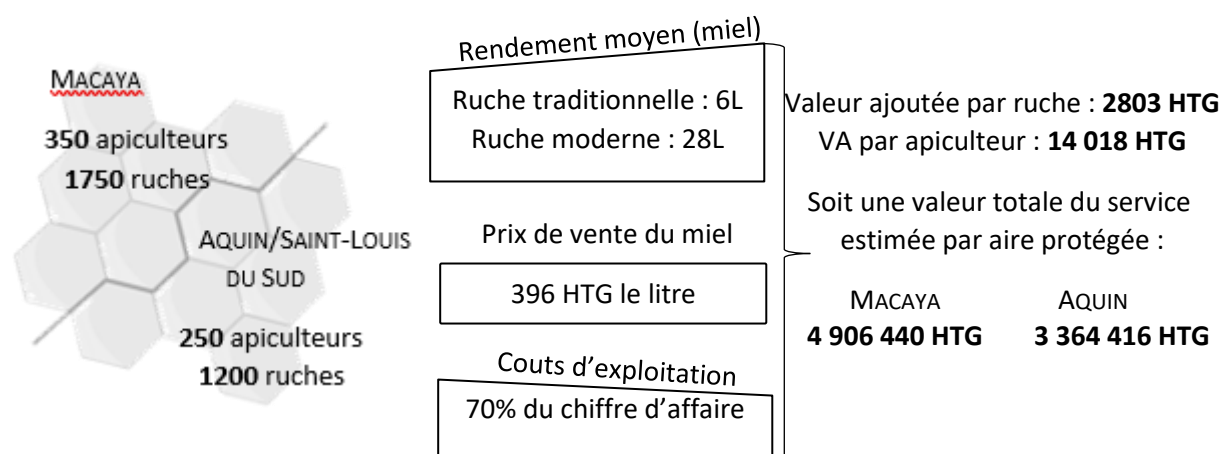
1.6 Apiculture (Aquin Saint Louis et Macaya)

1.6.1 Rendement actuel des exploitations apicoles

Dans les deux zones d'étude, des apiculteurs produisent du miel et de la cire de façon traditionnelle ou moderne³⁷. Cette activité est cumulée à d'autres activités agricoles et dispose d'un fort potentiel, notamment dans les mangroves d'Aquin où elle pourrait s'implanter : nous dégagerons donc pour cette zone une valeur ajoutée potentielle.

Dans la zone périphérique de Macaya-Grande Colline, l'activité est pratiquée dans les communes de Chantal, Torbeck, Camp-Perrin et notamment aux Chardonnières où l'on retrouve le « Rucher de 60 tambours », tandis qu'à Aquin c'est à Roche-à-Bateau, Tiburon et Zanglais qu'elle est présente (com pers. Jean Chesnel, 13/06/18).

La bayahonde (*Prosopis juliflora*), plante principale des forêts sèches d'Aquin également exploitée pour son bois-combustible (Plan de cogestion, 2011), est la principale plante mellifère, de même que le manguier et le romarin. À Aquin comme Macaya, **le miel se vend par gallons de 3,78L à un prix fixe de 1500 gourdes** (com. Pers. J. Chesnel). Il est produit par 600 apiculteurs répartis sur les deux zones d'étude : 350 à Macaya et 250 à Aquin-Saint Louis du Sud, chacun possédant une moyenne de 4,9 ruches (com. Pers. J. Chesnel, 06/18). Si les rendements d'une ruche peuvent atteindre 28L par an, les couts d'exploitation de cette activité demeurent élevés : en moyenne, ils atteignent 70% du chiffre d'affaire (J. Chesnel). Nous estimons la proportion de ruches modernes à 80%. Les données suivantes permettent également d'estimer la valeur du service fourni par les écosystèmes à l'apiculture.



Nous pouvons raisonnablement considérer que ce chiffre est sous-estimé car il ne tient pas compte des revenus provenant de la vente des produits annexes au miel pour lesquels nous ne disposons pas de données (cire, propolis...). La valeur ajoutée par apiculteur demeure largement inférieure à celle que le Ministère de l'Agriculture, des Ressources Naturelles et du Développement Régional (MARDNDR) prévoyait de générer lors de la création en 2010 d'un programme de développement de l'apiculture (MARNDNR, 2010) : **un des objectifs était de voir le revenu de 5 000 agriculteurs augmenter à 50 000 gourdes chacun.**

Les résultats de ce programme ne semblent toutefois pas avoir été publiés, tandis qu'une initiative plus récente se développe à Aquin autour de l'apiculture de mangrove.

³⁷ Avec une ruche moderne, il est possible d'effectuer une nouvelle récolte sans avoir à détruire la colonie d'abeille.

1.6.2 Rendement potentiel de l'apiculture de mangroves

Depuis 2017, un programme de la Plateforme pour l'Amélioration de la pêche artisanale et du Développement Intégré (PADI) soutenu par le MARNDR propose **des séances de sensibilisation et d'éducation autour de la protection de la mangrove d'Aquin** et de sa valorisation par l'apiculture (UNEP, 2017). Doit se développer ainsi une nouvelle source de revenu diversifiée entre le miel et les cires pour les agriculteurs, pêcheurs et artisans, qui n'altère pas la mangrove (Hamilton and Snedaker, 1984) mais au contraire incite à sa protection et à son reboisement. L'apiculture sur mangrove est déjà pratiquée dans les Caraïbes, notamment à Cuba (FAO, 2005a.), et en Amérique du Sud comme au Surinam ou en Guyane Française où des essais techniques ont démontré que la floraison des palétuviers en août et septembre peut permettre de produire au moins 13 kg de miel ambré par ruche et par an, soit 9,28L (Canova et Gaucher, 1991). Des projets similaires ont estimé que 100ha de mangroves doivent permettre l'installation d'environ 266 ruches (FFEM, 2012). En connaissant les surfaces de mangliers, il est possible **d'estimer la valeur d'option des mangroves pour l'apiculture**.

Tableau 20 Valeur d'option de l'apiculture de mangroves à Aquin (auteurs)

Surface de mangroves disponible (ha)	Potentiel d'installation (ruches)	Apiculteurs	Produit brut de production (HTG/an)	Valeur ajoutée apiculture (HTG/an)	Valeur ajoutée par ruche (HTG)	VA par apiculteur (HTG)
341,67	908	185	3 520 145	1 056 043	1 161,86	5 693

Le bénéfice annuel potentiel tiré de cette activité s'élève alors à **1 161 HTG** par ruche, soit 1,06 millions de gourdes au total. La valeur ajoutée potentielle de l'activité apicole à proximité des mangroves demeure néanmoins faible par rapport au miel des colonies des forêts sèches. Il faut également noter que ce calcul ne prend pas en compte les coûts d'installation supportés par les apiculteurs lors de la première année d'exploitation.

Les exploitations apicoles de Macaya et d'Aquin Saint Louis du Sud permises par la présence de plantes mellifères arbustives ou de mangroves fournissent un **bénéfice de 4,9 millions HTG par an aux apiculteurs de Macaya-Grande Colline, et de 3,4 millions HTG par an pour la zone tampon littorale d'Aquin (valeur exprimée en HTG 2018)**. Ce service écosystémique est également susceptible d'être tiré de la protection des mangroves et pourrait générer un bénéfice supplémentaire de 1,1 millions HTG au sein même de la zone humide si plus de 900 ruches étaient implantées. Ces valeurs représentent des bornes inférieures : elles ne tiennent pas compte des autres produits ni du bénéfice total tiré de la pollinisation pour les autres activités agricoles pouvant être pratiquée en complément par les paysans apiculteurs.

1.7 Saliculture (Aquin – Saint Louis du Sud)

La présence d'un marais salant à l'Est de l'aire protégée d'Aquin, entre les sections 1^{ère} Macéan et 2^{ème} Flamands a été signalée par les acteurs locaux et suggère l'existence d'un service de prélèvement et de transformation du sel lié à l'inondation temporaire de la zone humide lors de marées exceptionnelles. Cette zone humide n'entre pas dans le périmètre de l'aire marine protégée mais est annexe et nous évaluons donc le service qui lui est lié ici. L'évaporation qui fait suite aux intrusions salines permet le ramassage de sel pendant 3 à 4 mois de l'année. **Les saliculteurs peuvent alors**

prélever jusqu'à 48 000 Kg de sel par travailleur, générant un revenu de 40 000 HTG par an (Agrer, 2017). Le coût de production du sel est proche de 0, seul l'entreposage (pour une période de 2 à 3 ans) est payé aux propriétaires de la zone. Cet entreposage s'élève à environ 2500 gourdes par an.

Néanmoins, nous ne disposons pas de données sur le nombre de saliculteurs ou de familles exploitant la zone. De même, d'après notre enquête de terrain (enquête Marco Gracia, 06/18), cette saline ne serait d'ailleurs pas exploitée en 2018. L'étude d'Agrer soulignait par ailleurs que la disponibilité du marais variait selon les années.

L'étude d'Agrer a estimé la répartition des chefs de ménages selon leurs activités génératives de revenus dans la commune d'Aquin : les activités autres que la pêche, l'agriculture, le commerce, le transport, la distribution, la construction, etc. généraient des revenus pour 5% des chefs de ménages interrogés. La saliculture est une activité pratiquée en majorité par la population des sections 1^{ère} Macéan et 4^{ème} Flamands. **Si l'on considère que la saliculture est pratiquée par 5% des chefs de famille³⁸ de ces deux sections, soit 130 personnes, le revenu annuel global lié à la saliculture est alors de 5,2 millions de gourdes, soit une valeur ajoutée de 4,875 millions HTG lorsqu'on retranche les coûts d'entreposage.**

La valeur du service d'approvisionnement en sel fournit par la zone humide jouxtant l'aire protégée d'Aquin ne peut être déterminée de manière précise. **En formulant des hypothèses sur le nombre de saliculteurs, on peut toutefois estimer ce service à 4,875 millions de HTG par an, (5,45 millions en HTG 2018) les années où le marais salant est disponible pour la production. Il s'agit donc d'une valeur indicative.**

³⁸ Pour estimer le nombre de chefs de famille, on divise le nombre d'habitants par 5, soit la taille moyenne des familles sur la commune d'Aquin (Agrer, 2017). Dans le cas présent, on considère que 130 chefs de familles (en majorité des femmes) exploitent le marais salant.

1.8 Synthèse des services d'approvisionnement

1.8.1 Services d'approvisionnement à Macaya-Grande Colline

Le tableau ci-dessous (Tableau 21) regroupe les valeurs économiques estimées pour les services d'approvisionnement dans la zone de Macaya. Les bénéfices économiques liés à la sylviculture n'ont pas été comptabilisés dans la valeur totale des services d'approvisionnement de la zone d'étude du fait de la pression exercée sur les écosystèmes forestiers par cette activité, qui vise à être interdite au sein du Parc d'ici 2020. En prenant en compte ce service, on obtiendrait une valeur totale des bénéfices liés aux services d'approvisionnement comprise entre 246,4 et 300,1 M HTG 2018/an pour la zone de Macaya-Grande Colline. **Sans la sylviculture, cette valeur est comprise entre 130,5 et 184,1 millions de gourdes (HTG 2018) par an** (soit 4,28 à 6,03 millions de dollars 2018).

Tableau 21 : Valeurs économiques des services d'approvisionnement dans la zone de Macaya-Grande Colline (Auteurs)

Service	Unités écologiques	Surface moyenne considérée (ha)	Valeur unitaire (cas échéant) (HTG 2018/ha/an)	Valeur totale annuelle (HTG 2018/an)	Valeur totale annuelle (US \$ 2018/an)	Bénéficiaires
Apiculture	Forêts³⁹	1750 ruches	2803,7 HTG/ruche	4 906 440	161 000	Population résidente, Apiculteurs
Agroforesterie				68 436 532	2 244 225	Population résidente
Agroforesterie commerciale	Agriculture	1123	19 726,8	22 153 210	726 692	Agriculteurs
Agroforesterie vivrière	Agriculture	1123	41 214,0	46 283 322	1 518 232	
Élevage	Pâtures, Landes et broussailles	5319,66	8 368	44 510 457	1 460 077	Population résidente, Éleveurs
Sylviculture				115 987 771	3 804 749	
Bois d'œuvre	Forêts	6604,05	11 532	76 156 731	2 498 170	Population résidente Commerçants de bois
Bois énergie - charbon	Forêts	6604,05	5 966	39 400 168	1 292 444	
Bois énergie - bois gras	Forêts	6604,05	65,2	430 873	14 134	
Eau				12 601 434- 66 240 850	0,4 M – 2,17 M	Population résidente, Population des bassins versants alentours, Agriculteurs
Fourniture d'eau (domestique)	Ensemble écosystèmes	13 590	-	8 122 057 – 61 761 470	0,26 M – 2,02 M	
Fourniture d'eau (irrigation)	Ensemble écosystèmes	13 590	-	4 479 380	147 000	
TOTAL – sans prise en compte de la sylviculture				130,5 – 184,1 M	4,28 M – 6,03M	

³⁹ La dénomination de l'unité écologique « Forêts » inclut les pineraies, forêts de feuillus, forêts karstiques et forêts mixtes

1.8.2 Services d'approvisionnement à Aquin/Saint-Louis du Sud

Le tableau ci-dessous (Tableau 22) présente un résumé des valeurs économiques attribuées aux services d'approvisionnement fournis par les écosystèmes de la zone d'Aquin/Saint-Louis du Sud. **L'ensemble des services évalués représentent une valeur de 118,2 millions de gourdes annuelles (HTG 2018), soit 3,88 millions de dollars 2018 en parité de pouvoir d'achat.**

Tableau 22 : Valeurs économiques des services d'approvisionnement dans la zone d'Aquin/Saint-Louis du Sud (Auteurs)

Service	Unités écologiques	Surface moyenne considérée (ha)	Valeur unitaire (cas échéant) (HTG/ha/an)	Valeur totale annuelle (HTG 2018/an)	Valeur totale annuelle (US \$ 2018/an)	Bénéficiaires
Apiculture				3 364 416	110 363	Population résidente Apiculteurs
<i>Apiculture actuelle</i>	Mangroves	1200 ruches	2803,7 HTG/ruche	3 364 416	110 363	
<i>Valeur d'option</i>	<i>Mangroves</i>	<i>909 ruches</i>	<i>1161,8 HTG/ruche</i>	<i>1 056 043</i>	<i>34 641</i>	
Pêche				109 340 401	3 586 695	Population résidente Pêcheurs, Acteurs de la chaîne de valeur de la pêche
<i>Pêche commerciale</i>	Mangroves, Herbiers, récifs	Ensemble du plateau	-	89 017 290	2 920 036	
<i>Pêche vivrière</i>	Mangroves, Herbiers, récifs	Ensemble du plateau	-	20 323 111	666 659	
Saliculture (valeur indicative)	Marais salant, Aquin	Non déterminée	37 500 HTG/producteur	5 499 309	180 394	Saliculteurs
TOTAL				118 204 122	3 877 452	

2. Évaluation économique des services culturels de Macaya et Aquin-Saint Louis

Les services culturels correspondent aux bénéfices tirés de l'existence des écosystèmes permettant la pratique du tourisme, de loisirs, la transmission d'un héritage culturel ou de valeurs religieuses, et enfin la mise en place de programme d'éducation et de recherche. Les écosystèmes naturels de Macaya-Grande Colline, tout comme ceux du littoral d'Aquin, font partie intégrante de l'identité et du patrimoine culturels haïtiens. Ils façonnent également un paysage unique au fort potentiel écotouristique (Pointl et al., 2012).

Une enquête conduite auprès de 1 134 touristes ressortissants en 2013 (dont près de la moitié étaient non-résidents) a par exemple permis d'identifier les raisons premières des visites touristiques en Haïti.



Illustration 7 : Grotte Marie Jeanne à Port-à-Piment

62% déclarent se rendre avant tout à Haïti pour retrouver leurs proches, mais 24% mettent en avant leur volonté d'être sensibilisés au patrimoine et à la culture locale, ou de se détendre et pratiquer des activités de plein air (Kolbe et al., 2013). La majorité des touristes non ressortissants sont présents sur le territoire pour des missions humanitaires, mais une proportion non négligeable, 18%, citent avant tout des activités liées à la culture et aux activités en extérieur.

Le patrimoine naturel préservé par le Parc de Macaya et l'aire marine d'Aquin Saint-Louis est donc reconnu et essentiel à préserver. L'évaluation économique des services culturels s'appuie généralement sur les données socio-économiques portant sur les activités de tourisme et de loisirs ; ces activités étant encore peu développées dans notre zone d'étude, l'ensemble des services n'est pas monétarisé dans cette évaluation.

2.1 Pratiques traditionnelles et religieuses

En Haïti se mêlent traditions catholiques et vaudous, et les écosystèmes naturels fournissent des aménités paysagères⁴⁰, supports des rites et célébrations. Par exemple, à l'occasion du week-end de Pâques en 2018, **une centaine d'habitants de Grand'Anse et du Sud se sont retrouvés à Macaya-Grande Colline pour la célébration de messes** (com. Pers. J.M. Laurent, 06/18). Le vaudouisme, pratiqué par près de 52% de la population (Maturana et al., 2017) est lui aussi fortement lié aux écosystèmes naturels, **notamment aux grands arbres des forêts et aux grottes**.

⁴⁰ Les aménités paysagères sont les agréments naturels ou patrimoniaux rendant un lieu agréable à habiter ou à visiter.

Le Mapou (Fromager ou *Ceiba pentandra*) est un **arbre sacré** que l'on retrouve dans la forêt tropicale de Macaya et le long du littoral d'Aquin. Il cristallise les liens entre vaudouisme et nature (Le Nouvelliste, 2014) et les vertus nutritionnelles et médicinales de ses feuilles seraient exploitées dans les Antilles et en Afrique de l'Ouest (Enechi et al., 2013). Il est de plus le support de nombreux services écosystémiques (fourniture de fibres et de bois d'œuvre, stabilisation des berges grâce à ses imposantes racines, régulation des inondations, refuge pour la biodiversité...). Son importance culturelle en fait un **objet naturel de conservation** et il est notamment la cible d'une politique de reforestation adaptée aux pratiques culturelles financée par la BID (Maturana et al., 2017)



Illustration 8: Le Mapou (Inventaire du patrimoine immatériel, Haïti)

Bien que de nombreuses **grottes et canyons** restent à explorer, certaines sont bien connues des haïtiens depuis des siècles. Taillées dans la roche calcaire karstifiée, il en existerait près de 200 sur le territoire national. Dans le Sud, en zone tampon du parc, se trouve en particulier la grotte Kounoubwa, située à 30 minutes à pied de Camp Perrin, lieu de pèlerinage pour les habitants du Sud et de Grand'Anse (Beauvais, 2015). S'ajoutent les grottes de Belle Madame, Trou Zombie ou encore les populaires Marie-Jeanne et Tete l'Acul où des visiteurs ponctuels prient et y allument des bougies (enquête terrain M. Gracia, 22/06/18). Ces grottes sont le support de nombreux **cultes et rites vaudous** qui, longtemps interdits, étaient pratiqués secrètement dans ces lieux reclus (Maturana et al., 2017).

Certaines **pratiques artistiques** reposent également sur des produits des écosystèmes forestiers : les sculptures sur bois et racines sont notamment populaires. (Planete Haiti, 2018).

D'autres lieux du parc et de sa zone tampon sont empreints du patrimoine historique haïtien, et retracent notamment les victoires de la première république noire indépendante. La citadelle des Platons fut conçue pour défendre les montagnes du Sud. Ses vestiges, visibles à Port-à-Piment en zone tampon du parc, surplombent les collines avec une vue imprenable sur le paysage du parc (Jessamine, 2013).

L'intégration du parc de Macaya dans la culture haïtienne est un témoignage de l'existence d'une valeur de non-usage liée aux écosystèmes du parc. Malgré la reforestation qui a remplacé à peu près 80% de la forêt primaire, le cœur du parc de Macaya (zone de conservation) abrite la dernière forêt native du pays sur laquelle reposent de nombreux espoirs de développement (Jean Louis, 2018). **La**

valeur patrimoniale des deux aires ne peut pas être étudiée mais est estimée par la reconnaissance par l'UNESCO en 2016 de la « Réserve de biosphère du massif de la Hotte ».

2.2 Pratiques récréatives

Peu d'activités de loisirs pratiqués par les résidents (et non par les touristes) sont recensées dans notre zone d'étude.



Illustration 9 : Gaguère en Haïti (Anne Myriam Bolivar)

Pratiqués dans l'ensemble des Caraïbes et que l'on retrouve même en Indonésie, les « gaguères » ou combats de coqs demeurent très populaires sur la partie Ouest de l'île d'Hispaniola. Ces combats servent de spectacle récréatif et définissent également une partie de la hiérarchie sociale d'une localité.

Dans la commune des Abricots, à 50 km au Nord-Ouest du parc, près de 40 gaguères ont été recensées, où des mises de quelques centaines de gourdes s'échangent à chaque événement (Redon, 2012). Bien que nous ne puissions quantifier exactement cette pratique, nous pouvons faire l'hypothèse qu'elle est pratiquée par quelques paysans de Macaya. **Les sols végétalisés de la zone verte du parc seraient le support de l'élevage de coqs de combat. La valeur d'un de ces coqs peut atteindre 1 250 HTG (Civil-Blanc, 2007). Nous ne pouvons dégager cependant de valeur globale pour la zone.**

2.3 Savoir-faire traditionnels, l'exemple de la cueillette

L'exemple du Mapou illustre le fait que certains rites reposent sur des espèces endémiques et leurs écosystèmes naturels. Ils sont le support de certains savoir-faire traditionnels, comme la **phytothérapie** à base d'espèces ligneuses et herbacées cueillies (*Pimenta hispaniolensis*, *Prunus occidentalis* ou *Brunellia comocladifolia*, (com. pers. J-M. Laurent, 06/18).

L'utilisation des feuilles de Mapou et la production de Kapok par cet arbre également surnommé « Bois coton » est également un témoignage de pratiques culturelles extractives liées aux écosystèmes.

La cueillette de fruits n'est pas réellement pratiquée dans le parc, et les récoltes auprès d'arbres fruitiers s'apparentent davantage à un mode d'agriculture vivrier qui, décrit dans la section consacrée aux services d'approvisionnement.

Aucune donnée quantitative n'est disponible sur la cueillette dans notre zone d'étude ni sur la consommation de plante par les haïtiens pour des usages médicaux notamment. Ce service n'est donc pas monétarisé ici.

2.4 Éco-tourisme des résidents et non-résidents

Bien que la richesse paysagère et la biodiversité d'Haïti n'aient rien à envier à ses voisins des Caraïbes, le potentiel touristique y est peu exploité. Les recettes enregistrées par le tourisme ne représentent que 2% du PIB, contre plus de 60% pour la République Dominicaine qui partage avec Haïti l'île d'Hispaniola (Pointl et al., 2012). Le Sud d'Haïti est la région touristique la plus dynamique : elle représentait en 2015 83% de la valeur produite par le secteur (Ministère du tourisme, 2016). Les dommages causés par l'ouragan Matthew, qui a particulièrement touché le sud de l'île, ont néanmoins affaibli ce secteur.

La proximité de l'île caribéenne avec d'autres pôles de l'écotourisme mondial et l'existence d'une large diaspora (20% des ressortissants haïtiens vivent en dehors du pays (Audebert, 2017)) confèrent un fort potentiel au développement du tourisme en Haïti. **Les aires protégées se positionnent alors comme des sites pilotes où s'unissent les intérêts des gestionnaires de l'environnement et des opérateurs touristiques** (Méral et Pesche, 2016) autour de l'écotourisme, dit *Touris Lakay* en créole (Les grottes d'Haïti, 2016). Il se définit selon l'Union Internationale pour la Conservation de la nature (UICN) comme un « *voyage responsable sur le plan environnemental et visite de milieux naturels relativement peu perturbés dans le but d'apprécier la nature – ainsi que toute manifestation culturelle passée ou présente observable de ces milieux –, encourageant la conservation, ayant un impact négatif très limité et s'appuyant sur une participation active des populations locales dans le but de générer des avantages* » (Tardif, 2003).

Les écosystèmes offrent naturellement un cadre pour le développement d'activités non extractives (plongée, randonnée, visites d'interprétations...) et pour la sensibilisation à l'environnement des acteurs et des visiteurs bénéficiaires. Ceci permet aux opérateurs et aux populations d'enregistrer des dépenses effectuées sur les sites par les touristes (droits d'entrée, hôtels, guides, consommation de produits éco-certifiés). Ces dépenses sont considérées comme des bénéfices qui n'auraient pas été permis sans les écosystèmes naturels.

Nous nous attachons donc à décrire les potentialités touristiques liées aux écosystèmes naturels, puis nous évaluons les dépenses effectuées par les touristes et les prévisions futures, et ce pour chacune des deux zones d'étude.

2.4.1 Tourisme éco-montagnard et spéléologique à Macaya-Grande Colline

Description du service

4 circuits écologiques importants ont été identifiés par le Groupe d'Aides écologiques, mis en place en 2015 par la Fondation Macaya pour le Développement Local (FMDL) pour surveiller en particulier les plantules transplantées à l'intérieur du Parc et de sa zone tampon. Il s'agit de (Mentor, 2017) :



Illustration 10 : Sentier à Macaya (Marco Garcia)

- Depuis la nouvelle Station écologique Gran Plenn jusqu'aux plantations de pins mises en place par la Fondation Macaya et au bassin versant de la rivière Les Anglais : ce sentier offre une vue panoramique attractive pour les potentiels excursionnistes ;
- Depuis Gran Plenn jusqu'à la chute d'eau Tissafy : les paysages naturels attrayants rendent le circuit intéressant pour les randonneurs ;
- Depuis la plantation du Café Catimor de l'ancienne Coopérative Saint-André de Randel vers Nan Rak : des forêts de feuillus et de pins non exploitées sont présentes à 3 heures de marche, sur la ligne de crête entre le Pic le Ciel et Cadiche, surplombant le bassin versant de la rivière Bras gauche de Port-à-Piment, et de nombreux oiseaux sont visibles tout au long de ce circuit (ramiers, jacquot, caleçon rouge notamment) ;
- Depuis Gran Plenn jusqu'au bassin versant de la rivière de Roseaux, les randonneurs peuvent contempler les trois bassins formés par cette rivière ainsi que diverses espèces de feuillus, de pins ou encore de fougères.

Dans une démarche de restauration des écosystèmes suite à l'ouragan de 2016, les visites des pics, de la pinède et de la forêt de feuillus sont pour le moment suspendues ("Parc National Naturel Macaya," 2017).

Tableau 23 : Principaux sites touristiques au sein du parc et en zone tampon (Auteurs, d'après MDE, 2014 et Les grottes d'Haïti, 2016)

Localité	Sites touristiques
Formon	Terre Rouge, Twou Zonbi (Trou Zombie), Kay Ti Chou, Bel Madanm (Belle Madame), Sous Bwa, De Kavalie, Zon Degoute, Nan Taba, Zon Kay Ilyodor, Zon Dura
Rendel	Pic Macaya
Beaumont	Lakonm
Roseaux	Bari
Zone tampon	Grotte Kounoubwa à Camp-Perrin Grotte Marie-Jeanne à Port-à-Piment (plus vaste excavation des Caraïbes, élément exceptionnel UNESCO)

Outre les activités de randonnées, **des excursions spéléologiques** sont également organisées. En 2013, dans le cadre du programme Ayiti Toma de découverte et de valorisation des grottes d'Haïti, une expédition spéléologique « Anba Macaya » est conduite pendant 6 semaines par un groupe de 7 français (Les grottes d'Haïti, 2016). À l'issue de cette mission, 3 guides ont été formés pour chaque

grotte, et des parcours de visite ont été aménagés. Le Ministère du Tourisme est de plus appuyé par la BID pour la valorisation de ces grottes ; la Grotte Marie-Jeanne va ainsi être réaménagée en 2019.

Par ailleurs, Le Parc Naturel de La Visite accueille depuis une vingtaine d'année des visiteurs venus chaque week-end de Port-au-Prince pour profiter de ses forêts et de la biodiversité qu'elles abritent, lors d'une randonnée touristique baptisée « rallye pédestre » (Paryski, 1996 ; Paul, 2015). Un tel écotourisme est adapté aux paysages de Macaya : la richesse de son histoire géologique, les espèces endémiques abritées par la forêt luxuriante, les grottes karstiques sont autant de curiosités susceptibles d'attirer les visiteurs, résidents ou non. Treize sites d'intérêt ont été localisés au sein du parc et dans la zone tampon (Tableau 23) ("Parc National Naturel Macaya," 2017).

Évaluation du service culturel lié au tourisme

Les données les plus récentes et les plus complètes sur l'activité touristique datent de 2013. L'ouragan Matthew a eu un impact important sur la zone et ces données ne correspondent sans doute plus à la fréquentation actuelle du parc, largement revue à la baisse. Selon la Fondation Macaya, il n'existe pas d'activité touristique régulière dans le parc malgré le potentiel de celui-ci (cf. enquête terrain M. Gracia, 06/18). Ces données de 2013 permettent cependant d'illustrer le service fourni par les écosystèmes naturels aux activités touristiques.

Ainsi en 2013, **plus de 150 touristes ont visité le parc** et les dépenses qu'ils ont engagées pour profiter des paysages de forêt native et des reliefs karstiques ont été identifiées (Jessamine, PNUD/SNAP, 2013) (Tableau 24). Ces dépenses constituent de bons indicateurs économiques des services fournis par les écosystèmes (Milcu et al., 2013). Elles traduisent en effet la valeur accordée par les touristes au site de Macaya-Grande Colline, où les activités proposées reposent essentiellement sur la nature :

- **Dépenses pour l'entrée dans le parc et les excursions : les touristes sont en effet prêts à payer pour accéder à une visite privilégiée du parc et bénéficier de l'expertise d'un des 4 guides spécialisés** (enquête terrain M. Gracia, 06/18). En 1992, une quinzaine de guides formaient l'Association des guides du Parc Macaya à Formon ("Faire de l'écotourisme dans le Parc Macaya," 2017), dissoute en raison de l'instabilité politique des années 2000. Aucun droit d'entrée dans le parc n'a encore été instauré, mais le parc prévoit sa mise en place prochainement ("Parc National Naturel Macaya," 2017). **Une valeur de 200 HTG** par personne a été proposée dans l'étude de Jessamine. Le produit de ces entrées pourrait être reversé à un fond de développement géré par la communauté pour l'entretien du parc (Jessamine, PNUD/SNAP, 2013). Nous faisons l'hypothèse qu'un guide accompagne chaque jour un groupe de 7 personnes en moyenne, comme le groupe de spéléologues français. Les **35 786 HTG** dépensés par les 150 visiteurs en 2013 pour ces visites témoignent de la mise en valeur par les guides et la sensibilisation des visiteurs à la forêt tropicale et à son relief karstique étonnant. Les prix, revus à la hausse depuis 2016 (« Parc National Naturel Macaya », 2017), suggèrent une valeur d'option des excursions guidées au cœur des espaces naturels de Macaya à hauteur de **428 571 HTG**.
- **Achats de produits locaux** qui mettent en valeur le savoir-faire local dépendant de la présence d'espèces mellifères ou d'arbres fruitiers en forêt. En 2013, **22 500 HTG** ont été perçus par l'achat des produits du terroir, tel un pot de mangues issues de la cueillette (com. pers. J. Chesnel, 06/18 ; Jessamine, 2013). L'achat d'un pot de confiture à un coût unitaire de 500 HTG par chacun des 750 visiteurs prévus annuellement (Jessamine, PNUD/SNAP, 2013) générerait des bénéfices représentant une valeur d'option liée au développement de l'éco-tourisme et de l'artisanat durable de **375 000 HTG**. Ces produits, de même que le miel de mangrove en

développement à Aquin, pourraient même faire l'objet d'un label ou d'une *écocertification* valorisant une production locale et durable (Le Coq et al., 2016)

- **Les coûts liés aux transports et à l'hébergement** sont des retombées plus indirectes de la présence d'écosystèmes à fort intérêt touristique mais ils sont à considérer dans la propension des touristes à payer pour visiter le parc. Il est cependant nécessaire de distinguer les services qui n'auraient pas été payés en l'absence des écosystèmes. Le parc de Macaya étant un vaste espace principalement caractérisé par sa forêt native, on peut considérer que les 4 nuitées passées en moyenne par les touristes (Jessamine, 2013) correspondent à 4 jours de randonnées et de découverte de la nature à Macaya. En 2013, les touristes payaient **214 750 HTG** pour passer 4 nuits à proximité du parc. Les prévisions projettent une hausse de la demande, avec un premier objectif de 750 visiteurs par an soit **3 000 000 HTG dépensés** ce qui devrait contribuer à la création d'emplois dans les secteurs de l'hôtellerie et de la restauration.

A ces postes de dépenses s'ajoutent usuellement le temps passé à visiter et les coûts de transport engagés par les touristes pour se rendre sur les sites. Ces coûts sont complexes à estimer dans le cadre de cette étude, notamment car l'origine des touristes n'a pas pu être déterminée.

Le tableau ci-dessous reprend les différents postes de dépenses des touristes au sein du parc en 2013 mais également telles qu'elles pourraient être si le tourisme se développait dans la zone. L'étude de Jessamine proposait en effet **un scénario de développement du tourisme avec une cible de 750 visiteurs par an que nous reprenons ici.**

La documentation des postes de dépenses s'appuie sur les données de 2013 mais également sur les commentaires des experts associés à l'étude (com. pers. J. Chesnel, 06/18 ; enquête terrain Gracia Jessamine, 2013).

Évaluation et suivi des services rendus par les écosystèmes des aires protégées du Grand Sud d'Haïti
Rapport d'évaluation des services écosystémiques Macaya – Aquin Saint Louis

Tableau 24 : Valeur en 2013 et valeur d'option de l'éco-tourisme de montagne à Macaya-Grande Colline (Auteurs)

Description	Nombre de visiteurs par an	Nuitées	Postes de dépenses unitaire HTG/unité (total HTG/an)	Dépenses totales sur site
Valeur pour l'année 2013, dans les limites du parc	150 dont : - 7 spéléologues en expédition pendant 6 semaines - 143 touristes en excursion de 5 jours dans le parc (4 nuits passées)	859	<u>Nuitée en zone tampon</u> : 250 (214 750) <u>Guides</u> : 250 (35 786) <u>Achat de produits locaux</u> : 150 (22 500)	273 036
Valeur d'option (Jessamine, 2013)	750 en excursion de 5 jours parc et zone tampon	3 000	<u>Nuitée en zone tampon</u> : 1000 (3 000 000) <u>Guides</u> : 1000 (428 571) <u>Achat de produits locaux</u> : 500 (375 000) <i>Droit d'entrée : 200 (non instauré pour l'instant)</i>	3 803 571
Grottes en zone tampon – valeur d'option (enquête terrain M. Garcia, 06/18)	9200	/	<u>Accès à la grotte Marie Jeanne</u> : 100 (920 000) <u>Équipements (torche, casque)</u> : 100 (920 000)	1 840 000

L'éco-tourisme montagnard à Macaya est possible grâce aux aménités paysagères offertes par les écosystèmes naturels. L'artisanat local qui se développe conjointement permet une mise en valeur des matières premières sourcées localement. Les dépenses associées à ces activités essentiellement dépendantes des processus écologiques et karstiques s'élevaient en 2013 à **273 000 HTG, soit 437 000 en HTG 2018**. En prenant comme objectif de charge l'estimation du GEF, soit 750 visiteurs par an, la **valeur d'option de la présence des écosystèmes naturels pour le service touristique est estimée à 5,6 millions HTG/an**.

2.4.2 Tourisme sur le littoral Aquin-Saint Louis du Sud

À l'image de ses voisins des Caraïbes, les écosystèmes benthiques d'Haïti offrent un vaste éventail d'activités marines plaisancières : excursions, plongées, snorkeling... Des activités de *bird-watching* sont également proposées par les guides du Centre d'Interprétation de la Nature d'Aquin, dont la valeur n'a pas pu être évaluée dans l'étude⁴¹.

Les données ci-dessous livrent un aperçu des bénéfices procurés par les services touristiques des écosystèmes benthiques (récifs, mangroves, herbiers) dans d'autres régions des Caraïbes. Elles ont été calculées dans de précédentes études en République Dominicaine (Burke et al., 2010), en Martinique (Binet et al., 2013), à Trinité-et-Tobago et Sainte Lucie (Burke et al., 2008), à Belize et en Jamaïque (Schuhmann et Mahon, 2015) et ramenées au prorata du PIB per capita⁴².

Tableau 25 : Évaluation des bénéfices du tourisme permis par les écosystèmes benthiques des Caraïbes (Auteurs)

Pays	Zone d'évaluation	Valeur service touristique (HTG)
République Dominicaine	Parc naturel de Jaragua-Bahoruco-Enriquillo (1374 km ²)	10 587 770,67
Martinique	Le Prêcheur (605 ha)	7 390 379,40
Tobago	300km ²	136 392 505,42
Sainte Lucie	National	551 364 470,87
Belize	National	1 741 582 568,81
Jamaïque	Montego Bay	4 328 428 338,76

Les aménités littorales d'Aquin St Louis lui confèrent autant de potentiels que ses voisins : plages de sable, pointes rocheuses, îlot de Grosse Caye, fort historique d'Olivier et l'île des Anglais qui lui fait face... Ces lieux sont déjà bien intégrés au territoire grâce à la Route Nationale 2 qui les lie à un réseau d'une quarantaine d'autres sites touristiques potentiels de la péninsule du Sud, dont fait partie Macaya (Pointl et al., 2012).



Illustration 11 : Fort des Anglais à Saint Louis du Sud (Christophe Miller, The New York Times)

Les données annuelles de charge des 7 hôtels d'Aquin et de Saint-Louis du Sud ne sont pas connues, mais une enquête a permis d'identifier que les infrastructures hôtelières connaissent chaque année, entre le 29 et le 31 mars, leur pic d'activité durant le Festival des Danses et Musiques Traditionnelles d'Aquin. **Les organisateurs de ce festival profitent du paysage et de l'espace offert par les plages et**

⁴¹ Aucun contact n'a pu être établi avec le Centre tant lors de l'enquête de terrain.

⁴² La valeur en devise locale a été multipliée par le ratio [PIB per capita en Haïti/PIB per capita du pays] puis convertie en gourdes haïtiennes.

îlots pour accueillir plus d'un millier de festivaliers (com. Pers. J-M. Laurent, 06/18). Près de 100 touristes sont hébergés dans les hôtels d'Aquin et de Saint Louis du Sud pendant ces 3 jours qui correspondent à leur pic d'activité (enquête terrain Marco Garcia, juin 2018). Grâce aux données délivrées par les hôteliers sur leur capacité de charge et les recettes générées durant le festival, nous pouvons estimer les dépenses effectuées par ces touristes (cf. tableau 26). Trois hôtels sont présents dans la zone (Auberge Le Papillon, Hôtel Alpha, Hôtel Aldy's) et proposent une capacité totale de 49 chambres doubles. Ces hôtels affichent complets durant le festival et ont des taux d'occupation très variables – et peu renseignés – le reste de l'année. Le détail des activités pratiquées par les touristes le reste de l'année, et notamment en lien avec les écosystèmes naturels, n'est pas non plus connu.

Le pays fait face à des difficultés sur le secteur touristique du fait du manque d'infrastructures d'accueil et de services adaptés aux touristes mais également à cause d'une mauvaise gouvernance qui ne permet pas de capter correctement les bénéfices de ce secteur. Pourtant le potentiel d'Haïti, et notamment du département du Sud, en termes de développement touristique est important. Ce secteur est stratégique pour le développement économique du pays. Un « Programme de Tourisme Côtier Durable » a été mis en place par le Ministère du Tourisme, appuyé par la BID, et vise à améliorer la mise en valeur des sites à potentiel touristique. Ce programme se concentre notamment sur la zone côtière entre l'est d'Aquin et Port-Salut et Port-à-Piment dans le but d'augmenter le rôle joué par la zone d'Aquin comme passerelle entre les infrastructures touristiques actuelles et à venir dans le département du Sud (BID, 2014).

En dehors de la période du festival, des activités d'écotourisme sont proposées aux touristes et pourraient se développer : les pêcheurs, pour 475 HTG en moyenne, embarquent des touristes pour une balade en mer. **Cela permet de diversifier de leurs revenus et de soulager la pression exercée sur les ressources halieutiques** (PADI, 2012). Il n'existe cependant pas de données sur le nombre de pêcheurs pratiquant cette activité et le nombre de touristes embarqués.

Le tableau ci-dessous fait la synthèse des données sur les dépenses des touristes sur le littoral :

Tableau 26 : Dépenses actuelles enregistrées par l'accueil de touristes sur le littoral (enquête M. Gracia, 06/18)

Infrastructures, Activités	Dépenses des touristes
3 hôtels affichent complet durant le festival : 49 chambres 3480 HTG/chambre en moyenne	170 800 HTG
Excursion sur un bateau de pêcheur	475 HTG par sortie

À l'instar des parcs et littoraux des îles voisines, les ressources benthiques d'Aquin et notamment ses plages et mangroves et récifs coralliens sont susceptibles d'attirer de nombreux touristes. Aujourd'hui, le pic touristique est atteint lors du festival d'Aquin, où près de 100 touristes dépensent 170 800 HTG pour leur hébergement (valeur exprimée en HTG 2018). Cette valeur constitue une illustration et n'est pas représentative du service culturel fourni par les écosystèmes naturels. L'enjeu demeure de développer des activités et des infrastructures durables permettant de garantir l'offre touristique.

2.5 Contribution des aires à la production et à la transmission de connaissances scientifiques

2.5.1 Recherche scientifique

Les deux aires naturelles protégées, grâce aux efforts de conservation et de préservation, sont des terrains d'observations privilégiés pour la recherche scientifique, l'accumulation de connaissances sur les écosystèmes naturels tropicaux et leur restitution via des programmes éducatifs. **Le nombre de publications, la rémunération des emplois dédiés et les montants des consultations scientifiques révèlent la valeur de ce service culturel pourvu par les écosystèmes.**

Peu de données sur la production scientifique à Aquin sont disponibles tandis que de nombreuses études ont été conduites à Macaya ⁴³. Le parc abrite en effet la dernière forêt native du pays et une biodiversité d'une grande richesse et fait par conséquent l'objet de nombreuses publications de recherches dans les domaines de la géologie et de l'écologie. D'abord axés sur des inventaires floristiques et faunistiques, les travaux de recherche s'intéressent progressivement à l'étude des écosystèmes du parc. Une bibliométrie rapide permet d'apprécier qualitativement l'apport des écosystèmes naturels du parc pour la production de connaissances globales, qui est une bonne mesure quantitative de la valeur du service culturel (Milcu et al., 2013). Parmi ces études scientifiques, l'Université de Floride a fait le recensement des espèces de plantes vasculaires présentes dans le Parc Macaya, qui sont au nombre de 1608 (Florida Museum of Natural History, 2017).

Pour l'évaluation économique de ce service lié à la production de connaissance scientifique, le plan de gestion, le plan de gestion du parc de Macaya peut être utilisé. Celui-ci se double en effet d'un plan opérationnel d'action sur cinq ans avec des activités dédiées à la recherche et au suivi des écosystèmes dont les budgets dédiés constituent de bons indicateurs de la valeur des écosystèmes.

Tableau 27 : Évaluation économique de la production de savoirs scientifiques dans la zone de Macaya (Auteurs - d'après le plan de gestion de Macaya, 2015)

Programme de recherche	Chercheurs mobilisés	Montant (HTG/an)
Mise en place d'un Système d'Information Environnemental	10 spécialistes impliqués :	32,3 millions
Cartographie des éléments de conservation	1 responsable,	
Gestion d'un réseau de stations écologiques autour et dans le parc	2 écologues CATIE, 4 spécialistes Audubon,	
Surveillance et évaluation des actions de conservation et suivi des menaces	2 guides 1 garde forestier	

Les dépenses consacrées à la production de connaissances sur le parc de Macaya sont une estimation de la valeur donnée à l'information collectée et aux connaissances que l'on peut produire sur ces écosystèmes protégés. **La valeur de ce service culturel offert par les écosystèmes de Macaya s'élève donc à 32,3 millions HTG par an, soit 46,3 millions en HTG 2018.**

⁴³ Une liste présentant un certain nombre d'études scientifiques menées à Macaya est disponible en annexe

2.5.2 Actions de sensibilisation et d'éducation

Cette production de savoirs est corrélée avec des moments de transmission des connaissances et de mise en œuvre de programmes de sensibilisation. Ces activités pédagogiques font partie intégrante du plan de gestion des aires puisqu'elles ont vocation à assurer la pérennité des mesures de conservation, et à faire participer le plus grand nombre à la restauration des écosystèmes. En effet, elles permettent d'améliorer la compréhension et la prise de conscience de l'enjeu environnemental par la population. L'intérêt développé à travers de telles initiatives peut ensuite être répercuté sous la forme d'actions en faveur de l'environnement ou tout au moins de comportements plus responsables.

Dans le cas de Macaya par exemple, les emplois et les montants dédiés aux volets pédagogiques sont eux aussi révélateurs de l'importance des écosystèmes naturels pour l'éducation. Les opérations pédagogiques, décrites dans le tableau suivant, s'adressent à un public scolaire en premier lieu mais également à l'ensemble des acteurs pouvant y prendre part.

Tableau 28 : Activités de sensibilisation à l'environnement autour du parc de Macaya entre 2015 et 2020 (Auteurs, d'après le plan de gestion de Macaya, 2015 et com.pers. J.M.Laurent, 06/18)

Opérateur	Opération de sensibilisation, éducation, recherche sur le parc de Macaya	Nombre d'actions	Personnes formées/sensibilisées par an	ETP (Emploi équivalent temps plein)	Investissement (HTG/an)
École Normale Supérieure	Visite de 20 étudiants du département de Sciences Naturelles Visites de la faculté d'ethnologie	1	20	1 jour (1 guide)	400
Jardin Botanique des Cayes	Visites du parc par groupe de 15 personnes	10	150	10 jours (1 guide)	4 000
Unité de Gestion du Parc et ONG	Activités d'éducation à l'environnement dans des écoles de la région	50	Non précisé	75 jours	30 000 (soit 150 000 HTG sur 5 ans)
TOTAL					34 400

À Aquin, le Centre d'Interprétation de la Nature proposait des activités récréatives de *bird-watching*. Ces dernières peuvent être assimilées à de la pédagogie environnementale et participent également aux suivis écologiques des populations de l'avifaune. Ce Centre, qui était **le premier centre d'éducation environnementale du Sud**, a ouvert ses portes à l'occasion de la Journée mondiale de l'environnement, le 5 juin 2014 (PNUD, 2015) et a fermé depuis.

Les dépenses consacrées aux actions de sensibilisation sur le parc de Macaya s'élèvent ainsi à 34 400 HTG (49 253 en HTG 2018).

2.5.3 Bioprospection

Les ressources naturelles présentent une diversité génétique très importante, représentant un fort potentiel pour la production de nouveaux médicaments.

En Haïti, le gouvernement est conscient des enjeux économiques et scientifiques associés aux écosystèmes marins du territoire. En effet, de nombreux produits pharmaceutiques sont en

développement et utilisent des ressources marines telles que les récifs coralliens ou des éponges caribéennes présents entre autres dans les aires protégées d'Aquin et Saint-Louis du Sud. Les contrats entre les entreprises et les gouvernements des petits États insulaires en développement (PEID) ne cessant d'augmenter, cette voie n'est pas à négliger d'un point de vue économique pour le pays (MDE et al., 2016).

Dans la zone de Macaya, un certain nombre de plantes sont reconnues pour leurs vertus médicinales. C'est le cas du Pèch mawon (*Persea krugii*), Malagèt (*Pimenta hispaniolensis*), Lamandye granfèy (*Prunus occidentalis*) ou encore du *Brunellia comocladifolia* (com.pers. Jean-Mary Laurent, 07/18). Par exemple, *Prunus occidentalis* peut être utilisé en cas d'asthme ou de toux sous forme de décoction de son écorce, de ses feuilles et de ses fruits ; une infusion des fleurs et des feuilles peut également soulager les rhumes, et un sirop concocté à partir de ses graines et de sucre permet de soigner la toux et les mucosités (Timyan, 1996).



Illustration 12 : Lamandye granfèy (*prunus occidentalis*) (cedaf.org.do)

En l'absence de données précises, le service de bioprospection ne sera pas évalué dans le cadre de cette étude, mais il est important de souligner qu'à ce niveau, la diversité génétique des écosystèmes revêt une valeur d'option non négligeable.

2.6 Synthèse des services culturels

2.6.1 Services culturels à Macaya-Grande Colline

Les évaluations des services culturels dans la zone d'étude de Macaya-Grande Colline sont résumées dans le tableau ci-dessous. Les valeurs d'option de l'éco-tourisme n'ont pas été comptabilisées dans le total. **Si la valeur de l'éco-tourisme était estimée en tenant compte du potentiel des écosystèmes naturels et non pas de la valeur actuelle de ce service, l'ensemble des services culturels seraient évalués à près de 47 millions de gourdes par an, soit 1,5 millions de dollar 2018.**

Tableau 29 : Valeurs économiques des services culturels dans la zone de Macaya-Grande Colline (Auteurs)

Service	Unités écologiques	Surface moyenne considérée (ha)	Valeur unitaire (cas échéant) (HTG 2018/ha/an)	Valeur totale annuelle (HTG 2018/an)	Valeur totale annuelle (US \$ 2018/an)	Bénéficiaires
Pratiques traditionnelles et religieuses			Non monétarisée	Non monétarisée	Non monétarisée	
<i>Cultes et rites vaudous</i>	Ensemble des écosystèmes	13 590	Non monétarisée	Non monétarisée	Non monétarisée	Population résidente
<i>Pèlerinage</i>	Ensemble des écosystèmes	13 590	Non monétarisée	Non monétarisée	Non monétarisée	
Pratiques récréatives (gaguères)	Ensemble des écosystèmes	13 590	Non monétarisée	Non monétarisée	Non monétarisée	Population résidente
Cueillette	Ensemble des écosystèmes	13 590	Non monétarisée	Non monétarisée	Non monétarisée	Population résidente
Éco-tourisme (non-résident)				436 627	436 627	
<i>Parc (valeur actuelle)</i>	436 627		66,1	436 627	436 627	Population non-résidente
<i>Parc (valeur d'option)</i>	6 082 501	6604,05	921	6 082 501	6 082 501	
<i>Zone tampon (valeur d'option)</i>	2 942 446			2 942 446	2 942 446	
Production et transmission de connaissances				46 295 294	46 295 294	
<i>Recherche</i>	46 246 041	6604,05	7003	46 246 041		Tous les acteurs/global
<i>Sensibilisation</i>	49 253	6604,05	75	49 253		
<i>Bioprospection</i>	Ensemble des écosystèmes	6604,05	Non monétarisée	Non monétarisée	Non monétarisée	
TOTAL				46,7 M	1,5 M	

2.6.2 Services culturels à Aquin/Saint-Louis du Sud

Le tableau ci-dessous présente les services culturels de la zone d'Aquin/Saint-Louis du Sud et leur évaluation économique. **Les données dont nous disposons nous ont permis d'estimer uniquement une partie de la valeur du tourisme, qui s'élève à 170 800 gourdes par an (soit moins de 6000 dollars US 2018).** Il faut noter que cette valeur est une limite basse et que seule une évaluation complémentaire permettrait d'estimer de manière plus complète les services culturels rendus par les écosystèmes de la zone.

Tableau 30 : Valeurs économiques des services culturels dans la zone d'Aquin/Saint-Louis du Sud (Auteurs)

Service	Unités écologiques	Valeur totale annuelle (HTG 2018/an)	Valeur totale annuelle (US \$ 2018/an)	Bénéficiaires
Tourisme		170 800	5 600	Population non-résidente
<i>Festival</i>	Ensemble des écosystèmes	170 800	5600	
<i>Éco-tourisme</i>	Ensemble des écosystèmes	Non monétarisé	Non monétarisé	
Production et transmission de connaissances				Tous les acteurs/global ?
<i>Recherche</i>	Ensemble des écosystèmes	Non monétarisé	Non monétarisé	
<i>Sensibilisation</i>	Ensemble des écosystèmes	Non monétarisé	Non monétarisé	
<i>Bioprospection</i>	Ensemble des écosystèmes	Non monétarisé	Non monétarisé	
TOTAL		170 800	5 600	

3. Évaluation économique des services de régulation

Les écosystèmes naturels procurent des bénéfices directs aux populations, bénéfices mesurés précédemment à travers les services d'approvisionnement. **Des fonctions écologiques de régulation assurées par les écosystèmes sous-tendent nombre de ces services**, comme l'illustre très bien le service d'approvisionnement en eau. La fourniture en eau domestique et d'irrigation assurée par le « château d'eau » de Macaya témoigne en effet de l'importance économique et écologique de l'hydrologie de Macaya pour la péninsule du Sud. La qualité et l'abondance de ces services sont tributaires des aléas naturels et des dérèglements climatiques (crues ou sécheresse, pollution des eaux...) (Singh and Cohen, 2014).

Les **services de régulation** exercés par les écosystèmes naturels conservés ou restaurés contribuent à prévenir les risques naturels, déjà élevés à Haïti et renforcés aujourd'hui par les impacts du changement climatique. La prévention de l'érosion terrigène et des inondations repose par exemple en partie sur le maintien du couvert végétal et des sols végétalisés. Les forêts de palétuviers d'Aquin St Louis du Sud sont perçues par les habitants comme protectrices face aux tempêtes et aux surcotes marines (enquête terrain M. Gracia, 06/18). Les écosystèmes constituent ainsi de **véritables infrastructures vertes**, protégeant les populations et les activités humaines.

Ces services reposent sur le maintien d'un bon état de santé des écosystèmes, et de surfaces de recouvrement suffisantes. D'autres services d'approvisionnement non durables, comme le sciage et le prélèvement excessif de bois pour la fabrication du charbon, sont susceptibles d'entrer en concurrence, notamment spatiale, avec ces services de régulation.

3.1 Régulation du climat global (Macaya et Aquin-Saint Louis)

3.1.1 Description du service

Les habitats des deux zones d'études ont la capacité de fixer et de stocker le dioxyde de carbone, gaz à effet de serre atmosphérique ou dissous dans l'océan. La végétation et les sols de Macaya (forêt native, landes ou jachères spontanées valorisées en pâturage) ainsi que les écosystèmes d'Aquin Saint-Louis (mangrove et herbiers) **assimilent ce carbone, contribuant à atténuer le réchauffement climatique à l'échelle globale.**

A l'échelle d'Haïti, les impacts du changement climatique se traduisent notamment par une augmentation de la fréquence et de la durée des cyclones de l'Atlantique depuis 1995 ainsi que l'augmentation des températures moyennes de l'île et l'élévation du niveau de la mer (Taylor et al., 2015). L'indice de risque climatique à long terme place de plus l'île en 3^{ème} position avec une moyenne annuelle de 308 morts et une perte annuelle de 212 millions USD, soit une baisse de 1,7% du PIB liés à la modification du climat.

Deux mécanismes biologiques participent à la régulation du climat :

- Pour croître, les végétaux **fixent** chaque année une certaine masse de carbone atmosphérique minéral (du CO₂), et l'assimilent par la photosynthèse sous forme de carbone organique.
- Ce carbone est **stocké** dans la biomasse végétale épigée et hypogée⁴⁴ : la décomposition des végétaux enrichit donc progressivement les sols en carbone organique.

⁴⁴ La biomasse épigée correspond à l'ensemble des organes végétaux aériens, tandis que la biomasse hypogée se trouve sous le sol.

En fixant le carbone, les écosystèmes participent ainsi à l'atténuation des impacts du changement climatique à l'échelle globale, leur sauvegarde est donc essentielle pour la préservation du climat. En effet, la déforestation d'une partie de la forêt entraînerait la libération du carbone sous forme de CO₂, tandis que les projets de sylviculture durable devraient contribuer à augmenter le volume de carbone stocké (CDB, 2001).

Pour traduire en termes économiques la valeur de ce service fourni par les écosystèmes, il est nécessaire de connaître pour chacun d'eux leur capacité de fixation et de séquestration mais également d'attribuer une valeur monétaire au carbone. La valeur du service est alors déterminée grâce à la méthode des prix de marché (quantités de carbone fixées et séquestrées multipliées par le prix de la tonne de carbone). Or, le choix d'une valeur monétaire pour la tonne de carbone est délicat car les possibilités sont multiples.

Il n'existe pas de valeur mondiale du carbone, intégrant le coût social de celui-ci⁴⁵. Plusieurs valeurs monétaires du carbone coexistent donc et elles varient fortement selon les pays et les régions du globe. Le prix explicite de la tonne de CO₂ en 2017 variait ainsi entre 2 et 120 dollars (I4CE, 2017)⁴⁶. Il n'existe pas à Haïti de tarification du carbone, le choix est donc fait ici d'appliquer la valeur utilisée sous forme de taxe par le Chili et la Colombie, pays les plus proches d'Haïti géographiquement et en termes de niveau de développement. Celle-ci correspond à 5€/tCO₂ (I4CE, 2017), soit **400 HTG par tonne de CO₂ fixée**. Néanmoins, il faut noter que le choix de cette valeur conduira à une estimation basse du service de régulation du climat rendu par les écosystèmes de nos zones d'étude. En effet, les taxes et quotas imposés par les États sont généralement insuffisants pour refléter l'impact des émissions de CO₂ sur le climat.

3.1.2 Régulation du climat par les écosystèmes de Macaya-Grande Colline

Les écosystèmes forestiers

Les forêts tropicales primaires et secondaires sont des puits de carbone majeurs. Les forêts de Macaya, couvrant 6 604 ha, peuvent être subdivisées en deux classes :

- la forêt de conifères (*Pinus occidentalis* à plus de 70%) s'étend sur 3311,83 ha, aux altitudes généralement supérieures à 1500m.
- les forêts de feuillus et des forêts dites mixtes, ponctuellement caractérisées par un substrat karstique, occupent les surfaces restantes.

➤ Fixation annuelle de CO₂

La fixation de carbone par les écosystèmes forestiers de Macaya est difficile à estimer car elle dépend de paramètres comme la biomasse des arbres et des essences forestières (Brenes et al., 2017). En outre, la capacité de fixation du CO₂ par *Pinus occidentalis*, l'espèce dominante du cœur de parc, n'a pas été estimée. Une valeur de transfert de 4 tonnes de CO₂ fixée par hectare de forêt sera donc appliquée ici, correspondant aux forêts tropicales sempervirentes (Roupsard, 2007). La fixation annuelle de 26 416 tCO₂/an par les écosystèmes forestiers de Macaya-Grande Colline est donc estimée à **10,6 M HTG**.

⁴⁵ C'est l'un des objectifs de la Carbon Pricing Leadership Coalition qui rassemble des dirigeants politiques, des acteurs privés et académiques ainsi que des ONG. Cette coalition vise à développer la tarification du carbone à l'échelle mondiale.

⁴⁶ Deux mécanismes permettent de donner un prix au carbone : la mise en place d'une taxe sur les émissions de carbone et l'organisation d'un marché sur lequel s'achètent et se revendent des permis d'émission

➤ Séquestration de CO₂

Des études ont permis d'évaluer les stocks de carbone présents dans les écosystèmes forestiers du Parc National Macaya-Grande Colline. L'une d'elle, réalisée en 2017 dans le cadre du Programme de protection de la partie supérieure des Bassins versants de la zone de Macaya coordonnée par le MDE et financé par la BID (GEF et FRH) (Brenes et al., 2017), détermine la capacité de séquestration carbone suivante pour les écosystèmes forestiers du parc :

Tableau 31 : Évaluation économique de la séquestration carbone par les écosystèmes forestiers de Macaya (Auteurs, d'après Brenes et al. 2017)

	Surface (ha)	Stockage (tC/ha)	Stockage (tCO ₂ /ha) = 3,67*C	Stockage CO ₂ (tCO ₂)	Valeur (HTG)
Conifère	3 311,8	122,8	450,68	1 492 562,30	597 024 918,83
Mixte	749,0	84,5	310,12	232 276,14	92 910 454,00
Karstique	1 158,1	77,7	285,16	330 254,04	132 101 617,70
Latifoliée	1 384,1	41,8	153,41	212 326,18	84 930 470,59
Total	6 603,1			2 267 418,65	906 967 461,13

Les écosystèmes forestiers du Parc National Macaya permettent ainsi la séquestration de plus de 2,2 millions de tonnes de CO₂, correspondant à **une valeur non annualisée de 907 M HTG** (Tableau 32). De fait, lors d'un changement d'occupation du sol, une grande partie de ce carbone stocké pourrait être libéré sous forme de gaz à effet de serre, contribuant au réchauffement climatique. Un mode de gestion durable de la forêt favorisant la replantation d'espèces endémiques doit donc être privilégié et est depuis longtemps encouragé par les ONG et les gestionnaires locaux. Plus le niveau de dégradation des écosystèmes augmente, plus il est néanmoins difficile de mener de tels projets de replantation.

Les landes et les pâtures

Les zones d'arbustes, qualifiées de buissons sur la carte des écosystèmes de Macaya, sont classées comme « landes et broussailles » dans la typologie des sols Corine Land Cover. La végétation qui y croît contribue également à fixer le CO₂. Contrairement aux écosystèmes forestiers, la quantité de carbone stockée est relativement plus importante dans la biomasse hypogée et la litière organique que dans la biomasse aérienne.

➤ Fixation annuelle de CO₂

Les pâtures de Macaya correspondent très souvent à des terres anciennement boisées, défrichées par le feu et mises en jachères spontanées (Plan de Gestion, 2015), sur lesquelles la végétation continue de fixer du carbone. La pratique du défriche-brûlis étant progressivement interdite et éliminée du parc, la mise en culture gérée de plantes fourragères est encouragée, notamment par l'ONG ORE qui propose aux agriculteurs une prime dédiée à cela (enquête terrain M. Gracia, 06/18). Depuis 1990, le Napier-grass (*Cenchrus purpureus*) a été introduit dans d'anciens jardins de patate douce à Macaya, et y est géré durablement dans le but de louer ces terres aux éleveurs pour qu'ils y fassent pâturer temporairement leur bétail (Bellande, 2009c). La capacité de fixation du carbone par ces écosystèmes n'ayant été mesurée, nous utilisons une valeur de transfert. En zone tempérée, une prairie permanente gérée durablement (pâture ou lande) pourrait permettre de stocker en moyenne 0,74

tC/ha/an soit 2,7 tCO₂/ha/an (Ciais et al., 2010). En ajoutant les 4398 ha de pâtures aux 921 ha de buissons identifiés à Macaya, un total de 14 447 tCO₂ seraient fixés par an par ces écosystèmes, procurant un service d'une valeur de **5,7 M HTG**.

➤ Séquestration de CO₂

Un document a été réalisé par Mugnier et Cassagne pour la BID dans le cadre d'un projet visant à freiner la dégradation de l'environnement dans les bassins versants du Sud d'Haïti – le « Projet Macaya du GEF » – dont la zone d'intérêt est celle de Macaya. Cette étude indique que les « surfaces arbustives mélangées à des pâtures » stockeraient 270,23 tCO₂/ha (Mugnier and Cassagne, 2009), **correspondant à une valeur non annualisée de 575 M HTG**.

Les sols cultivés

Les variétés cultivées sur le périmètre de Macaya étant multiples, nous ne disposons pas de suffisamment de données pour estimer la valeur de fixation de carbone par ces écosystèmes. Nous nous limiterons à l'évaluation de la quantité de carbone séquestrée dans ces sols. L'étude menée par Mugnier et Cassagne donne une valeur de 174,42 tonnes de CO₂ stockées par hectare dans les champs (Mugnier and Cassagne, 2009). En rapportant cette capacité de stockage aux 1123 ha identifiés comme surfaces agricoles par traitement SIG, on obtient **une valeur (non annualisée) du service de séquestration du carbone dans les sols cultivés égale à 78,3 M HTG**.

Synthèse des valeurs du service de régulation du climat à Macaya

Tableau 32 : Synthèse des valeurs du service de fixation et de séquestration du CO₂ par les écosystèmes de Macaya (Auteurs)

Fixation du CO ₂				
Écosystème	Surface (ha)	Capacité de fixation (tCO ₂ /ha/an)	Fixation totale (tCO ₂ /an)	Valeur du service de fixation du carbone (HTG/an)
Forêt tropicale (biomasse et sols)	6604,05	4 (Brenes et al., 2017)	26 416	10 564 880
Landes et pâtures (biomasse et sols)	5319,66	2,72 (Ciais et al., 2010)	14 447	5 778 853
Valeur annualisée du service de fixation de CO₂ par les écosystèmes de Macaya-Grande Colline			40 863	16 343 733
Séquestration du CO ₂				
Écosystème	Surface (ha)	Capacité de fixation (tCO ₂ /ha)	Stock total (tCO ₂)	Valeur du service de séquestration du carbone (HTG)
Total forêts	6 603,1		2 267 418,7	906 967 461
Landes et pâtures	5319,7	270,23	1 437 542,5	575 017 012
Sols cultivés	1123	174,42	195 873,7	78 349 464
Valeur non annualisée du service de séquestration du CO₂ par les écosystèmes de Macaya-Grande Colline			3 900 834,8	1 560 333 938

Les forêts tropicales humides de Macaya-Grande Colline, ainsi que ses landes et jachères, contribuent à la régulation du climat global en fixant et en stockant le carbone atmosphérique. **Le bénéfice annuel de ce service de régulation a pu être estimé à 16,3 M HTG, soit 18,4 M HTG 2018.**

De plus, le service de séquestration de CO₂ dans la biomasse et les sols des écosystèmes de Macaya-Grande Colline représente **une valeur non annualisée de 1 560,3 M HTG, soit 1760 M HTG 2018.**

3.1.3 Régulation du climat global par les écosystèmes d'Aquin-Saint Louis

Les écosystèmes benthiques des aires protégées Aquin/Saint-Louis du Sud, caractérisés par des forêts de mangroves, des prairies d'herbiers marins, des récifs coralliens et un marais salant, permettent la fixation et le stockage de CO₂ à travers deux processus :

- La photosynthèse qui prélève le dioxyde de carbone atmosphérique ;
- La décomposition d'une partie de la biomasse à l'origine de dépôts sédimentaires organiques, enrichissant les alluvions marines en carbone.

Les écosystèmes benthiques et les zones humides du littoral d'Aquin/St-Louis du Sud contribuent alors au fonctionnement du « puits bleu » de dioxyde de carbone.

Les mangroves

Les mangroves représentent à l'échelle globale 14% du captage global de CO₂ par les écosystèmes benthiques et 1% de la captation totale de carbone par les forêts mondiales (Nellemann, 2009).

À Aquin et Saint-Louis du Sud, les surfaces des forêts de mangroves ainsi que les hauteurs et les diamètres des différentes espèces de mangliers ont été recensées par imagerie Sentinel, par orthophotographie et par des campagnes de terrain de l'Institut Géographique National (IGN) en 2016 (IGNFI, 2016).

➤ Fixation annuelle de CO₂

Afin de déterminer la capacité de fixation de CO₂ de ces écosystèmes, des études rassemblées par Alongi en 2009, portant sur la production de biomasse par des mangroves localisées dans diverses parties du monde, ont été mobilisées (Alongi, 2009). En s'appuyant sur ces travaux et sur la connaissance des forêts de notre zone d'étude, la productivité des mangroves de la zone Aquin/St-Louis du Sud été estimée entre 5 et 15 t/ha/an de biomasse. En estimant que 50% de cette biomasse est constituée de carbone ayant été prélevé dans l'atmosphère pour leur croissance, les palétuviers d'Aquin-St Louis fixeraient, en 2016, de 9,2 à 27,5 tCO₂/ha/an⁴⁷ (IGNFI, 2016). À partir de ces données, on estime que la valeur du service de fixation du carbone par la mangrove est comprise entre **1,3 et 3,8 M HTG par an, soit une valeur moyenne de 2,5 M HTG/an.**

➤ Séquestration de CO₂

Cette même étude de l'IGNFI a permis d'évaluer la quantité moyenne de carbone stockée dans les forêts de palétuviers d'Aquin-Saint Louis du Sud. On l'estime à un total de 10 753 tC soit 39 464 tCO₂, ce qui correspond à **une valeur de 15,8 M HTG non annualisée.**

⁴⁷ 1 tC = 3,67 tCO₂

Les récifs coralliens

Grâce à leur symbiose avec une algue unicellulaire photosynthétique, les coraux mobilisent pour leur croissance du dioxyde de carbone. Néanmoins, la précipitation de carbonate de calcium pour la constitution de ce squelette calcaire déplace l'équilibre des carbonates⁴⁸ et libère du CO₂. Nous considérons donc que leur formation et leur maintien place le bilan carbone à l'équilibre, et que la valeur pour ce service est nulle (FFEM, 2015).

Les prairies d'herbiers

➤ Fixation annuelle de CO₂

Les herbiers sont quant à eux des fixateurs nets de dioxyde de carbone et contribuent en ce sens à déplacer l'équilibre évoqué précédemment, favorisant la précipitation de carbonate de calcium et donc la croissance des coraux. En présence d'herbiers du type *Thalassia* qui domine dans notre zone d'étude, la croissance des formations coralligènes serait en effet favorisée de 18% (Unsworth et al., 2012).

En plus de ce service de support, les herbiers absorbent par photosynthèse en moyenne 12 tCO₂/ha/an (Ganguly, 2018). De plus, la décomposition de ces prairies sous-marines permet d'enrichir les sédiments sous-jacents de 1,55 tC/ha/an, soit 5,69 tCO₂/ha/an (Unsworth et al., 2012). Les prairies de la zone d'étude, dominées par l'espèce *Thalassia testudinum* et ponctuellement associées à *Syringodium filiforme*, qui s'étendent sur environ sur 822 hectares permettent alors de générer un service associé à **une valeur annuelle de 5,9 M HTG**.

➤ Séquestration de CO₂

En plus de leur capacité à fixer du CO₂, les écosystèmes d'herbiers jouent un rôle important dans sa séquestration. La quantité de CO₂ apportée dans les sédiments marins par les herbiers a été estimée en Inde, dans la Baie de Palk et à Chilika, à une valeur de 129 tC/ha sur une épaisseur d'un mètre de sol (Ganguly, 2018). Rapportée aux 822,6 ha d'herbiers, **cette séquestration génère une valeur non annualisée de 155,8 M HTG** (Tableau 34).

Synthèse des valeurs du service de régulation du climat par les écosystèmes d'Aquin Saint-Louis

Tableau 33 : Synthèse des valeurs du service de fixation de CO₂ par les écosystèmes d'Aquin/Saint-Louis du Sud

Écosystème	Surface (ha)	Capacité unitaire de fixation (tCO ₂ /ha/an)	Fixation de CO ₂ par an par l'écosystème (tCO ₂ /an)	Valeur du service de fixation (HTG/an)
Mangroves (IGNFI, 2016)	331,65	9,2	3 051,18	2 507 858
Carbone organique du sol (Nellemann, 2009)	331,65	6,94	2 369	947 970
Valeur annualisée du service de fixation du CO ₂ par les mangroves				3 455 828
Herbiers (biomasse) (Unsworth et al., 2012)	822,6	12,17	10 011,58	4 004 631
Herbiers (carbone organique du sol) (Unsworth et al., 2012)	822,6	5,69	4 679,61	1 871 844
Valeur annualisée du service de fixation du CO ₂ par les herbiers				5 876 475

⁴⁸ Ca²⁺ + 2HCO₃⁻ = CaCO₃ (carbonate de calcium) + CO₂ + H₂O

Valeur annualisée du service de fixation de CO2 par les écosystèmes benthiques d'Aquin et St Louis du Sud	9 332 303
--	------------------

Tableau 34 : Synthèse des valeurs du service de séquestration de CO2 par les écosystèmes d'Aquin/Saint-Louis du Sud (Auteurs)

Écosystème	Surface (ha)	Capacité de fixation (tCO2/ha)	Stock total (tCO2)	Valeur du service de séquestration du carbone (HTG)
Mangrove	341,7		39 463,7	15 785 477,4
Herbiers	822,644	473,43	389 464,3	155 785 739,6
Valeur non annualisée du service de stockage de CO2 par les écosystèmes benthiques d'Aquin et St-Louis du Sud				171 571 217,0

La valeur du service de régulation du climat par fixation et stockage du CO2 exercé par les mangroves et herbiers du littoral d'Aquin-Saint Louis du Sud est estimée à **9,8 M HTG/an**, soit 11,1 M en valeur HTG 2018. Cette valeur est fonction de l'âge, de la densité et de l'état de santé des écosystèmes.

De plus, le service de séquestration du carbone à Aquin-Saint Louis du Sud **représente une valeur non annualisée de 171,6 M HTG**, soit 193 M en valeur HTG 2018.

3.2 Régulation de la qualité de l'eau (Macaya et Aquin Saint-Louis)

Les écosystèmes terrestres et côtiers jouent un rôle essentiel dans la régulation de la qualité de l'eau, pour les usages domestiques notamment.

3.2.1 Un service de régulation de la qualité de l'eau moindre pour les écosystèmes karstiques

Les écosystèmes forestiers de Macaya et ses formations karstiques permettent de stocker et de purifier l'eau. Les sols végétalisés exercent **un effet tampon** et ont **une capacité d'infiltration supérieure** à celle d'un sol nu. Comme détaillé dans le service d'approvisionnement en eau, les dépressions (petites comme les dolines ou plus importantes comme les poljés) permettent de recevoir des volumes d'eau importants. **Si les écosystèmes karstiques ont une réelle fonction de stockage de l'eau, leur fonction d'épuration de celle-ci est plus discutée.** Les aquifères karstiques, comme ceux qui sont identifiés de manière souterraine à Macaya sont en effet plus vulnérables aux pollutions que les autres types d'aquifères et de roches (Muet and Vier, 2011), du fait notamment :

- Du faible rôle filtrant de la zone d'infiltration ;
- Du faible effet de la dispersion et de la dilution liée à l'organisation des écoulements ;
- Des temps de séjour courts limitant les processus épuratoires au sein de l'aquifère.

En raison de ces caractéristiques et du manque de données sur la qualité de l'eau à Haïti et les coûts de traitement de l'eau potable, **le service de régulation de la qualité de l'eau assuré par les écosystèmes terrestres de Macaya n'est pas évalué ici.** De plus, dans le service d'approvisionnement en eau, nous avons déjà évalué l'apport de ces écosystèmes dans la fourniture en eau sur le plan quantitatif en faisant l'hypothèse que cette eau était prélevée directement par les populations, sans traitement préalable. Évaluer le service de régulation de la qualité de l'eau ici reviendrait donc à un double comptage du service.

3.2.2 *Le rôle clé des mangroves dans la régulation de l'eau par les écosystèmes côtiers*

Les écosystèmes côtiers des aires protégées d'Aquin et Saint-Louis du Sud assurent également un rôle dans la régulation de la qualité de l'eau ; **les mangroves ont notamment une fonction écologique d'épuration et de traitement de l'eau intéressante dans le cadre de notre zone d'étude.**

- **Les mangroves sont en effet capables de purifier les eaux à travers des processus biologiques, chimiques et physiques complexes.** Cette **bioremédiation** passe par des phénomènes d'absorption par les racines, de transformation chimique ou encore simplement d'accumulation et d'immobilisation des sédiments par les mangroves (Dirberg, 2015). Ce phénomène permet d'éliminer des nitrates, des phosphates et des métaux lourds, pour un rendement global compris entre 50 et 70% en fonction de la structure de la forêt, de celle du sol et des pressions anthropiques exercées (Jadot, 2016). Il a été démontré que le rôle des crabes est également essentiel : la bioturbation⁴⁹ qu'ils provoquent participe aux processus de nitrification et dénitrification actifs dans la mangrove et augmente la capacité des eaux à s'infiltrer dans le sédiment (Astee et al., 2013).
- **Situées en aval des zones côtières, les mangroves vont ainsi participer au bon état de l'eau en zone côtière, essentiel pour les activités économiques telles que la pêche, activité primordiale pour la population d'Aquin et de Saint-Louis.** Le **filtre naturel** qu'elles constituent à travers leur fonction de rétention des sédiments et des matières en suspension permet de **limiter la turbidité des zones côtières et empêche l'étouffement des récifs coralliens par la sédimentation.**
- **Elles vont également pouvoir jouer un rôle dans la lutte contre la salinisation de l'eau, enjeu fort à Aquin.** La salinité est en effet importante dans l'ensemble de la zone et menace les ressources en eau (Vilanova, 2017) (Figure 25). Ce phénomène risque de plus de se renforcer avec le changement climatique (Taylor et al., 2015). Les mangroves ont pour caractéristique d'absorber des quantités importantes de sel, même s'il existe un effet de seuil et qu'un niveau trop élevé de salinité peut saturer cette fonction et impacter les palétuviers (WBI, 2012).

⁴⁹ Processus par lequel les organismes vivants mettent des particules de sédiments en suspension dans l'eau par leur activité mécanique tel que le fouissage, la création de terriers, etc.

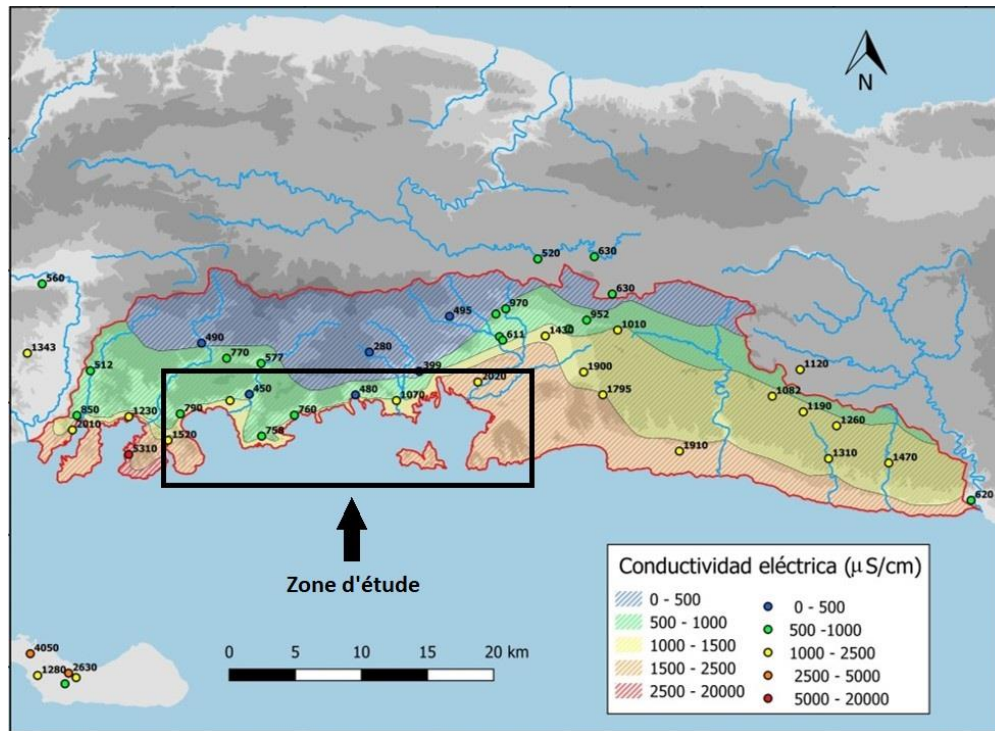


Figure 16 : Degré d'intrusion saline dans le Sud d'Haïti (Auteurs d'après Vilanova, 2017)

Du fait de l'absence de données de terrain sur la contribution des mangroves à la purification des eaux dans notre zone d'étude, et de la difficulté à estimer les coûts évités ou de remplacement de ce service dans un pays où les systèmes d'assainissement de l'eau sont peu développés et l'accès à l'eau potable très limité (WHO, UNICEF, 2017), nous utiliserons pour cette évaluation **une valeur de transfert**. Une étude menée dans les îles Fidji a estimé la capacité de filtration des eaux par les mangroves à 2600 USD/ha/an, soit 181 220 HTG/ha/an (Lal, 2003). En pondérant cette valeur par le PIB/hab/an d'Haïti on peut estimer le service de purification de eaux à 26 615 HTG/ha/an. Lorsque l'on rapporte ce prix aux 341,67 ha de mangroves de la zone Aquin/Saint-Louis du Sud, obtient **une valeur du service de rétention des sédiments et de filtration des eaux par les écosystèmes de mangroves estimée à 9 093 651 HTG/an**.

Les herbiers jouent également un rôle dans la régulation de la qualité de l'eau en piégeant une partie de la matière en suspension dans leur biomasse mais aussi à travers la consommation des matières minérales pour leur croissance (IFRECOR, 2010b). La valeur de ce service est estimée au niveau mondial pour les herbiers et les algues à 19 millions USD/km²/an pour une superficie de 2 millions de km² (Costanza et al., 1997). Sur cette surface globale, 177 000 km² sont des herbiers (Waycott et al., 2009), soit 8,85% du total. En rapportant la valeur de régulation de la qualité de l'eau à la surface d'herbiers, on obtient une valeur de traitement des eaux par les herbiers égale à 168 150 USD/km²/an soit 11,72 M HTG/km²/an. Rapportée aux 8,22 km² d'herbiers présents dans notre zone d'étude, et pondérée par rapport au PIB mondial et d'Haïti, **la valeur du service de régulation de l'eau par les herbiers est de 6 952 777 M HTG/an**.

La valeur du service de régulation de l'eau par les mangroves et herbiers du littoral d'Aquin-Saint Louis du Sud est estimée à **15,9 M HTG 2018/an**.

3.3 Service de protection côtière (Aquin Saint-Louis)

Le service de protection côtière comprend à la fois **le service de régulation de l'érosion côtière** et **le service de régulation des submersions marines**.

Les écosystèmes benthiques des AMP de la zone Aquin/Saint-Louis du Sud jouent un rôle dans la régulation des aléas côtiers. En effet, ils contribuent à la protection du littoral, de son trait de côte et des habitats et sols côtiers inondables. L'identification de ces services et de l'importance de conserver des surfaces d'écosystèmes naturels s'inscrit dans une démarche de Gestion Intégrée de la Zone Côtière (GIZC). Une partie du littoral de notre zone d'étude correspond aux zones classées comme de faible élévation altimétrique⁵⁰, figurant parmi les plus vulnérables face à la montée des eaux liée au changement climatique (Barbier, 2016).

Présentation des risques

Risque de submersion

En Haïti, les aléas sont importants le long de la frange littorale Sud, confrontée à la propagation du Sud-Est vers le Nord-Ouest des dépressions, tempêtes tropicales ou ouragans comme les récents Sandy (octobre 2012) et Matthew (septembre 2016) (CIAT, 2016). Ces cyclones s'accompagnent de surcotes marines exceptionnelles (CDMP, 2010), telles que des vagues centennales de 7 à 8 mètres enregistrées à Roche à Bateau après Matthew. Dans les communes des Anglais et des Chardonnières, cette surcote s'élevait plutôt à 4,5m, le reste du littoral accusant des vagues de 1,5 à 4,5 mètres (Taflanidis et al., 2018). L'île à Vache était alors inondée par 1,20m d'eau. **La zone d'étude est donc soumise à un fort risque de submersion (Figure 26) et les enjeux le long des côtes sont importants.**

La population littorale est en effet estimée dans notre zone d'étude à 59 609 habitants, et l'extension des habitats dans les centres urbains se fait notamment sur des zones potentiellement inondables (Guillande, 2015).

Suite au dernier ouragan, 80% des cultures ont été perdues dans l'arrière-pays de Saint-Louis du Sud et les vents puissants ont déraciné des centaines de cocotiers, arbres à pain, bananiers (Stewart, 2017). Les embarcations, équipements et habitats des pêcheurs sont en première ligne : de nombreuses chaloupes ont notamment été détruites à Zanglais par l'ouragan Matthew (com. Pers. Marco Gracia, 28/06/18). Les infrastructures sont également concernées, la route nationale 2 qui longe le littoral est par exemple menacée : son obstruction ou son endommagement sont responsables de l'enclavement de nombreuses zones urbaines et rurales.

⁵⁰ De l'anglais Low Elevation Coastal Zone (LECZ), cette classification concerne les zones dont l'altitude par rapport au niveau moyen de la mer est inférieure à 10m.

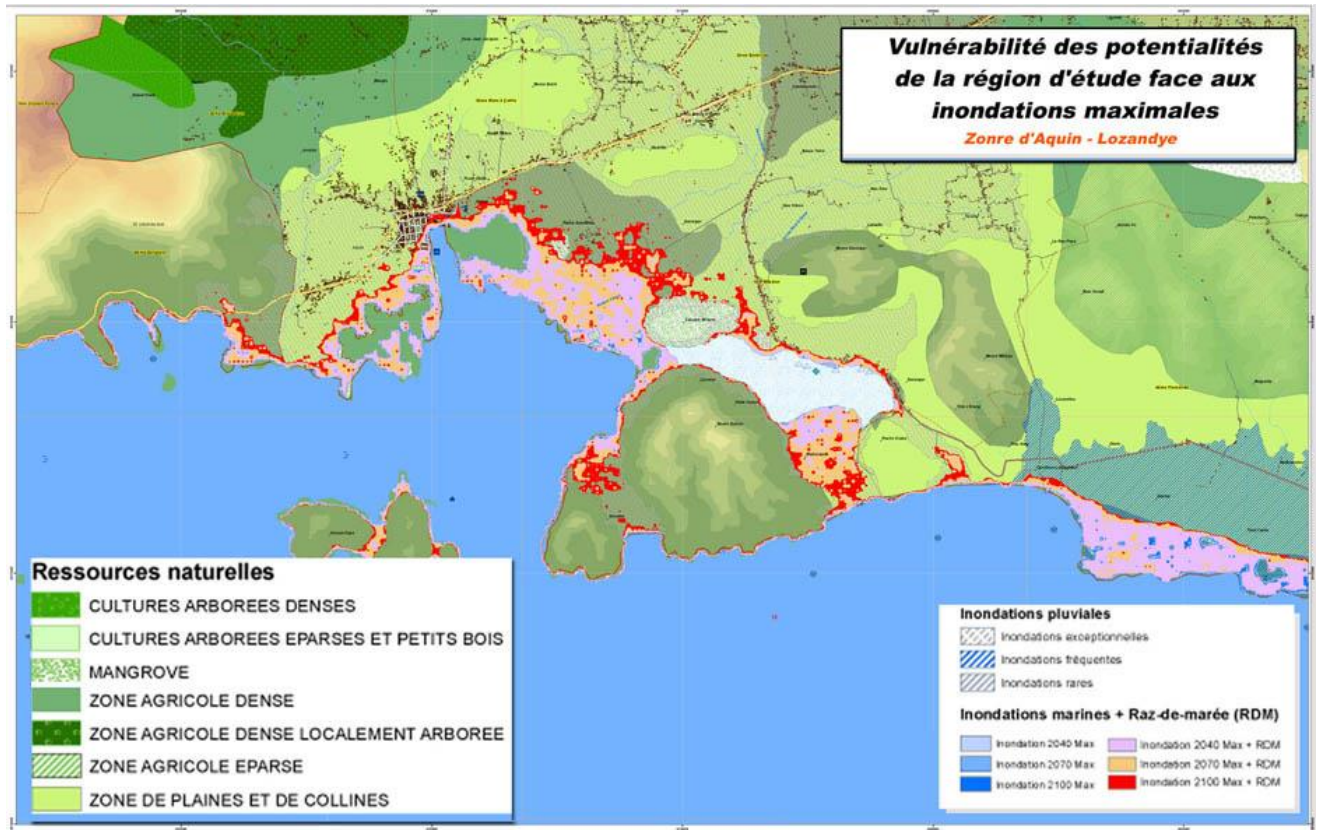


Figure 17 : Vulnérabilité de la région d'Aquin aux inondations selon différents pas de temps (Agrer, 2017b)

Risque d'érosion

L'érosion côtière est un processus de long terme lié à la hausse du niveau de la mer, aux impacts répétés de la houle et aux phénomènes naturels violents (tempêtes, cyclones...) qui frappent la côte (phénomènes accentués par le changement climatique). En effet, les courants générés par la houle sont à l'origine d'un transport sédimentaire des côtes vers le large, entraînant un recul progressif du trait de côte et une érosion des plages. Des causes anthropiques sont également responsables de ce phénomène : la construction de bâtiments près des côtes tasse le sol, qui s'affaisse, et le prélèvement de sable retire de la matière sur le littoral, accélérant le processus d'érosion (Lorin and El-Shafey, 2018). Le risque d'érosion dans notre zone d'étude a été cartographié (Figure 27).

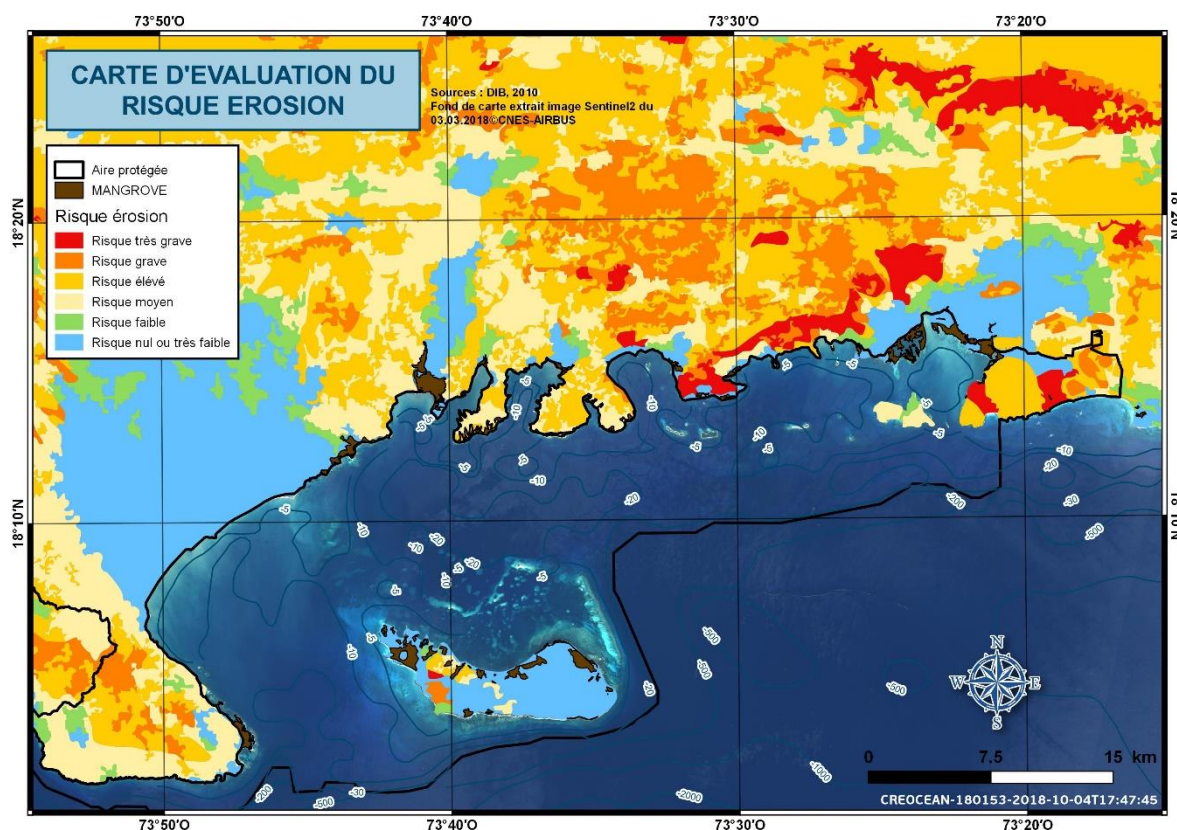


Figure 18 : Carte d'évaluation du risque d'érosion dans la zone d'Aquin/Saint-Louis du Sud (Auteurs)

Rôle des écosystèmes côtiers

Les fonctions écologiques des écosystèmes benthiques (récifs, herbiers et mangroves) profitent aux populations littorales en assurant **un rôle de frein naturel** face aux oscillations marines et au vent (Spalding et al., 2014). En effet, ces écosystèmes présents tout le long du littoral forment une barrière naturelle contre la houle et sont donc essentiels à l'atténuation des conséquences liées aux phénomènes climatiques violents.

Plus spécifiquement, les récifs coralliens sont les premiers obstacles rencontrés par les vagues et peuvent dissiper jusqu'à 90% de leur énergie, réduisant considérablement leur hauteur (Ferrario et al., 2014). Les herbiers jouent un rôle similaire, 100 mètres permettant d'atténuer de 40% la hauteur des vagues (Fonseca and Cahalan, 1992). Une étude conduite en 2010 sur la valeur économique des récifs coralliens en République Dominicaine indique qu'une disparition du récif augmenterait en 10 ans de 65 à 100% le taux d'érosion des plages du littoral (Burke et al., 2010).

Plus près de la côte, la structure racinaire et aérienne complexe et dense des mangroves forme des obstacles à la circulation de l'eau au travers des arbres, ralentissant son passage et entraînant de cette manière une diminution de l'énergie des vagues. On estime cette perte d'énergie entre 13 et 66% pour 100m de mangroves traversées. De plus, les mangroves réduisent la force du vent à la surface des vagues, prévenant leur propagation ou leur reformation (Spalding et al., 2014) et protègent en partie la côte de l'érosion éolienne (McIvor et al., 2012).

Les données dont nous disposons ne nous permettent pas d'isoler le rôle des différents écosystèmes marins dans la protection contre les phénomènes de submersion, les bénéfices globaux sont donc estimés.

Évaluation du service

En l'absence des écosystèmes naturels de la zone d'étude, le risque de submersion et le risque d'érosion seraient beaucoup plus forts et les dommages beaucoup plus fréquents et importants. La présente analyse vise à estimer les dommages évités⁵¹ par la présence des écosystèmes marins de la frange littorale de l'AMP. La production de documents cartographiques permet de modéliser les zones submersibles en fonction du niveau de risque et la présence des écosystèmes côtiers (Figure 28), et d'identifier les points de bâti en fonction de leur vulnérabilité au risque de submersion marine (Figure 29).

Les phénomènes naturels de grande intensité se produisant moins fréquemment que ceux de faible intensité (AECOM et al., 2015a; Lang and Claudet, 2005), on considère dans cette évaluation plusieurs types de submersion avec une probabilité d'occurrence et une intensité différentes. La période de retour du phénomène est utilisée pour l'annualisation des estimations des pertes liées aux épisodes de submersion.

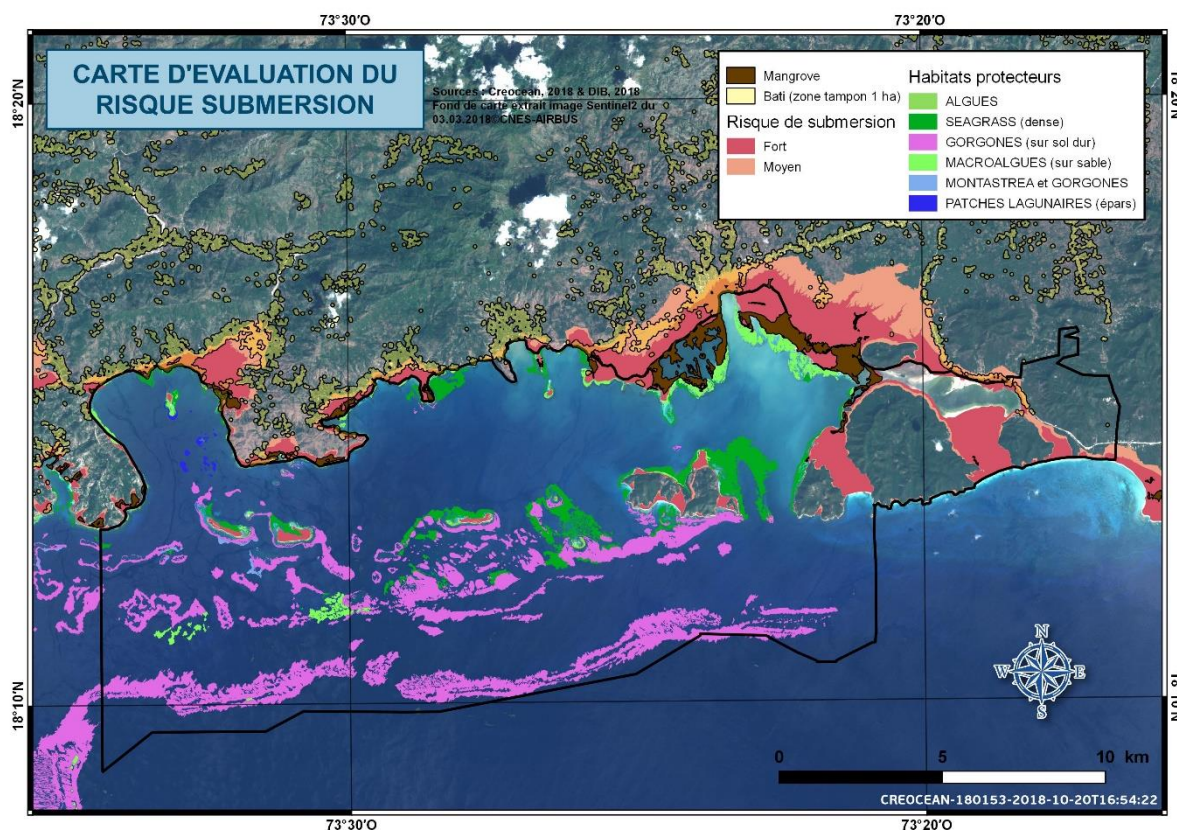


Figure 19 : Identification des zones soumises au risque de submersion et écosystèmes côtiers (Auteurs)

⁵¹ Très utilisée, la méthode des coûts de remplacement aurait tendance à surestimer la valeur du service procuré par l'écosystème. Celle-ci peut être mise en œuvre si l'on sait estimer les coûts d'une infrastructure rendant exactement le même service que les écosystèmes (Barbier, 2016).

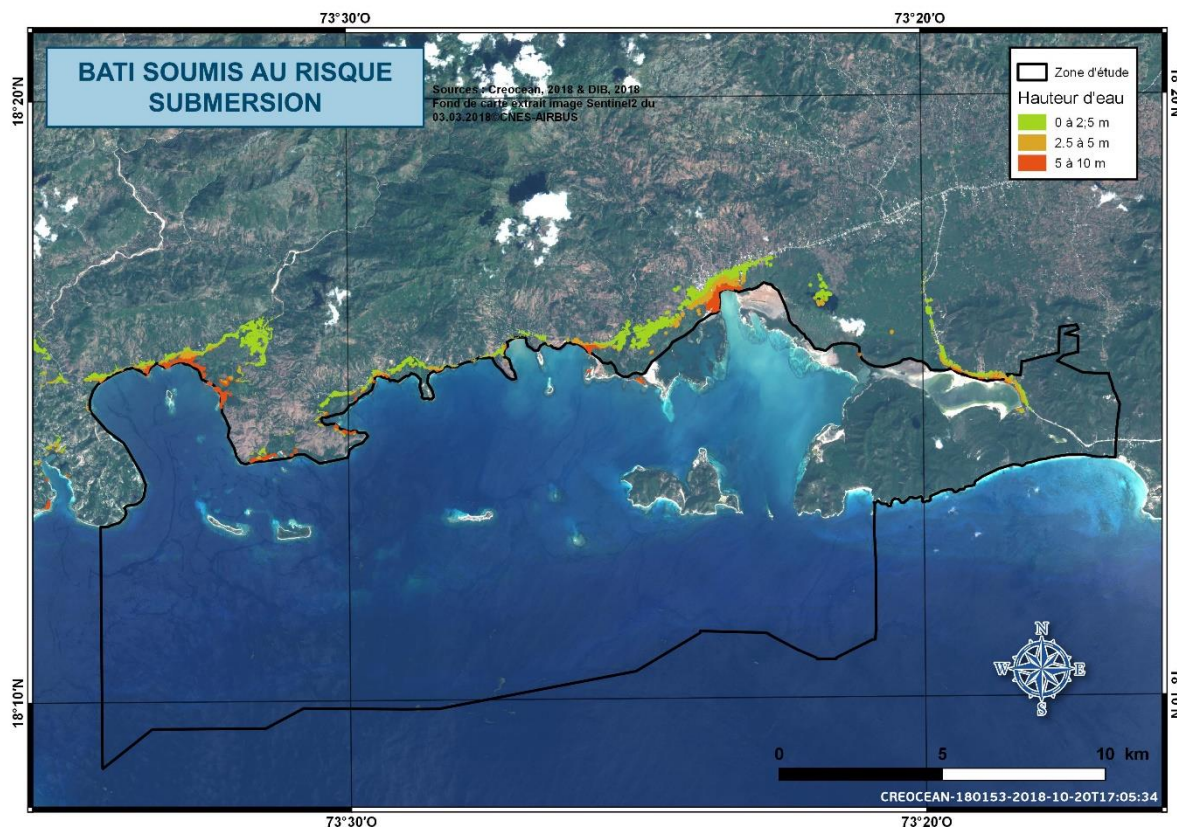


Figure 20 : Identification du bâti soumis au risque de submersion dans la zone d'Aquin/Saint-Louis du Sud (Auteurs)

Du fait d'un manque de données sur les infrastructures urbaines et les surfaces agricoles présentes dans les zones à risque, notre évaluation se concentre sur l'estimation de la valeur de protection fournie par les écosystèmes à partir des pertes évitées en termes de logements.

Nous faisons ici l'hypothèse de l'existence de deux types de phénomènes de submersion :

- Une submersion de faible intensité de période de retour 2 ans ;
- Une submersion de forte intensité de période de retour 15 ans.

La répartition des points de bâti ainsi que les hypothèses utilisées concernant l'intensité des dégâts sur le bâti et la période de retour des phénomènes de submersion en fonction de la hauteur d'eau sont présentées dans le tableau 36.

Tableau 35 : Répartition des points de bâti en fonction du niveau de risque (Auteurs)

Hauteur d'eau (m)	Nombre de points de bâti	Intensité des dégâts	Période de retour
$0 < H < 2,5$	4 859	50%	2 ans
$H > 2,5$	4105	100%	15 ans

Nous disposons de données sur la répartition du bâti par type de logement (précaire, taudis, ajoupas, maisons à un niveau, maisons à étages) dans le département du Sud (IHSI, 2003) ainsi que des surfaces moyennes et prix de reconstruction associés (UCLBP, 2016).

Cette méthode nous donne **une estimation de la valeur du service de protection côtière fournie par les écosystèmes de la zone littorale d'Aquin/Saint-Louis du Sud de 158,2 millions de gourdes annuelles** (Tableau 37).

Tableau 36 : Calculs de la valeur du service de protection côtière par les écosystèmes d'Aquin/Saint-Louis du Sud (Auteurs)

	Total	Précaire	Taudis	Ajoupas	Maison à 1 niveau	Maison à étages
H < 2,5 m – Retour 2 ans						
Nb de bâtis touchés	4 859	54	174	174	4 409	49
Dommages		50%	50%	50%	50%	50%
Coût (HTG/m²)		349	697	2 265	1 812	4 066
Pertes (HTG)	212 101 477,9	206 133,5	2 177 179,1	7 075 832,0	179 785 928,1	22 856 405,2
Pertes annualisées (HTG/an)	106 050 739					
H > 2,5 m – Retour 15 ans						
Nb de bâtis touchés	8 964	99	320	320	8 134	90
Dommages		100%	100%	100%	100%	100%
Coût (HTG/m²)		697	1 394	4 531	3 624	8 132
Pertes (HTG)	782 579 809,9	760 560,2	8 033 024,6	26 107 329,9	663 346 803,7	84 332 091,5
Pertes annualisées (HTG/an)	52 171 987					
Pertes totales annualisées (HTG/an)	158 222 726					

Tableau 37 : Pertes moyennes par ménage en zone urbaine (Auteurs, d'après AECOM et al., 2015a)

À titre indicatif, la méthode des coûts évités a permis d'évaluer **la protection côtière fournie par les mangroves** à Belize entre 2775 et 4000 dollars courants par hectare et par an (Cooper et al., 2009), soit entre 192 364 et 277 281 HTG/ha/an. La pondération de ces valeurs par le PIB/hab/an d'Haïti fournit une estimation du service comprise entre 28 466 et 41 032 HTG/ha/an, donc une moyenne de 34 749 HTG/ha/an. En rapportant cette valeur aux 341,67 ha de mangroves dans notre zone d'études, ce transfert des bénéfices nous permet d'estimer que **la protection côtière attribuée aux mangroves s'élève en moyenne à 11 872 793 HTG/an** à Aquin/Saint-Louis du Sud.

Il n'existe pas, à l'heure actuelle, de stratégie nationale pour la gestion des zones côtières en Haïti. Néanmoins, des projets sont mis en place par le PNUE et la Commission européenne afin de promouvoir une gestion plus durable des écosystèmes permettant la réduction des risques de catastrophes (Eco-RRC). De nombreuses actions sont prévues dans ce cadre dans la région d'Aquin (projet GEF MDE/BID sur les AMP) et de Port-Salut, dans le but d'optimiser la gestion de l'environnement et des catastrophes naturelles. Cela passe par des actions locales et concrètes visant notamment à améliorer les données sur l'état des habitats marins et côtiers, favoriser une activité de pêche durable et résiliente, revégétaliser des zones exposées aux conséquences des tempêtes côtières, et sensibiliser les populations à l'importance des écosystèmes dans la réduction des risques de catastrophes (PNUE, 2013).

Les écosystèmes côtiers protègent la zone d'Aquin/Saint-Louis du Sud face aux risques naturels. La méthode des coûts évités fourni une estimation de ce service de **158,2 millions de gourdes par an, soit 242 millions en HTG 2018**.

3.4 Régulation des risques d'érosion terrigène

Description du risque d'érosion à Macaya

L'érosion terrigène peut avoir plusieurs causes reliées à des phénomènes naturels réguliers (pluie et hydrographie, vent) accentués par des événements extrêmes comme les cyclones, mais également par les pratiques anthropiques. L'extension de l'habitat, des zones de pâtures et des zones cultivées mènent à une artificialisation croissante des sols, corrélée à une baisse de productivité du substrat. **Le département du Sud fait d'ailleurs partie des zones les plus affectées par l'érosion dans le pays (Bellande, 2009).**

Le parc se trouve dans une zone où les précipitations sont importantes – jusqu'à 4000 mm/an en son point culminant – principalement durant les mois les plus pluvieux, de mai à octobre (MDE, 2015). En raison de la fréquence et de l'intensité des précipitations, les sols de la région sont soumis à un important risque d'érosion. L'« effet splash » est provoqué par l'énergie cinétique des gouttes de pluie au contact du sol, entraînant le détachement de particules de taille variable pouvant par la suite être transportées par les eaux de ruissellement (Bellande, 2009a). Une fois le sol saturé en eau, le ruissellement en surface peut entraîner la formation de rigoles et de ravins, ainsi que des glissements de terrain. Huit bassins versants ont des territoires situés en aval du parc et peuvent donc subir les conséquences de ce phénomène : ceux de La Ravine du Sud, Port-à-piment, les Anglais, Torbeck, Glace, Roseaux et Voldrogue (MDE, 2015). Sur notre zone d'étude, ces déplacements de sédiments appauvrissent localement le sol, réduisant considérablement le potentiel agricole, voire entraînant la perte des cultures. Ils sont également susceptibles de provoquer des dégâts d'ordres économique, humain et environnemental lorsque cela provoque des glissements de terrain (Bellande, 2009a). Suite à l'ouragan Matthew et aux pluviométries importantes associées, 546 décès ont par exemple été attribués aux glissements de terrain et coulées boueuses dans les départements du Sud et de Grand'Anse (Stewart, 2017). Le service de protection contre les pertes en sols et glissements de terrain est évalué uniquement ici sur la zone de Macaya. La régulation des risques sur les bassins versants en aval est évaluée de manière globale dans la partie suivante, consacrée aux inondations.

Le phénomène d'érosion est directement corrélé à la nature de la couverture du sol : plus le sol est dépourvu de végétation, plus il perd sa faculté à atténuer le processus d'érosion (Payet, 2012). Un sol nu favorise ainsi les pertes en sols tandis que la présence de végétaux et d'écosystèmes naturels permet une meilleure tenue des sols (Rey et al., 2004). La préservation des écosystèmes naturels du parc de Macaya est donc cruciale pour la gestion des bassins versants en aval. **Les forêts présentent notamment de nombreuses propriétés structurales et biologiques qui contribuent à limiter les pertes en terres :**

- Rôle **brise-vent** des arbres et des haies vives protégeant les versants de l'érosion éolienne ;
- **Stabilisation du sol** et augmentation de l'ancrage des sédiments via un vaste réseau racinaire qui prévient les glissements de terrain ;
- **Atténuation de l'énergie cinétique** de l'eau pluviale (réduction de la force des gouttes jusqu'à 66%) (Brandon, 2014) ;
- Échelonnage et facilitation de l'infiltration des eaux pluviales, en partie captées par le feuillage et les racines ;
- Diminution, par conséquent, de la quantité d'eau de surface susceptible de ruisseler : nous estimons que **lorsque la couverture forestière excède 70% de l'occupation du sol, le ruissellement est évité au profit de la percolation** (Rey et al., 2004). Un sol érodé peut retenir 7 à 44% d'eau pluviale en moins (Pimentel et al., 1995).

On mesure ainsi le rôle clé des écosystèmes forestiers dans la régulation de l'érosion et la vulnérabilité d'Haïti face à ce risque ; la couverture forestière naturelle du pays étant passée de 60% de la surface terrestre à moins de 4% au cours du siècle dernier (PNUE Haïti, 2016a).

Cartographie et évaluation du rôle des écosystèmes dans la prévention du risque

Dans le cadre de cette étude, l'apport des écosystèmes forestiers dans l'évitement de l'érosion est évalué. (Vannier et al., 2017 ; Payet et al., 2012 ; Printemps, 2007 ; Delusca, 1998). Le CNGIS a déjà réalisé une spatialisation du risque d'érosion (CIAT, 2016) qui détermine les zones concentrant de forts enjeux humains ou économiques, et un important aléa d'érosion (Figure 30). Notre zone d'étude se situe dans une partie du territoire haïtien identifiée comme étant soumise à un niveau de menace « grave à très grave » pour l'érosion des sols.

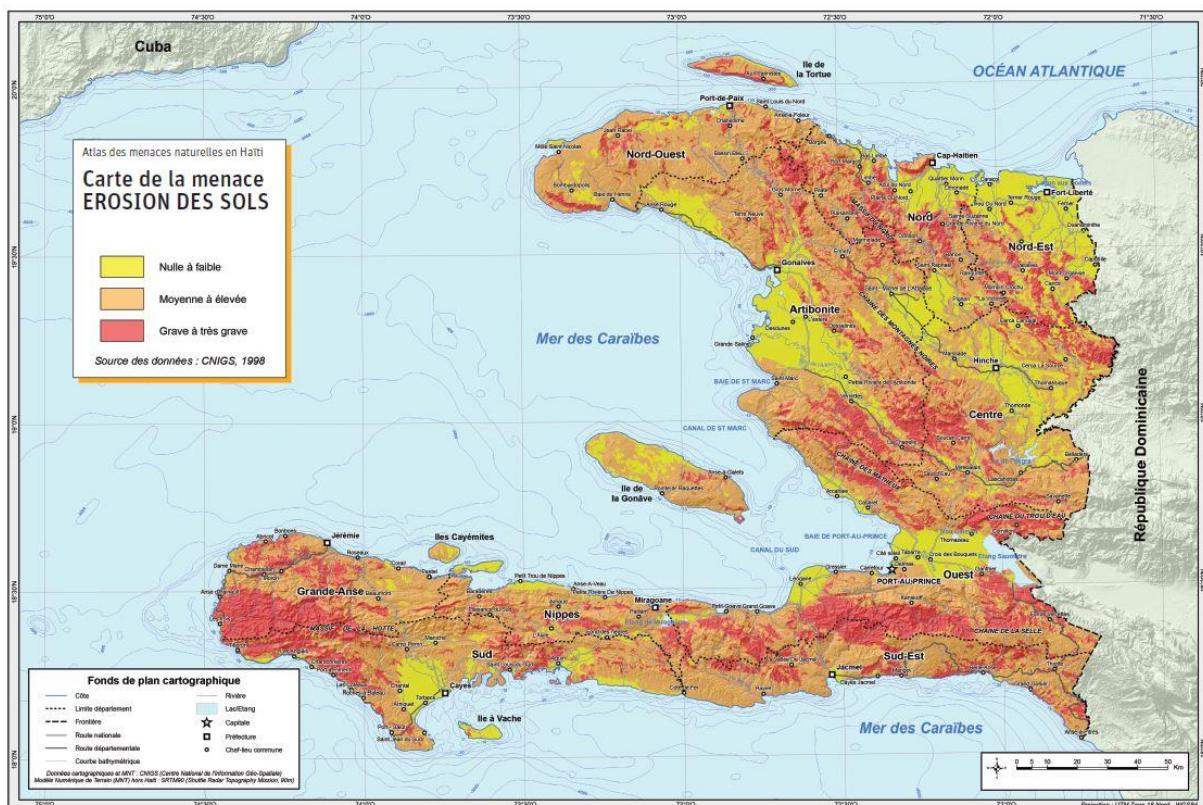


Figure 21 : Carte de la menace érosion des sols (CIAT, 2016)

La méthode mobilisée ici pour évaluer le service fourni par la végétation dans la régulation des risques d'érosion, et plus particulièrement de glissements de terrain, est celle des **coûts évités**. On estime en effet les pertes économiques évitées par la présence du couvert végétal à l'échelle du Parc Macaya en prenant en compte les pertes en termes de bâti et d'agriculture. D'autres variables pourraient également être considérées, tel que par exemple le coût de l'entretien des ouvrages de retenue d'eau endommagés par la sédimentation.

La Universal Soil Loss Equation (USLE)⁵² permet d'estimer les pertes en sol à partir de différents paramètres comme la pluviométrie, la topographie, la pédologie et le mode d'occupation du sol. Tous les facteurs influençant l'érosion des sols ont été calculés et cartographiés et deux cartes de pertes en sol (facteur A) ont été produites :

- Une carte des pertes en sol en tenant compte de l'influence du couvert végétal (facteur C) (Figure 32) ;
- Une carte des pertes en sol en supposant l'influence du couvert végétal quasi-nulle (C=0,9 représentant un sol peu végétalisé ou nu), représentant le cas où la végétation actuelle viendrait à disparaître.

Finalement, la soustraction des valeurs de pertes en sol en l'absence de couvert végétal à celles en sa présence (« A sans végétation – A avec végétation ») a permis de produire une cartographie des pertes en sols évitées par la présence du couvert végétal. Ces données ont été superposées avec les points de bâti afin d'être en mesure d'identifier les enjeux sur les zones où l'aléa serait fort en cas de perte de végétation. Autour de chacun de ces points, une zone tampon (buffer) d'une surface de 1 ha a été ajoutée, représentant la présence d'un espace cultivé (Figure 33).

Tableau 38 : Estimation du facteur C selon le type de couvert végétal (Auteurs, d'après Roose, 1984 et MDE and PNUD, 2012)

Type de couvert	Forêts	Agroforesterie	Buissons (landes)	Pâtures	Agriculture	Sols peu végétalisés ou nus
Facteur C	0,001	0,13	0,22	0,04	0,5	0,9

Nous pouvons ainsi spatialiser les zones où la végétation joue un rôle stabilisateur et protège partiellement de l'érosion les terrains locaux et ceux en aval.

Les cartes thématiques ayant appuyé l'étude sont présentées ci-après (Figures 31 et 32), ainsi que la carte résultante (Figure 33).

⁵² $A = R * K * LS * C * P$. Cette équation permet d'estimer les pertes en sol d'un terrain due à l'érosion hydrique (Wischmeier et Smith, 1978), représentées par la variable A (t/ha/an). R représente l'érosivité des pluies, K l'érodibilité du sol, LS l'influence de la pente, C du couvert végétal et P des pratiques antiérosives artificielles (ici P=1, nous considérons qu'elles sont absentes). R et LS sont mesurés respectivement à partir des données cartographiques et K via la littérature. Aucune carte pédologique, sondage ou analyse de sols n'a été effectuée sur cette zone.

Évaluation et suivi des services rendus par les écosystèmes des aires protégées du Grand Sud d'Haïti
Rapport d'évaluation des services écosystémiques Macaya – Aquin Saint Louis

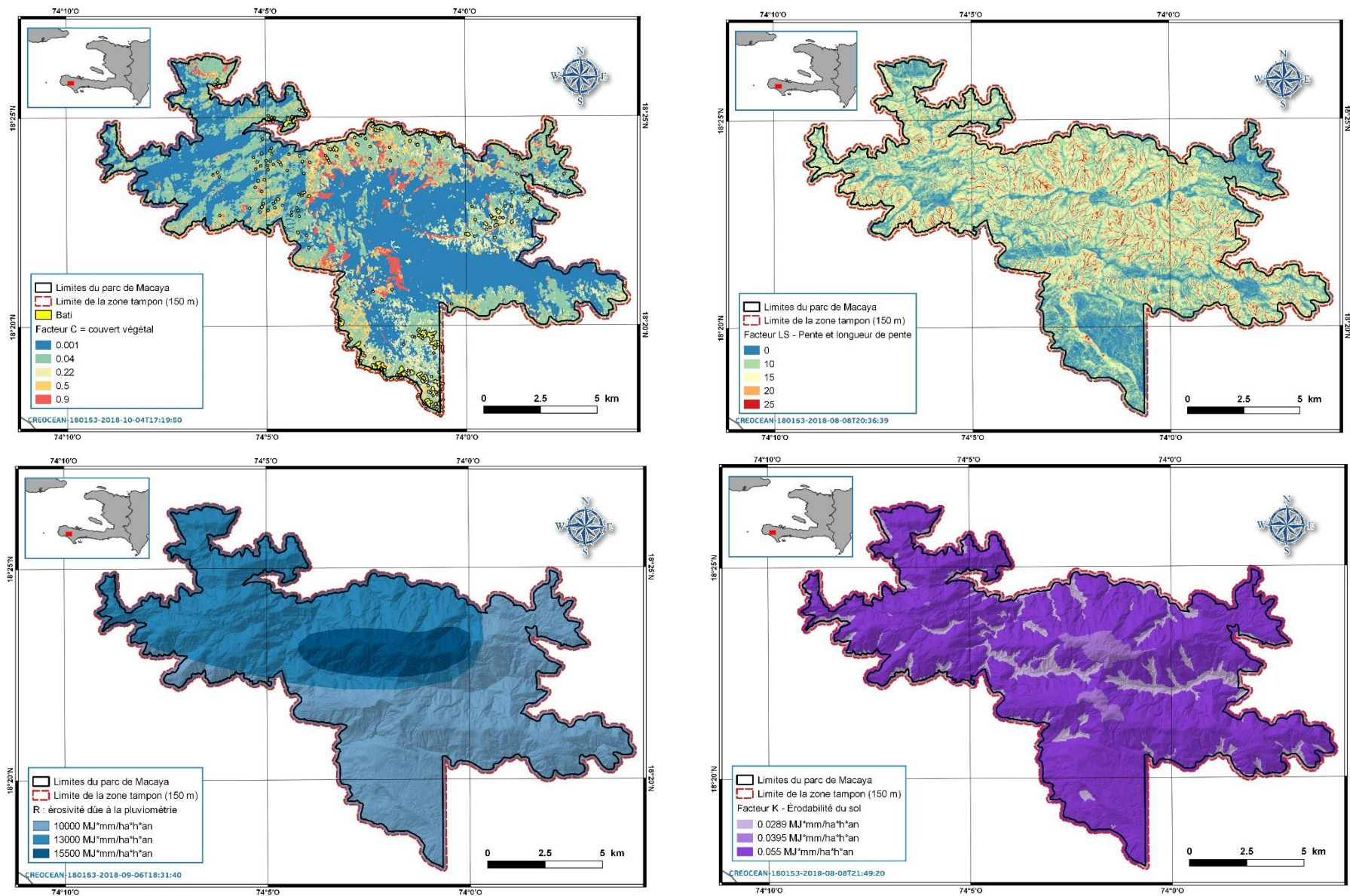


Figure 22 : Cartes thématiques décrivant a) la diminution des pertes en terre par le couvert végétal b) le facteur topographique c) la pluviométrie d) l'érodabilité des différents sols (Auteurs)

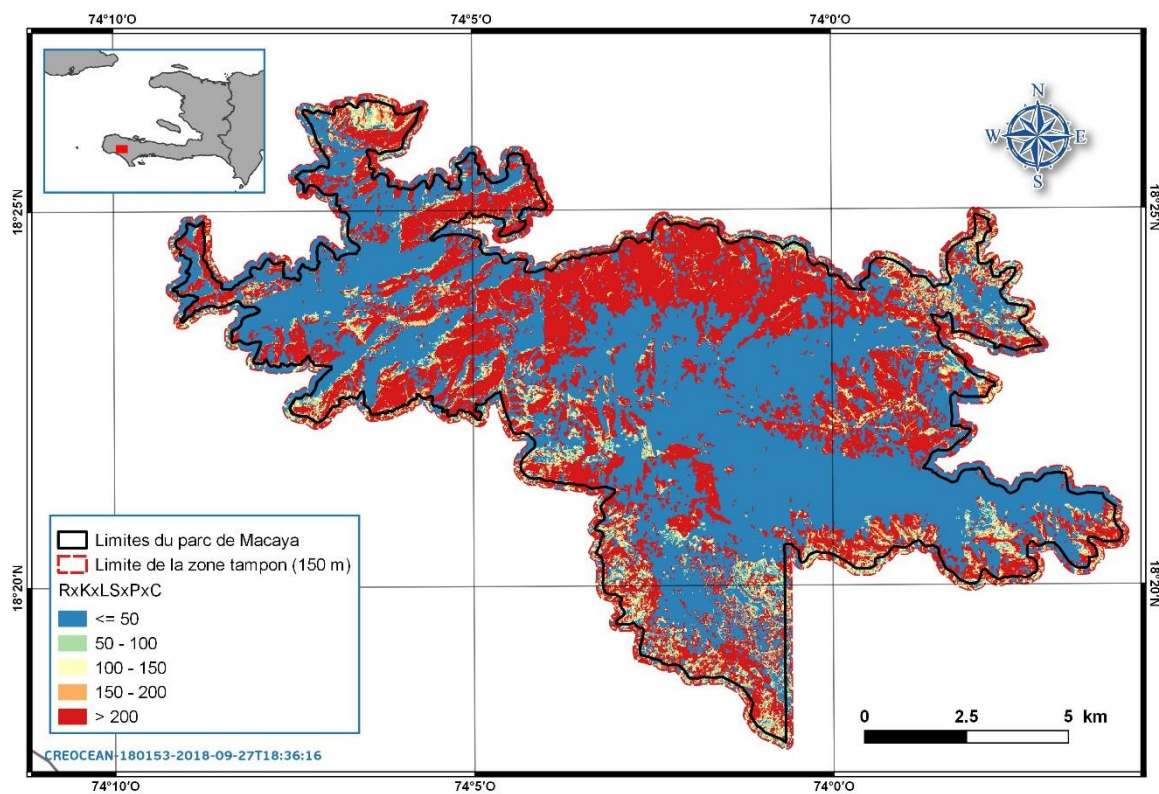


Figure 23 : Évaluation des pertes en sol sur la zone de Macaya (Auteurs)

La carte finale de localisation des terres protégées grâce à la présence des écosystèmes est la suivante :

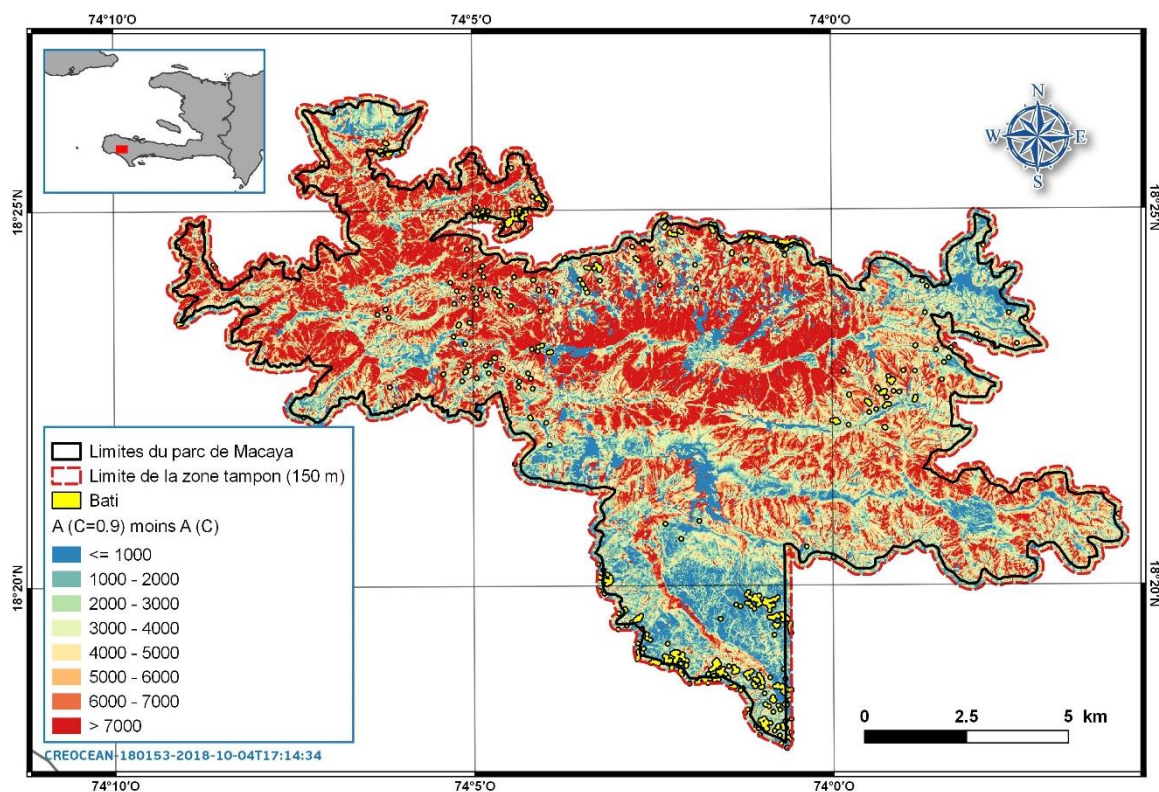


Figure 24 : Évaluation des pertes en sol évitées par la présence du couvert végétal (Auteurs)

Des estimations de pertes en terres pour certains bassins versants d'Haïti sont comprises entre 7,5 et 750 t/ha/an, avec des pertes proches de 150 t/ha/an observées en de nombreux endroits du pays. En moyenne, les pertes à l'échelle du pays seraient de 15 t/ha/an (Bellande, 2009a). Les valeurs que nous avons obtenues sur la zone de Macaya sont, pour une grande partie d'entre elles, supérieures à ces estimations.

Premièrement, l'équation USLE utilisée pour estimer les pertes en terre présente des limites puisqu'elle est faite pour modéliser uniquement certains types de processus érosifs. En outre, l'équation ayant été développée aux Etats-Unis, ses performances peuvent diminuer dans d'autres régions. Enfin, le peu de paramètres du modèle le rend très sensible aux valeurs d'entrées choisies (Sharp et al., 2015). Cette différence de valeurs s'explique en premier lieu par le manque de données de terrain concernant la pluviométrie et l'intensité des précipitations, nous contraignant à nous fonder sur des sources bibliographiques.

Plutôt que de considérer les pertes en sols et leur valeur économique, nous avons identifié à partir de notre traitement les points de bâti les plus menacés par le phénomène d'érosion. Le facteur A est considéré comme très élevé au-delà de 33 t/ha/an (Khali Issa et al., 2016). Notre échelle des pertes en terres allant de 0 à plus de 200 t/ha/an, nous avons choisi la valeur intermédiaire de 100 t/ha/an comme seuil à partir duquel on considère que les maisons et les cultures situées dans les zones concernées sont directement dépendantes des écosystèmes forestiers et seraient soumises à des glissements de terrain en leur absence. Dans notre cas, l'analyse cartographique a permis d'identifier 299 points de bâti dans ces zones à haut risque de glissements de terrain.

Comme pour l'estimation du service de protection côtière, la répartition du bâti par type de logement (précaire, taudis, ajoupas, maison à un niveau, maison à étages) dans les zones rurales est connue (IHSL, 2003), ainsi que les surfaces moyennes et prix de reconstruction associés (UCLBP, 2016). On

considère que les maisons sont détruites à 100% par les glissements de terrain. Afin de tenir compte des différences de vulnérabilité entre les types de constructions, nous appliquons une probabilité de destruction fondée sur les pourcentages de maisons détruites dans le cas de l'ouragan Matthew en 2016 (UCLBP, 2016). **Le total des pertes liées au bâti engendrées par un glissement de terrain est donc estimé à 12,4 millions de gourdes (Tableau 40).**

Tableau 39 : Calcul des pertes en bâti (Auteurs)

	Total	Précaire	Taudis	Ajoupas	Maison à 1 niveau	Maison à étages
Surface moyenne (m²)		11	18	18	22,5	115
Dommages		100%	100%	100%	100%	100%
Coût (HTG/m²) - conversion depuis USD		697	1394	4530,5	3624,4	8131,7
Nb bâti touché	299	29	31	25	57	5
Pertes (HTG)	12 354 932,4	219 407,8	784 090,5	2 064 118,2	4 611 607,6	4 675 708,3

L'érosion affectant également les surfaces agricoles, nous avons considéré que chaque point de bâti était associé à une parcelle cultivée de 0,8 ha dont la valeur ajoutée a été évaluée pour la production commerciale et vivrière (cf. partie 1.1). En considérant qu'un glissement de terrain entraîne la perte de l'ensemble de la récolte de l'année, **la valeur des pertes liées aux surfaces cultivées autour des logements est donc estimée à 14,6 M HTG (Tableau 41).**

Tableau 40 : Calcul des pertes agricoles (Auteurs)

	Valeur ajoutée par parcelle de 0,8 ha (HTG/an)	Nombre de parcelles touchées
Agriculture commerciale	15 781,5	299
Agriculture vivrière	32 971,2	
Total pertes (HTG)	14 577 042	

Au total, les pertes dues aux glissements de terrain sur les zones où l'érosion est forte représentent une valeur de 26,9 millions de gourdes. Les données dont nous disposons ne nous permettant pas de définir une probabilité d'occurrence de ces phénomènes, **cette valeur n'est pas annualisée.**

Ces valeurs sont à prendre comme une estimation basse des pertes engendrées par ces phénomènes. Les conséquences de l'entraînement des sols en aval n'est pas pris en compte. En outre, l'évaluation des pertes agricoles, même si elle repose sur l'hypothèse que les cultures sont détruites à 100% chaque

année, ne tient compte que des parcelles associées aux logements et omet les surfaces dédiées à l'agriculture.

Pour cette évaluation, une approche centrée sur les coûts de remplacement des écosystèmes forestiers est également possible et son résultat constituerait une fourchette haute de la valeur du service. Le coût moyen des structures mécaniques et biologiques nécessaires peut varier entre 500 et 1300 USD/ha (Bellande, 2009). En appliquant cette valeur à la surface de forêts du parc et en considérant qu'elles remplissent aujourd'hui les fonctions de ces ouvrages de lutte contre l'érosion, l'approche par les coûts de remplacement permet d'estimer le service rendu par les écosystèmes naturels à près de 414 millions de gourdes. Il ne s'agit pas d'une valeur annuelle mais d'un coût de remplacement global des écosystèmes forestiers pour la seule fonction de régulation de l'érosion qui ne reflète pas l'ensemble des autres services fournis par les écosystèmes et détaillé dans cette étude.

Les écosystèmes forestiers et le couvert végétal, en limitant les phénomènes d'érosion, permettent de prévenir les risques liés aux glissements de terrain le long des pentes de la zone de Macaya. **Sur le seul périmètre du Parc, les dégâts évités par la présence des écosystèmes naturels en termes d'agriculture et de bâti sont estimés à une valeur basse de 26,9 millions de gourdes (non annualisée). En prenant en compte l'inflation, cette valeur s'élève à 34,4 millions de gourdes 2018.**

3.5 Service de régulation des inondations

Description du risque d'inondations à Macaya-Grande Colline et les zones aval

Les inondations peuvent être liées à différents phénomènes, notamment à des événements climatiques exceptionnels (ouragans, cyclones...). Cette partie se concentre sur les inondations liées au débordement des cours d'eau – qui se produisent lorsqu'un cours d'eau sort de son lit mineur (zone d'écoulement ordinaire du cours d'eau à son débit minimum ou lors de ses crues fréquentes), pour occuper son lit majeur – et au ruissellement le long des pentes. L'importance de l'inondation générée par une crue dépend de la hauteur d'eau dans la rivière, de la vitesse de l'écoulement et de la durée de la crue. Ces paramètres dépendent eux-mêmes de facteurs comme les précipitations, l'organisation du bassin versant et les caractéristiques du lit du cours d'eau (CIAT, 2016).

Les phénomènes se produisant au sein du Parc Macaya peuvent donc avoir des conséquences non négligeables sur les flux d'eau dans les zones situées plus bas. **Ces liens entre amont et aval justifient la nécessité de mesurer la valeur du service de régulation des inondations sur l'ensemble des bassins versants.**

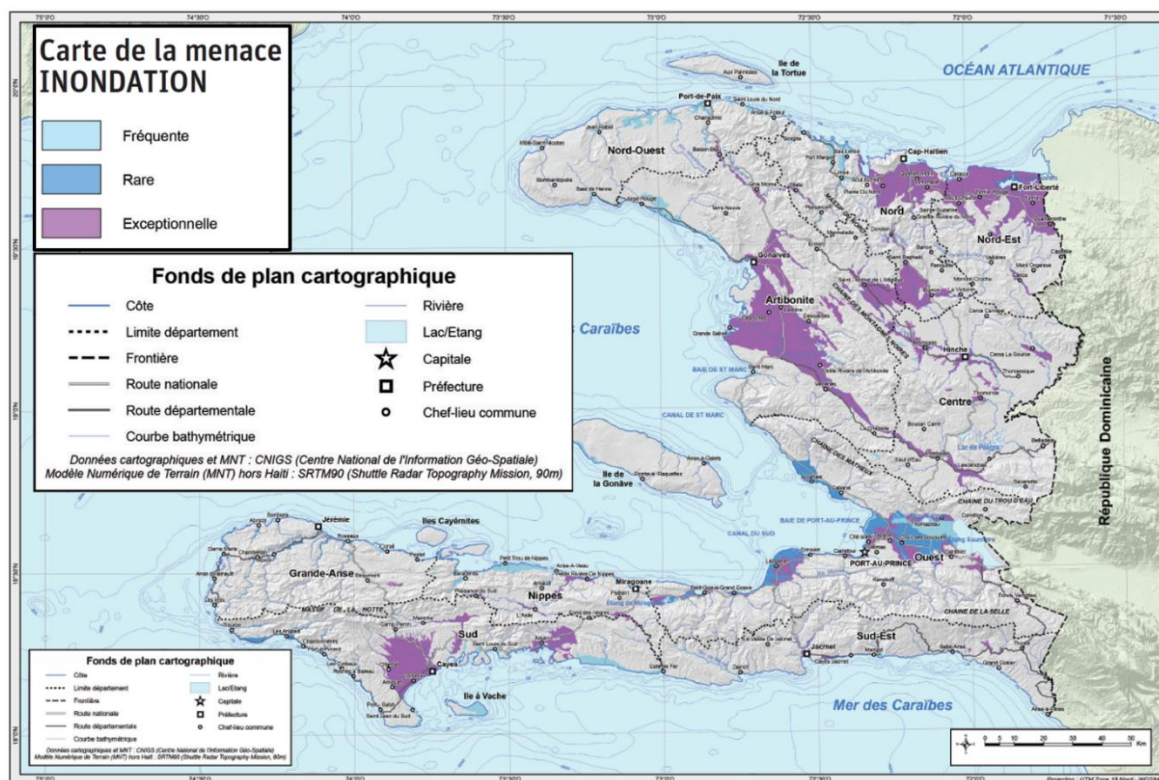


Figure 25 : Carte de la menace inondation (CNIGS)

En effet, le château d'eau que représente Macaya pour l'ensemble des zones situées en aval fait de ce Parc un enjeu important en ce qui concerne leur alimentation en eau mais les rend particulièrement vulnérables aux risques d'inondations (Figure 34). L'importance des précipitations dans la région de Macaya (MDE, 2015) et le relief accentué de la zone engendrent des risques d'inondations élevés. Le CIAT estime que tous les cours d'eau du département de Grand'Anse peuvent provoquer des inondations et que la plaine alluviale des Cayes dans le département du Sud est soumise à des inondations intenses (CIAT, 2016). L'érosion des sols des hauteurs de Macaya, présenté précédemment, a aussi un impact sur le risque d'inondation pour les zones situées en aval (Figure 35). L'entraînement des terres vers le bas des pentes est à l'origine d'une diminution des capacités de rétention de l'eau par les sols, ce qui augmente les risques d'inondations en aval lors de fortes pluies (CIAT, 2010). De plus, l'apport de sédiments en aval contribue à la sédimentation et à l'envasement des retenues d'eau, limitant leur capacité à maîtriser les eaux et les risques de crues pour les espaces habités, même lorsqu'il s'agit de crues courantes (Bellande, 2009a). Les sédiments peuvent également causer d'importants dégâts économiques et humains lors de leur dépôt en aval, particulièrement lorsqu'ils ont lieu le long de fortes pentes déboisées. La diminution de la quantité et de la qualité de l'eau, la destruction d'infrastructures, la diminution de la production énergétique liée à la sédimentation des barrages ou encore l'augmentation de la turbidité de l'eau dans les zones côtières sont autant de répercussions desquelles le phénomène d'érosion peut-être à l'origine hors de notre zone d'étude (Bellande, 2009a).

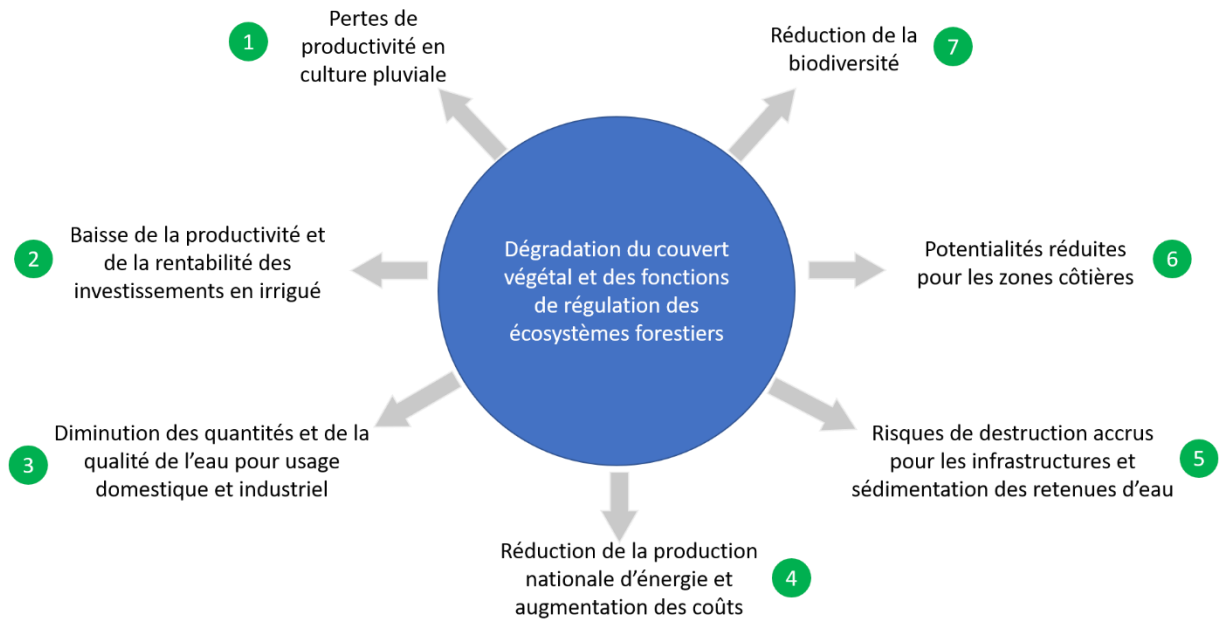


Figure 26 : Impacts de l'érosion sur les activités humaines (d'après Bellande 2009)

Outre l'aléa lié à des phénomènes naturels, la présence humaine intensifie les risques. Les villes de Camp-Perrin et des Cayes sont en effet localisées à des altitudes inférieures à celles des rivières de l'Acul et de la Ravine du Sud, et sont régulièrement affectées par des inondations majeures (AECOM, 2015; CIAT et Haïti Primature, 2014). La présence d'habitations en zones inondables, parfois même dans le lit des ravines (CIAT, 2016), accentue les enjeux associés à l'aléa inondation. L'urbanisation sauvage est à l'origine de l'imperméabilisation des sols, et l'accumulation des déchets produits par la population peut entraîner une obstruction des canaux de drainages, bloquant l'écoulement des eaux (CIAT and Haiti Primature, 2014).

Ces inondations peuvent-être à l'origine d'importants préjudices matériels voire humains auxquels s'ajoutent des conséquences socio-économiques indirectes liées à des aspects sanitaires, à un relogement provisoire des populations touchées et à une suspension temporaire de l'activité humaine (CIAT, 2016).

Les écosystèmes forestiers jouent un rôle primordial dans la régulation des inondations. En effet, le rôle éponge joué par les sols végétalisés contribue à limiter l'inondation fluviale au sein du parc Macaya-Grande Colline. L'enracinement profond des grands arbres associé à celui plus superficiel des cultures intercalaires permet une bonne distribution de l'eau pour les espèces. Son prélèvement est ainsi optimisé et elle ruisselle d'autant moins. Le débit de base des eaux de ruissellement et des cours d'eau est ainsi réduit, limitant le risque d'inondation. La déforestation accentue donc les risques d'inondations en limitant l'infiltration des eaux en amont, la hausse de la charge et du débit des fleuves se répercutant alors en aval. Un rapport publié en 2014 par le gouvernement estime que le remplacement des buissons et zones défrichées par des forêts le long des berges de la Ravine du Sud **permettrait de réduire le débit de pointe jusqu'à 26%** (CIAT and Haiti Primature, 2014).

Évaluation économique du service de régulation des inondations

Trois méthodes sont mobilisables pour évaluer le service de prévention du risque d'inondations par les écosystèmes de Macaya : la méthode des coûts évités, celle des coûts de remplacement et l'utilisation d'une valeur de transfert.

L'approche par les coûts évités suppose de quantifier les dommages causés par des inondations fluviales dans la zone d'étude si les écosystèmes forestiers n'étaient pas présents pour assurer leur fonction d'atténuation du risque.

Nous disposons de données sur les pertes annuelles estimées pour une crue ayant une période de retour comprise entre 2 et 10 ans sur différents bassins versants (AECOM et al., 2015a). Le Parc Macaya étant à cheval sur plusieurs bassins versants, nous prenons la valeur moyenne des pertes attendues pour les 3 bassins versants situés dans le Sud d'Haïti (Cavaillon, Acul Dubreuil et Ravine du Sud). Une valeur indicative des pertes liées aux inondations peut donc être donnée, correspondant à plus de 430 millions de gourdes annuelles. La présence des forêts le long des berges de la Ravine du Sud pouvant réduire de 26% le débit de pointe (CIAT and Haiti Primature, 2014), on choisit cette valeur pour calculer les pertes évitées par la présence des écosystèmes naturels. En effet, le débit de pointe est la variable la plus importante dans l'intensité des crues et détermine les dégâts causés par ces épisodes. Il est défini par la formule suivante :

$$\text{Débit de pointe} = 0,278 * \text{coefficient de ruissellement} * \text{intensité de pluie} * \text{aire du bassin}$$

Le coefficient de ruissellement, seule variable sur laquelle l'homme peut jouer pour limiter le débit de pointe et donc l'impact de la crue, est exprimé de la manière suivante :

$$\text{Coefficient de ruissellement} = \text{volume d'eau ruisselée} / \text{volume d'eau précipitée}$$

Ce coefficient dépend fortement de la couverture du sol : il est proche de 0 en présence d'un couvert forestier et égal à 1 lorsque la zone est imperméabilisée (Binet et al., 2013b).

Les écosystèmes naturels permettant donc d'éviter des pertes estimées à 111,8 millions de gourdes par an (Tableau 42).

Tableau 41 : Pertes annuelles attendues pour une crue entre une période de retour de 2 et 10 ans (Auteurs, d'après AECOM, 2015a)

Bassin versant	Pertes annuelles estimées (USD)	Pertes annuelles estimées (HTG)	Pertes moyennes annuelles (HTG)	Pertes évitées par la présence des écosystèmes (HTG/an)
Acul Dubreuil	2 501 257	174 337 612,9	430 087 288,5	111 822 695,0
Cavaillon	4 571 013	318 599 606,1		
Ravine du Sud	11 439 378	797 324 646,6		

L'approche par les coûts de remplacement revient à calculer le coût de construction d'ouvrages de protection face aux inondations permettant de remplir le même rôle que les écosystèmes forestiers en termes d'atténuation du risque. Cette méthode exige de connaître le nombre d'infrastructures, leur

dimensionnement et leur capacité à assurer la fonction à évaluer. Nous ne possédons pas, dans le cadre de cette étude, tous les éléments pour mener à bien cet exercice.

Nous pouvons cependant avancer certaines valeurs économiques, tirée d'une étude préparatoire menée par l'AECOM sur les investissements en infrastructures de protection pour différents bassins versants d'Haïti. Celle-ci permet de dégager des valeurs intéressantes dans notre zone d'étude et donner des indications sur la valeur du service. Les techniques utilisées pour réduire les conséquences des inondations sur les infrastructures riveraines consistent en la construction d'ouvrages de protection le long des berges, limitant également leur érosion. Cela peut se traduire par un enrochement continu de la berge ou un gabionnage de différentes sections. Le curage du lit d'un cours d'eau, en évacuant les matériaux accumulés, peut également permettre de limiter les débordements (AECOM et al., 2015b).

- La protection d'une zone d'environ 3km sur 2km dans la localité de Cavaillon, le long des deux berges, permettrait de protéger une partie de la ville et des parcelles agricoles en aval des inondations auxquelles elles sont fréquemment soumises. Le rehaussement d'un mur déjà existant par un mur en gabion sur un linéaire de 5700m au total protégerait ainsi une zone d'environ 540 ha des crues décennales. Les coûts d'investissement et de maintenance pour une protection de 15 ans (durée de vie des gabions) sont détaillés dans le tableau 43. **En lissant ces valeurs sur 15 ans on obtient un coût annuel moyen de 36,1 M HTG pour la protection des berges de cette section.**

Tableau 42 : Calcul du coût d'une infrastructure de protection contre les inondations à Cavaillon (Auteurs, d'après AECOM 2015)

Année	1	2	3	4	5	...	15	Total
Coût (USD)	2 443 875	2 443 875	2 443 875	36 658	36 658	...	36 658	7 771 521
Coût annuel lissé (USD)	518 101,4							
Coût annuel lissé (HTG)	36 111 668							

- Dans le bassin versant de la Ravine du Sud, la zone de Camp-Perrin est régulièrement sujette à des inondations lors du débordement de la rivière et a été considérée comme prioritaire en termes d'aménagements en infrastructures de protection. L'aménagement d'un mur en gabion sur 4400 m permettrait de protéger une zone d'environ 400 ha des crues de niveau 10 ans. Les coûts d'investissement et de maintenance pour ce mur, dont la durée de protection est de 15 ans, sont détaillés dans le tableau 44. **En lissant ces valeurs sur 15 ans on obtient un coût annuel moyen de 20,9 M HTG pour la protection des berges de cette section.**

Tableau 43 : Calcul du coût d'une infrastructure de protection contre les inondations à Camp-Perrin (Auteurs, d'après AECOM 2015)

Année	1	2	3	4	5	...	15	Total
Coût (USD)	1 414 875	1 414 875	1 414 875	21 223	21 223	...	21 223	4 499 301
Coût annuel lissé (USD)	299 953,4							
Coût annuel lissé (HTG)	20 906 752							

L'utilisation de la végétation se révèle également efficace pour limiter les dégâts liés aux inondations. La création d'une pépinière dans le bassin versant aurait pour conséquence l'augmentation de la perméabilité des sols et donc une meilleure infiltration de l'eau en amont. À titre indicatif, le remplacement des zones de savane par des forêts dans le bassin versant de la Ravine du Sud représenterait un coût de 426 000 USD pour 3200 ha reboisés, soit 9278,8 HTG/ha. (CIAT and Haiti Primature, 2014). Si les forêts du Parc venaient à disparaître, le coût de reboisement des 6604,05 ha actuellement présents serait de **61,2 millions de gourdes**. Ce reboisement ne permettrait cependant pas de recréer les fonctions assurées par les écosystèmes et surtout de compenser les pertes de services liés à la destruction de ces écosystèmes.

En outre, le renforcement végétal des berges permet de ralentir l'écoulement de l'eau dans la rivière et donc les conséquences néfastes des débordements. Cette végétalisation des berges apporterait un soutien aux infrastructures et pourrait permettre de diminuer le coût de leur entretien (CIAT and Haiti Primature, 2014).

Le service global de régulation des débits d'eau, de prévention de l'érosion et de modération des événements extrêmes dans le Parc Macaya a été estimé à 1733 USD/ha/an (Perrot-Maitre and Meyers, 2014). **En appliquant cette valeur à la surface de forêts de Macaya, on obtient une valeur du service estimée à 777 millions de gourdes annuelles.**

Les méthodes mobilisées pour estimer le service de régulation des inondations par les écosystèmes sur la zone de Macaya et les bassins situés en aval donnent **une fourchette de valeurs comprise entre 111,8 et 777 millions de gourdes annuelles (en 160 et 1 112 millions en HTG 2018)**. Les valeurs portant sur les coûts de remplacement (reboisement) ne peuvent être utilisées car non transférables en données à l'hectare, ce type de coûts n'est en effet pas proportionnel au nombre d'hectares considérés.

3.6 Prévention de la sécheresse

Malgré des périodes de l'année où la pluviométrie est très importante, des déficits prolongés dans le bilan hydrique sont fréquents en Haïti. Ces phases de sécheresse peuvent notamment être corrélées avec le phénomène El Niño, qui a tendance à retarder l'arrivée de la saison des pluies et peut ainsi créer des conditions d'important déficit hydrique. Ces épisodes de sécheresse sont accompagnés d'un déclin significatif dans la productivité agricole et l'approvisionnement en eau, conduisant à des périodes de vulnérabilité alimentaire, de famine, à des maladies et à une intense dégradation des terres (Lentini and Di Cecco, 2012; Mora et al., 2010)

Les écosystèmes naturels permettent de limiter les conséquences des phénomènes de sécheresse. En plus d'absorber le CO₂, limitant ainsi les conséquences du réchauffement climatique, le rôle d'absorption de l'eau lors des précipitations joué par les sols est primordial dans la recharge des nappes phréatiques, et l'eau est restituée petit à petit au cours des périodes sèches. Ce soutien d'étiage, qui participe à l'approvisionnement en eau est favorisé lorsque le sol est recouvert par des forêts et lorsque leur densité est importante.

Ainsi, la déforestation et l'érosion des sols menacent l'accès à l'eau dans les régions concernées. La construction de citernes familiales le long des routes dans certaines zones d'altitude à Macaya a pour but de retenir les eaux pluviales et ainsi d'améliorer la capacité de rétention d'eau dans ces massifs karstiques très filtrants.

Ce service rendu par les écosystèmes a cependant déjà été évalué dans la partie sur les services d'approvisionnement. Il ne sera pas monétarisé pour éviter un double comptage du service.

3.7 Synthèse des services de régulation

3.7.1 Services de régulation à Macaya Grande Colline

Les évaluations des services de régulation dans la zone d'étude de Macaya-Grande Colline sont résumées dans le tableau ci-dessous. Les valeurs annualisées des services de séquestration de carbone et prévention de l'érosion ne sont pas comptabilisées dans la valeur totale. La grande variabilité de la valeur économique du service de régulation des inondations selon les hypothèses d'évaluation considérées entraîne donc une grande variabilité de la valeur totale des services de régulation. **L'ensemble des services de régulation seraient évalués entre 178,5 et 1131 millions de gourdes par an, soit entre 5,6 et 37,1 millions de dollars 2018.**

Tableau 44 : Valeurs économiques des services de régulation dans la zone de Macaya-Grande Colline (Auteurs)

Service	Unités écologiques	Surface moyenne considérée (ha)	Valeur unitaire (cas échéant) (HTG 2018/ha/an)	Valeur totale annuelle (HTG 2018/an)	Valeur totale annuelle (US 2018/an)	Bénéficiaires
Régulation du climat global				Fixation : 18 436 767 Séquestration : 1 760 M (non annualisée)	Fixation : 604 782 Séquestration : 57,7 M (non annualisée)	Tous les acteurs/global
<i>Fixation de CO2 (Forêts)</i>	Forêts (pineraie, feuillus, karstique, mixte)	6604,05	1 805	11 917 584	390 942	
<i>Fixation de CO2 (Landes et pâtures)</i>	Pâturages, Landes et broussailles	5319,66	1 225	6 518 912	213 840	
<i>Séquestration de CO2 (forêts)</i>	Forêts (pineraie, feuillus, karstique, mixte)	6604,05	<i>Non annualisée</i>	<i>Non annualisée</i> 1 023 116 786	<i>Non annualisée</i> 33 561 318	
<i>Séquestration de CO2 (landes et pâtures)</i>	Pâturages, Landes et broussailles	5319,66	<i>Non annualisée</i>	<i>Non annualisée</i> 648 655 638	<i>Non annualisée</i> 21 277 862	
<i>Séquestration de CO2 (Sols cultivés)</i>	Agriculture	1123	<i>Non annualisée</i>	<i>Non annualisée</i> 88 383 162	<i>Non annualisée</i> 2 899 234	
Régulation des inondations par débordement des cours d'eau	Forêts (pineraie, feuillus, karstique, mixte)	6604,5	24 238 – 168 455	160,1 – 1 112 M	5,25 – 36,5	Population résidente, Population en aval des bassins versants
Prévention des glissements de terrains	Forêts (pineraie, feuillus, karstique, mixte)	6604,5	5 215	<i>Non annualisée</i> 34 440 423	<i>Non annualisée</i> 1 129 750	Population locale, Population en aval
Prévention de la sécheresse	Forêts (pineraie, feuillus, karstique, mixte)	6604,5	Non monétarisée	Non monétarisée	Non monétarisée	Population résidente
Régulation de la qualité de l'eau	Forêts (pineraie, feuillus, karstique, mixte)	6604,5	Non monétarisée	Non monétarisée	Non monétarisée	
TOTAL				178,5 – 1 131 M	5,6 – 37,1 M	

3.7.2 Services de régulation à Aquin Saint-Louis

Les évaluations des services de régulation dans les aires marines protégées d'Aquin Saint-Louis du Sud sont résumées dans le tableau ci-dessous. Les valeurs annualisées des services de séquestration ne sont pas comptabilisées dans la valeur totale. Le service de protection côtière associé notamment grâce aux fonctions des mangroves et des récifs coralliens. **L'ensemble des services de régulation sur la zone d'étude peut ainsi être évaluée à 269,2 millions HTG en valeur nominale 2018 soit 8,8 millions de dollars 2018.**

Tableau 45 : Valeurs économiques des services de régulation dans la zone d'Aquin/Saint-Louis du Sud (Auteurs)

Service	Unités écologiques	Surface moyenne considérée (ha)	Valeur unitaire (cas échéant) (HTG/ha/an)	Valeur totale annuelle (HTG 2018/an)	Valeur totale annuelle (US \$ 2018/an)	Bénéficiaires
Régulation du climat global				11 093 454	363 899	Tous les acteurs/global
<i>Fixation de CO2 (mangroves)</i>	Mangroves	341,67	11 267	3 849 663	126 281	
<i>Fixation de CO2 (récifs coralliens)</i>	Récifs coralliens	2 224,27	2 943	6 546 173	214 734	
<i>Fixation de CO2 (herbiers)</i>	Herbiers	822,64	0	0	0	
<i>Fixation de CO2 (marais salant)</i>	Marais salant	180	3 876	697 618	22 834	
<i>Séquestration de CO2 (mangroves)</i>	Mangroves	341,67	<i>Non annualisée</i>	<i>Non annualisée</i> 17 807 019	<i>Non annualisée</i> 584 124	
<i>Séquestration de CO2 (herbiers)</i>	Herbiers	822,64	<i>Non annualisée</i>	<i>Non annualisée</i> 175 736 190	<i>Non annualisée</i> 5 764 6777	
Régulation de la qualité de l'eau				15 983 350	524 302	Population résidente
<i>Régulation par les mangroves</i>	Mangroves	341,67	26 430,7	9 030 573	296 230	
<i>Régulation par les herbiers</i>	Herbiers	822,64	8 451,8	6 952 777	228 073	
Protection côtière	Mangroves, Herbiers, Récifs coralliens	3 388,58	71 451	242 118 722	7 942 225	Population résidente
TOTAL				269,2 M	8,8 M	

4. Évaluation des services de support

4.1 Refuge de biodiversité

Les habitats situés sur nos territoires d'étude ont été présentés dans le chapitre 2. Aussi bien ceux situés dans le parc de Macaya-Grande Colline que ceux des aires protégées d'Aquin/St-Louis du Sud présentent des fonctions de refuge, de reproduction et de nourricerie pour les différentes espèces qui se trouvent dans ces zones.

L'aire protégée de Macaya est un haut-lieu de la biodiversité endémique de l'île d'Hispaniola. Sur les 6 000 espèces végétales recensées, 1 400 seraient en effet endémiques, soit 30% (PNUD, 2006). **Les Orchidaceae sont certainement les plantes vasculaires les plus symboliques de cette richesse spécifique** puisqu'on en dénombre 123 espèces dont 18% appartiennent au patrimoine endémique. À cette richesse floristique s'ajoute un large éventail d'espèces d'oiseaux, de mammifères et d'amphibiens faisant l'objet d'actions de conservation prioritaire car reconnus comme étant en danger d'extinction par l'UICN.

Le Pétrel (*Pterodroma hasitata*), oiseau marin migrateur disparu de la majeure partie des Caraïbes, ne nidifie qu'une fois par an, sur les branches de *Pinus occidentalis*. Les oiseaux de Macaya comme le Bec croisé (*Loxia megaplaga*) ou le Kanson Wouj (*Priotelus roseigaster*) interviennent dans de nombreux services écosystémiques de support tels que **la régulation des populations d'insectes ou la pollinisation ornithophile**. Le maintien de corridors biologiques en forêt tropicale et leur reconstitution par le reboisement permet d'accroître l'efficacité de la pollinisation (Kormann et Scherber, 2016).



Illustration 13 : Grenouille du genre *Eletherodactylus* (MDE, 2015)

Si le parc de Macaya-Grande Colline est également remarquable pour sa riche population d'amphibiens, c'est aussi l'une des forêts du globe où ils sont les plus menacés. En particulier, les grenouilles du genre *Eletherodactylus* (Illustration 13), dont 12 espèces sont classées comme étant « **En danger critique d'extinction** ». **La survie des amphibiens est fortement dépendante de la conservation des habitats, l'hydrographie et l'humidité déterminant leur reproduction et leurs déplacements**. Ils sont donc d'excellents bioindicateurs de l'état des milieux et des zones prioritaires de conservation (MDE, 2015).

L'importance écologique de ces espèces est doublée d'un intérêt pédagogique voire touristique. Expéditions botaniques ou encore *bird-watching* permettent en effet d'apprécier leur diversité et leurs liens avec les écosystèmes forestiers desquels ils sont fortement dépendants (Plan de Gestion, 2015; Rimmer et al., 2004) tout en participant à la diversification des activités économiques locales. À cet effet, l'objectif de conservation est le support de politiques de sensibilisation. Les 16 objets de conservation du parc⁵³ peuvent être vus comme des « parapluies » ; par des interrelations complexes, les bénéfices liés à leur protection se répercutent sur d'autres objets.

Cependant, l'évaluation du support de biodiversité s'avère délicate car elle nécessite d'estimer des valeurs de non-usage (valeur accordée à l'existence même de la biodiversité, sans en consommer les biens et services). Ces dernières peuvent-être évaluées via des enquêtes de terrain permettant de

⁵³ Parmi ces objets de conservation prioritaire, le plan de gestion recense les forêts, les composants du relief karstique, certains oiseaux, amphibiens et mammifères...

mesurer le consentement à payer des résidents pour maintenir une espèce, ou encore pour conserver ou restaurer un écosystème. Une telle évaluation peut cependant donner des résultats très aléatoires et ne relève cependant pas du périmètre de la présente étude.

À titre indicatif, on peut évaluer le service de support de la biodiversité pour le parc de Macaya à l'aide d'une valeur de transfert. À l'échelle globale, le service de support de la biodiversité par les forêts a été estimé à 1273 USD/ha (de Groot et al., 2012), soit **41 196 976 HTG pour le parc de Macaya en lissant l'inflation et en pondérant par les PIB d'Haïti et mondial.**

Dans la zone d'Aquin/Saint-Louis du Sud, les mangroves constituent des frayères, des éclosiers et des niches pour des oiseaux et de nombreuses espèces marines (mollusques, crustacés, bivalves, céphalopodes, poissons, mammifères...) essentielles au maintien de l'équilibre de l'écosystème (MDE, 2011). Les rôles similaires joués par les récifs coralliens et les herbiers sont indispensables au maintien de la biodiversité marine (USAID et al., 2010). Outre l'intérêt de ces écosystèmes en tant que supports de production halieutique évalué dans la partie 3.2, ces habitats supportent une biodiversité non exploitée à des fins commerciales et possèdent une valeur d'existence. Il n'existe cependant pas de valeur pertinente dans la littérature que nous pourrions transférer ici.

Il ne faut pas oublier que ce service de support, indispensable au maintien de la biodiversité, est primordial pour assurer le fonctionnement de tous les autres services (d'approvisionnement, de régulation et culturels) rendus par les écosystèmes. **Ainsi, l'attribution d'une valeur marchande à ces services « intermédiaires » engendre un risque de double comptage (Méral et Pesche, 2016). Leurs valeurs ne devraient donc pas être agrégées avec les bénéfices calculés pour les autres types de services.**

Les écosystèmes de Macaya et d'Aquin-Saint Louis du Sud jouent un rôle majeur en assurant le développement et le maintien d'une importante biodiversité dans ces zones. **Ce rôle de support a été estimé, grâce à une valeur de transfert, à 41,2 millions de gourdes (valeur nominale 2018) chaque année dans le périmètre de Macaya.**

4.2 Support de production halieutique à Aquin/Saint-Louis du Sud

Les herbiers, récifs coralliens et mangroves, à travers leurs rôles de refuge et de nourricerie, abritent une biodiversité conséquente, dont une partie est exploitée. La figure 36 présente une identification des zones de production pour les ressources halieutiques et définit trois sites de nurseries liés aux habitats présents autour de l'île à Vache, non loin de notre zone d'étude (TNC, Mer Sud, 2012).

C'est ce service de production de biomasse capturable qui est évalué ici.

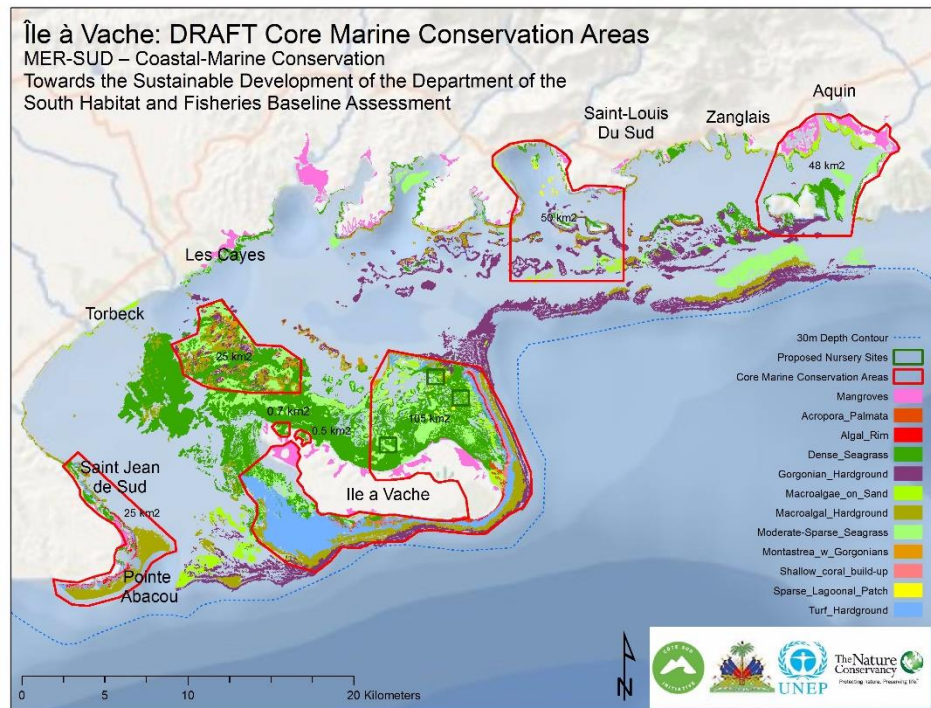


Figure 27 : Identification des zones de production halieutiques autour de l'île à Vache (TNC, Mer Sud 2012)

4.2.1 Rôle des écosystèmes de la zone

En jouant un rôle de refuge et de nurserie, **les mangroves sont des écosystèmes essentiels pour les espèces d'intérêt halieutique**. En effet, ces habitats permettent le développement de populations juvéniles de poissons et de crustacés grâce à trois éléments (Beck et al., 2001) :

- L'abondance de nourriture liée à la forte production de matière organique ;
- La faible pression de prédation liée aux micro-habitats peu profonds et à la forte turbidité de l'eau ;
- La complexité physique des structures racinaires.

Ces facteurs permettent d'augmenter la densité, la croissance et la survie des populations juvéniles (Lee et al., 2014).

La concentration de poissons dans les mangroves en Floride a été estimée à 15 t/km² (Thayer et al., 1987). Une étude menée en Nouvelle-Calédonie spécifie que 69,9% des poissons dépassent le stade juvénile et peuvent ainsi être commercialisés (Thollot, 1989).

La biomasse halieutique des 314,67 ha de mangroves de notre zone d'étude permettrait donc, si l'on considérait ces valeurs de transfert, une production annuelle de 33 tonnes de poissons commercialisables.

Les récifs coralliens jouent également un rôle essentiel ; la biomasse capturable dans les récifs coralliens est évaluée à 38,5 t/km² (IFRECOR, 2010b). Rapportée aux 22,24 km² de récifs de notre zone, cela représente 856,3 tonnes de poissons commercialisables annuellement.

Le rôle des herbiers est moindre, mais ces écosystèmes abritent tout de même une biodiversité non négligeable, permettent la capture de 0,65 à 3,15 t/km²/an de biomasse halieutique (Martin and

Cooper, 1981), soit une moyenne de 1,9 t/km² chaque année. À l'échelle de notre zone d'étude, la biomasse exploitable est donc de 15,6 tonnes par an.

4.2.2 Évaluation économique du service

La méthode des prix de marché nous permet d'estimer la valeur de la biomasse capturable permise par la présence des trois écosystèmes étudiés. La valeur sur le marché des produits de la pêche choisie pour l'évaluation du service de la pêche (approvisionnement) est de 130 HTG/kg, soit 130 000 HTG/tonne. On peut ainsi calculer le produit brut généré par la capture et la vente des espèces, auquel il faut déduire 47% de charges. Les valeurs monétaires obtenues pour les différents écosystèmes sont détaillées dans le Tableau 47.

Tableau 46 : Estimation de la valeur de production halieutique par les écosystèmes de la zone d'Aquin/Saint-Louis du Sud (Auteurs)

Écosystème	Surface (km ²)	Production commercialisable (t/km ² /an)	Quantité commercialisable (t/an)	Valeur (HTG/an)
Mangroves	3,15	10,49	33,0	2 273 228
Récifs coralliens	22,24	38,5	856,3	59 002 098
Herbiers	8,23	1,9	15,6	1 076 923
Total	33,62	50,89	905,0	62 352 249

La valeur totale attribuée à la production de biomasse capturable par les mangroves, récifs et herbiers de la zone est de **62,4 millions de gourdes annuelles** (Tableau 47). A ce chiffre, il conviendrait de soustraire les bénéfices tirés de la pêche pour éviter un double comptage du service et obtenir uniquement la valeur de la biomasse capturable non pêchée.

Cependant, alors que l'évaluation du support de production halieutique se limite aux écosystèmes des aires protégées d'Aquin/Saint-Louis du Sud, la valeur du service d'approvisionnement de la pêche a été estimée sur un périmètre plus large que celui de notre zone d'étude, les volumes de capture débarqués dans les ports d'Aquin et de Saint-Louis du Sud n'étant pas attribuables à un type d'écosystème en particulier. Le périmètre étant différent, il n'est pas possible d'effectuer la soustraction permettant d'estimer les bénéfices liés à la production d'une biomasse capturable non pêchée.

En estimant que **le service d'approvisionnement de pêche, évalué à 89 millions de gourdes/an** a été calculé sur l'ensemble de la plateforme continentale entourant l'île à vache (soit 800 km²) (Silva and Pardo, 2012) tandis que le service de support se fonde sur une surface de 33,62 km², on peut appliquer un ratio de 23,8 à la valeur du service d'approvisionnement pour obtenir le montant à déduire de la valeur totale de la biomasse capturable calculée sur notre zone d'étude (Tableau 48).

Tableau 47 : Valeur de la biomasse capturée rapportée à la zone d'étude (Auteurs)

	Surface (km ²)	Ratio	Valeur (HTG)
Biomasse capturée (approvisionnement)	800	23,8	89 017 284
	33,62		3 740 951

Ainsi, **la biomasse capturable non pêchée dans la zone d'Aquin/Saint-Louis du Sud est estimée à 58,6 millions de gourdes annuelles** (Tableau 49).

Tableau 48 : Valeur du service de support de production halieutique à Aquin/Saint-Louis du Sud (Auteurs)

	Valeur (HTG)
Biomasse capturable	62 352 249
Biomasse capturée	3 740 951
Biomasse capturable non pêchée	58 611 298

La connectivité des mangroves avec les autres habitats est cruciale pour le maintien de la biodiversité, les espèces exploitant des ressources complémentaires issues des écosystèmes associés (Lee et al., 2014). La préservation de tous les habitats et de leurs interactions est donc primordiale.

Les écosystèmes d'Aquin-Saint Louis du Sud, à travers leurs rôles de refuge et de nourricerie pour les espèces d'intérêt halieutique, permettent **une production halieutique primaire dont la valeur a été estimée à 58,6 millions de gourdes par an (valeur nominale 2018).**

4.3 Synthèse des services de support

Tableau 49 : Valeurs économiques des services de support dans les zones de Macaya-Grande Colline et d'Aquin/Saint-Louis du Sud (Auteurs)

Service	Unités écologiques	Surface moyenne considérée (ha)	Valeur unitaire (cas échéant) (HTG/ha/an)	Valeur totale annuelle (HTG 2018/an)	Valeur totale annuelle (US \$ 2018/an)	Bénéficiaires
	Macaya-Grande Colline					
Refuge de biodiversité	Forêts (pineraie, feuillus, karstique, mixte)	6604,05	6 238	41 196 976	1 351 385	Tous les acteurs/global
	Aquin/Saint-Louis du Sud					
Refuge de biodiversité	Mangroves, Herbiers, Récifs coralliens	3 388,58	Non monétarisée	Non monétarisée	Non monétarisée	Tous les acteurs/global
Production halieutique	Mangroves, Herbiers, Récifs coralliens	3 388,58	17 296,7	58 611 298	1 922 628	Pêcheurs, Population résidente

4. Synthèse de l'évaluation des services

5.1 Synthèse pour Macaya Grande-Colline

La valeur économique estimée des services écosystémiques identifiés pour le Parc de Macaya, si l'on considère la moyenne des estimations basses et des estimations hautes de chaque service, représente de près de 900 millions de gourdes par an (valeur nominale 2018), soit près de 29,5 millions de dollars. Cette valeur économique est une valeur moyenne : selon les hypothèses formulées pour chacun des services, on peut en effet aboutir à des valeurs plus ou moins fortes. Cette valeur ne prend pas non plus en compte certains services qui ne peuvent être annualisés telle la séquestration du carbone par les écosystèmes forestiers (plus de 1,2 millions de dollars) ou la régulation de l'érosion et des glissements de terrain. Il faut également préciser que cette valeur n'intègre pas les activités liées à la silviculture, source de pressions et de dégradations fortes dans le Parc de Macaya⁵⁴. En rapportant cette valeur à l'hectare, on estime que la valeur des écosystèmes du parc de Macaya est d'environ 66 000 gourdes, soit 2100 dollars par hectare.

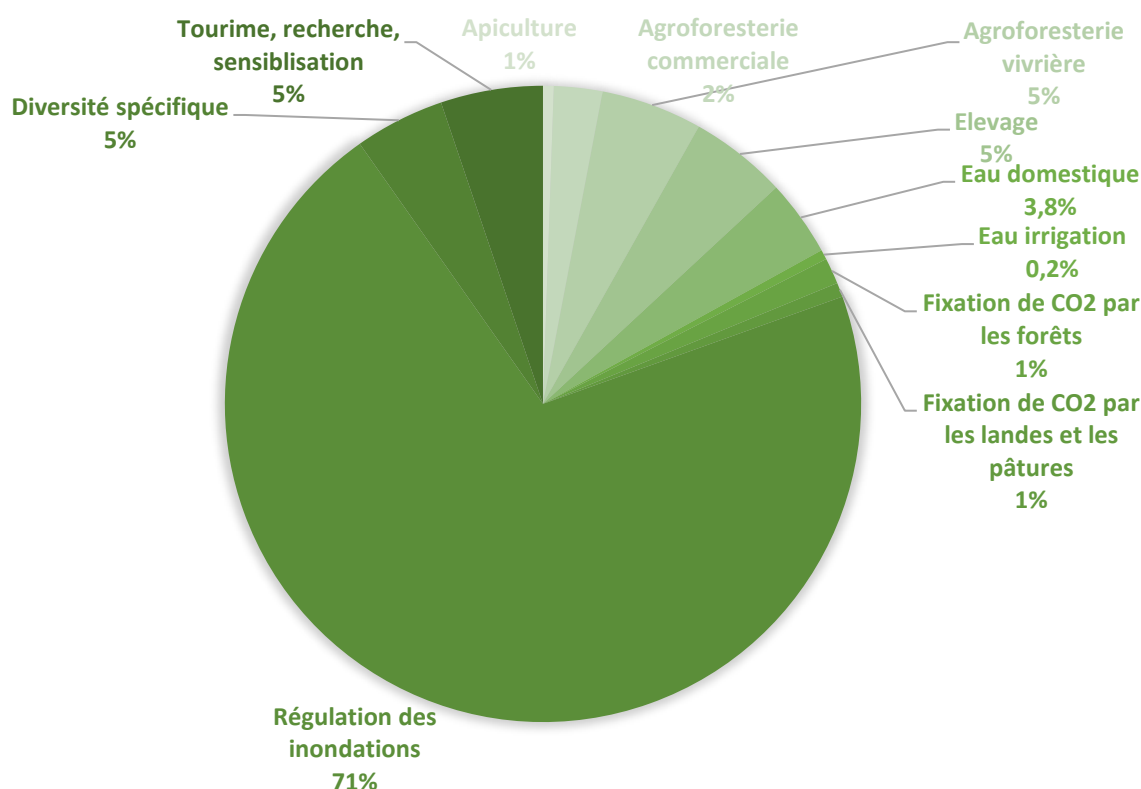


Figure 28 : Répartition des services écosystémiques - Macaya Grande Colline (Source : Auteurs)

Même en ne prenant pas en compte dans le calcul de la valeur moyenne, l'ensemble des services de régulation (non intégration des valeurs non annualisées), ces derniers représentent 73% de la valeur des services, suivis par les services d'approvisionnement (17%), de support (5%) et les services culturels (5%).

- Les services d'approvisionnement des écosystèmes de la zone de Macaya représentent une valeur économique de **157,3 millions HTG 2018 par an**. Au total, l'agroforesterie représente 43% de cette valeur (29% pour l'agroforesterie vivrière et 14% pour l'agroforesterie

⁵⁴ Si l'on intègre la silviculture dans la répartition des services, cette activité représente 11% de la valeur des services écosystémiques du Parc.

commerciale). La fourniture en eau domestique a également un poids important, représentant 22% de la valeur totale. L'élevage représente 28% de cette valeur, et l'apiculture et la fourniture en eau pour l'irrigation comptent chacun pour 3%. Pour la sylviculture, et notamment la production de charbon n'apparaît pas dans les services d'approvisionnement étant donné qu'elle exerce une pression sur les écosystèmes forestiers et vise à être interdite au sein du Parc d'ici 2020. La valeur ajoutée de la production de charbon dans le parc est par exemple estimée à près 40 millions HTG par an, soit 1,3 millions de dollars 2018.

- Au total, les services de régulation représentent une valeur économique de près de **900 millions HTG par an en moyenne** (entre 178,1 et 1 131 M HTG). La régulation des inondations représente la quasi-totalité (97%) de la valeur totale des services ayant pu être annualisés (Figure 28).

Cependant **certaines valeurs n'ont pas été annualisées** et n'apparaissent donc pas dans ce diagramme ; leur importance ne doit pas pour autant être oubliée :

- **La séquestration de CO₂ par les forêts : 33,6 millions dollars 2018 ;**
- **La séquestration de CO₂ par les landes et pâtures : 21,3 millions de dollars 2018 ;**
- **La séquestration de CO₂ par les sols cultivés : 2,9 millions de dollars 2018 ;**
- **La prévention des glissements de terrain : 1,13 millions de dollars 2018.**

La part de la séquestration de carbone par les écosystèmes naturels dans la valeur totale des services de régulation à Macaya est donc notamment sous-estimée dans le graphique (Figure 28). Le graphique ci-dessous met en perspective ces services non annualisés avec les autres services écosystémiques.

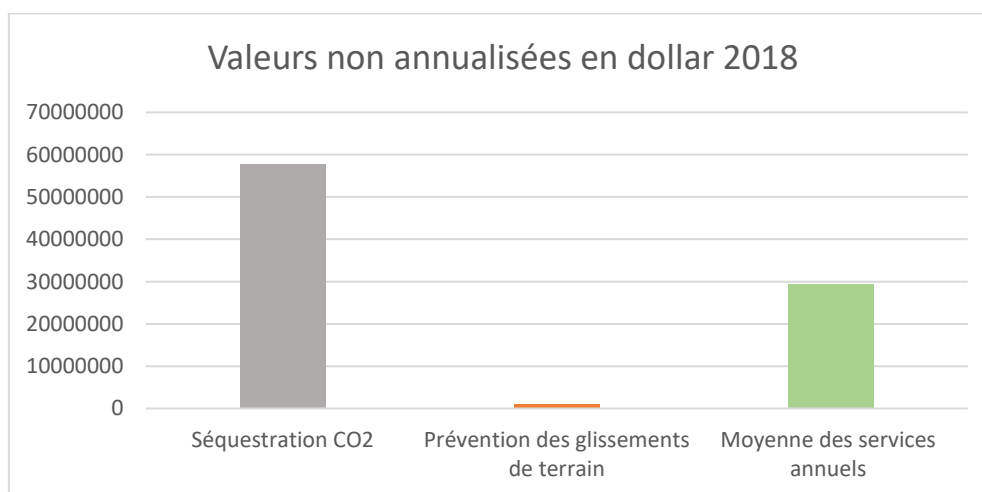


Figure 29 : Comparaison des valeurs de services écosystémiques non annualisées avec les services écosystémiques annualisées en dollar 2018 (Source : Auteurs)

- Les services culturels à Macaya ont été estimés à une valeur totale de **46,7 millions de gourdes (valeur nominale 2018) par an, soit 1,53 millions de dollars**. Ce chiffre faible est lié au fait qu'un grand nombre de ces services n'a pas été évalué de manière quantitative et que des potentialités sont largement inexploitées, notamment au niveau de l'attractivité touristique.
- Les services de support dans la zone n'ont été évalués qu'à travers le service de refuge pour la biodiversité, estimé à **41,2 millions de gourdes annuelles**, soit 1,35 millions de dollars.

Évaluation et suivi des services rendus par les écosystèmes des aires protégées du Grand Sud d'Haïti
Rapport d'évaluation des services écosystémiques Macaya – Aquin Saint Louis

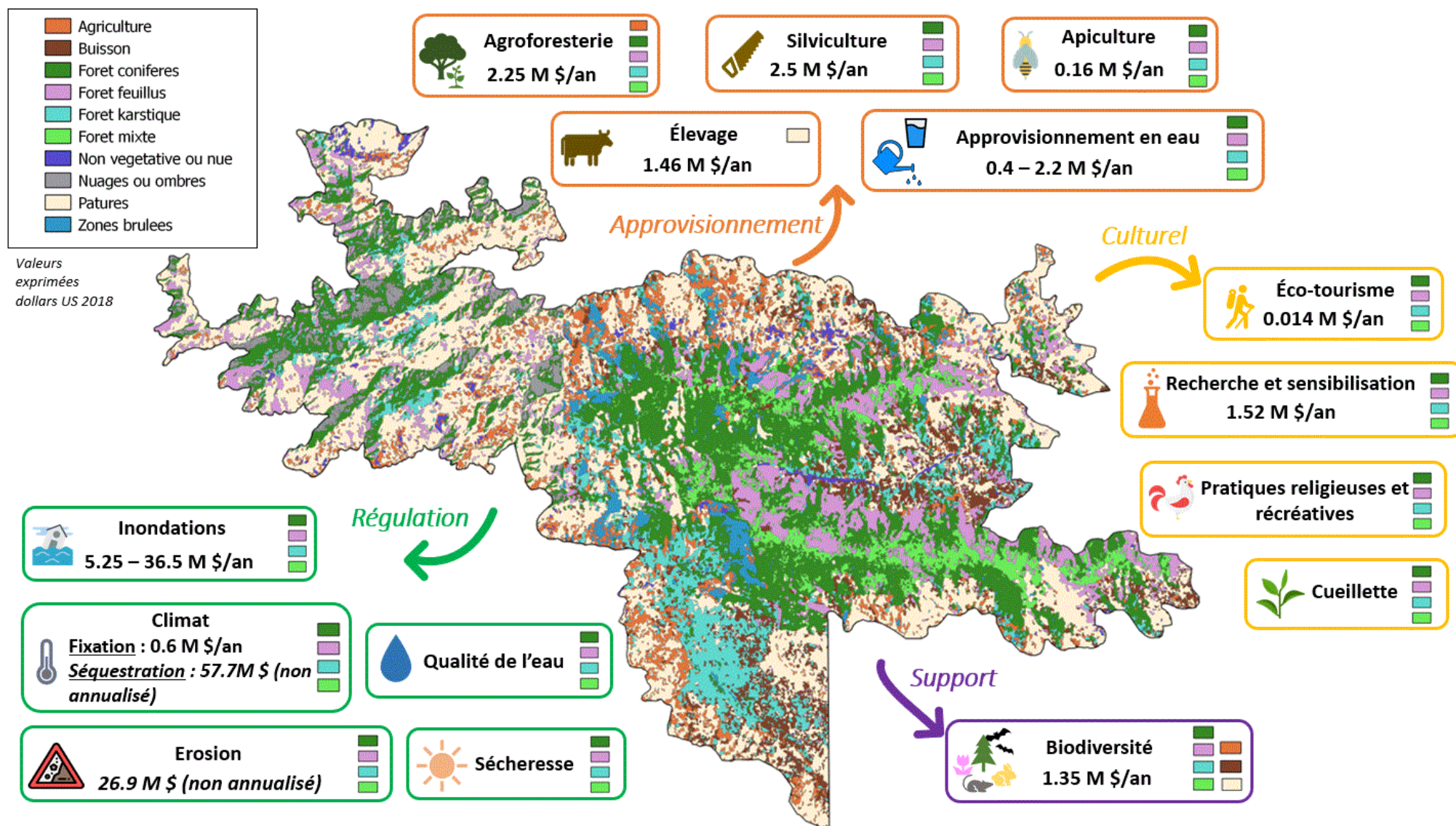


Figure 30 : Services écosystémiques de Macaya Grande Colline exprimés en dollars 2018 (Auteurs)

5.2 Synthèse pour Aquin Saint-Louis

La valeur économique estimée des services écosystémiques identifiés pour l'aire protégée d'Aquin Saint-Louis du Sud représentent un total de près de 446 millions de gourdes par an (valeur nominale 2018), soit près de 14,6 millions de dollars 2018 (en parité de pouvoir d'achat). Comme précédemment, cette valeur ne prend pas en compte le service de séquestration du carbone qui ne peut être annualisé (plus de 9 millions de gourdes pour les mangroves et les herbiers de la zone d'étude).

En rapportant cette valeur à l'hectare, on estime que la valeur des écosystèmes du parc de Macaya est d'environ **83 600 gourdes par hectare par an, soit 2 700 dollars par hectare**.

Tout comme pour Macaya, les services de régulation (60%) et d'approvisionnement (27%) représentent la part la plus importante de l'ensemble des bénéfices fournis par les écosystèmes. Cependant, cette représentation ne reflète pas de manière exacte l'importance relative de chaque type de services étant donné que tous les services n'ont pas pu être évalués.

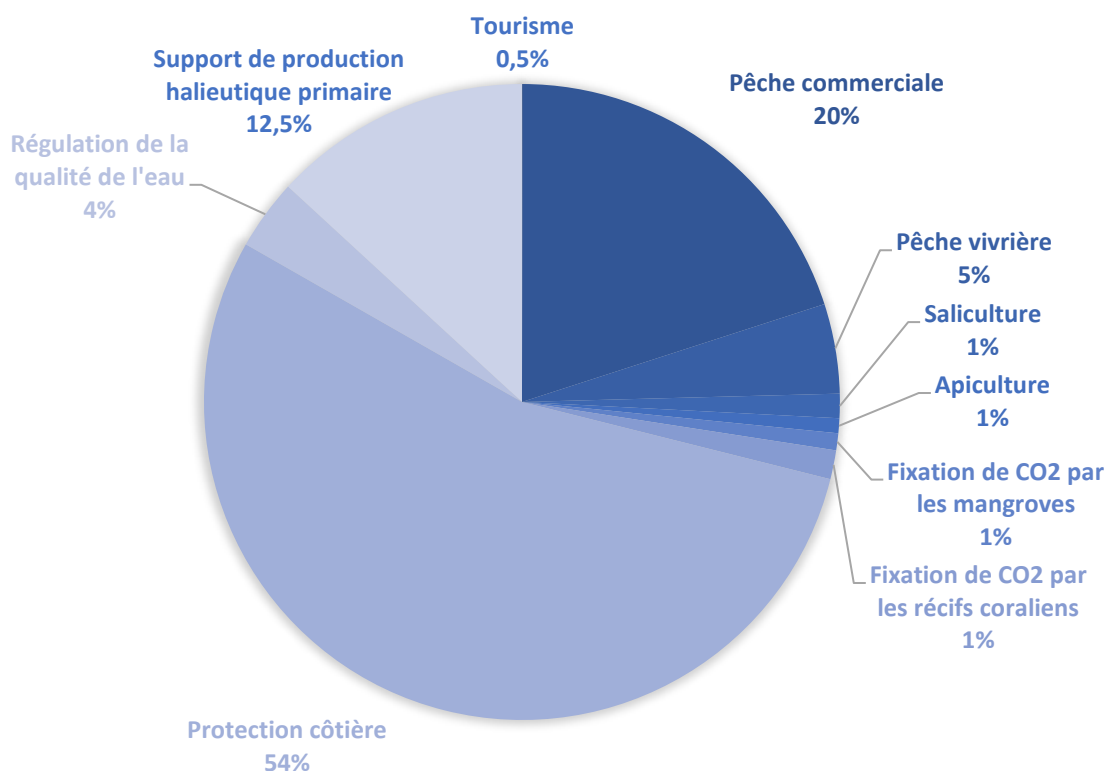


Figure 31: Répartition des services écosystémiques pour Aquin Saint-Louis du Sud (Source : Auteurs)

Au total, les services d'approvisionnement des écosystèmes d'Aquin/Saint-Louis du Sud représentent une valeur de **118,2 millions de gourdes par an (3,8 millions de dollars 2018)**. La pêche commerciale est de loin le service dont la valeur est la plus importante (75% du total des services d'approvisionnement). La pêche vivrière représente 17% de la valeur totale. La saliculture et l'apiculture représentent respectivement 5% et 3% de la valeur de l'ensemble des services d'approvisionnement fournis par les écosystèmes côtiers (**Figure 31**).

Au total, les services de régulation représentent une valeur économique de **269,2 millions HTG par an dans la zone d'Aquin/Saint-Louis du Sud (8,8 millions de dollars 2018)**. Le service de protection

côtière représente la plus grande part (90%) de sa valeur totale. Le reste de la valeur est réparti entre la régulation de la qualité de l'eau (6%), et la régulation du climat (4%).

La séquestration du carbone n'étant pas annualisée, la part du service de régulation du climat a été sous-estimée. Au total, la séquestration de CO₂ par les écosystèmes de mangroves et d'herbiers représente 193 millions de gourdes (6,3 millions de dollars 2018).

Les services culturels n'ont pas été évalués de manière quantitative dans la zone d'Aquin/Saint-Louis du Sud. Seuls les bénéfices liés à un festival annuel ont pu être estimés (170 800 HTG/an). Comme pour la zone de Macaya, les potentialités liées au tourisme sont pour l'instant sous-exploitées et pourraient générer des bénéfices supplémentaires à l'avenir. La bioprospection est également un secteur prometteur du fait de l'intérêt que représentent les récifs coralliens pour l'élaboration de nouveaux produits pharmaceutiques.

En ce qui concerne les fonctions de support, seule la production halieutique primaire a été évaluée quantitativement et représente **58,6 millions de gourdes par an**. Cette valeur du service de support ne prend donc pas en compte le support de l'ensemble de la biodiversité.

Évaluation et suivi des services rendus par les écosystèmes des aires protégées du Grand Sud d'Haïti
Rapport d'évaluation des services écosystémiques Macaya – Aquin Saint Louis

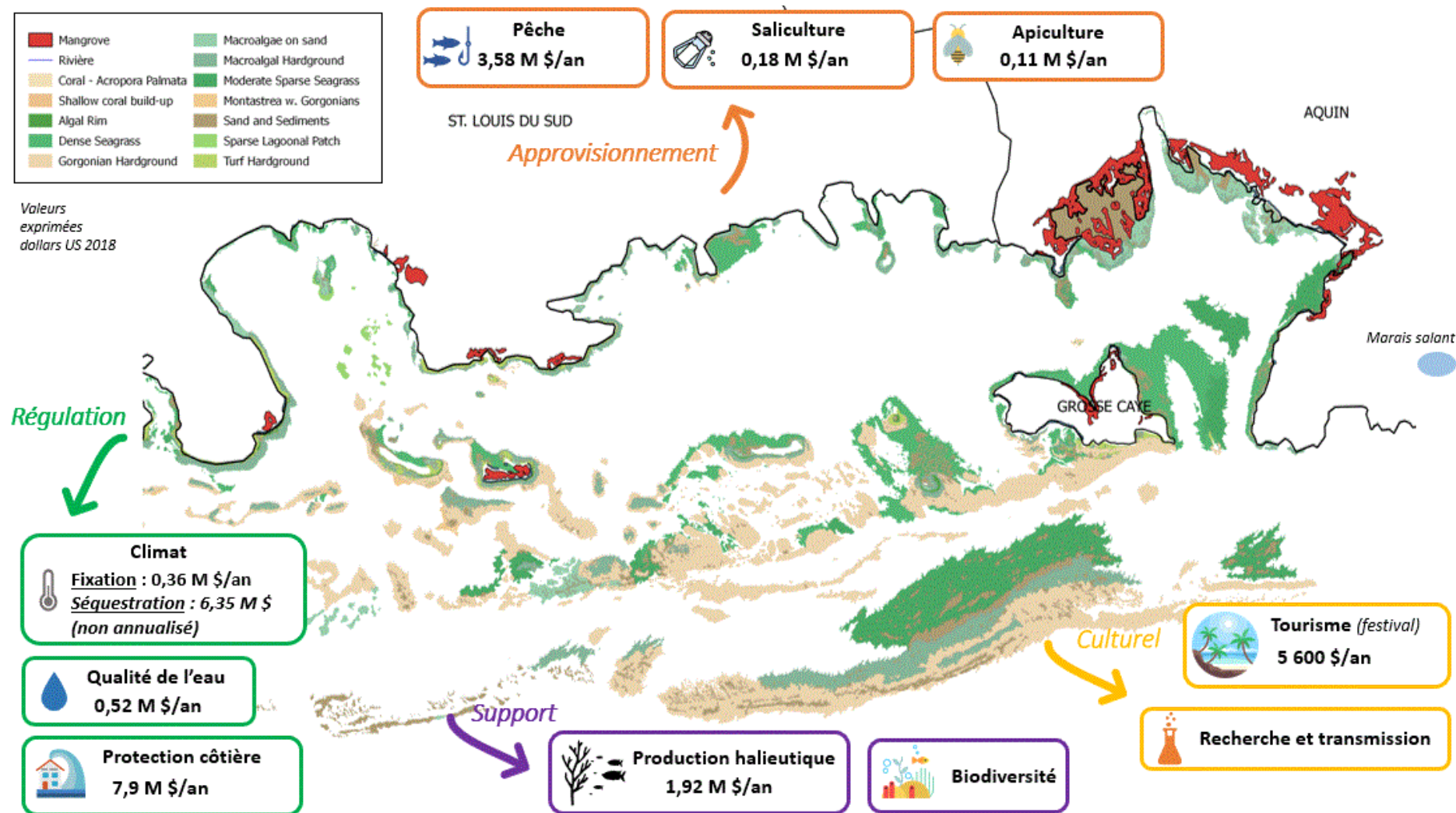


Figure 32 : Services écosystémiques d'Aquin Saint Louis (Auteurs)

Chapitre 4 : Bénéfices économiques associés à la protection du parc de Macaya et de la zone d'Aquin Saint-Louis

L'évaluation économique des services écosystémiques ne permet pas d'identifier directement les bénéfices liés à la protection et aux mesures de gestion des aires protégées. En effet, des écosystèmes non protégés fournissent tout de même des services. Une mangrove assurera par exemple un rôle de protection côtière même si elle n'est pas comprise dans le périmètre d'une aire protégée. Elaborer des scénarios de gestion et d'évolution de la fourniture de services écosystémiques dans le temps permet cependant d'isoler les bénéfices de la gestion en les dissociant des avantages intrinsèques des écosystèmes. La construction de scénarios permet également de prendre en compte les différentes menaces qui pèsent à long terme sur les services écosystémiques et de les articuler avec les mesures de protection actuelles et futures prévues par les plans de gestion et les programmes d'investissement mis en place par les bailleurs. De nombreux programmes sont en effet prévus dans les deux zones d'étude (développement de pêcheries artisanales, gestion durable des bassins versants notamment).

La mise en place d'une démarche prospective et la construction de scénarios permet donc de mesurer et d'évaluer les bénéfices économiques associés à la mise en place d'actions de protection.

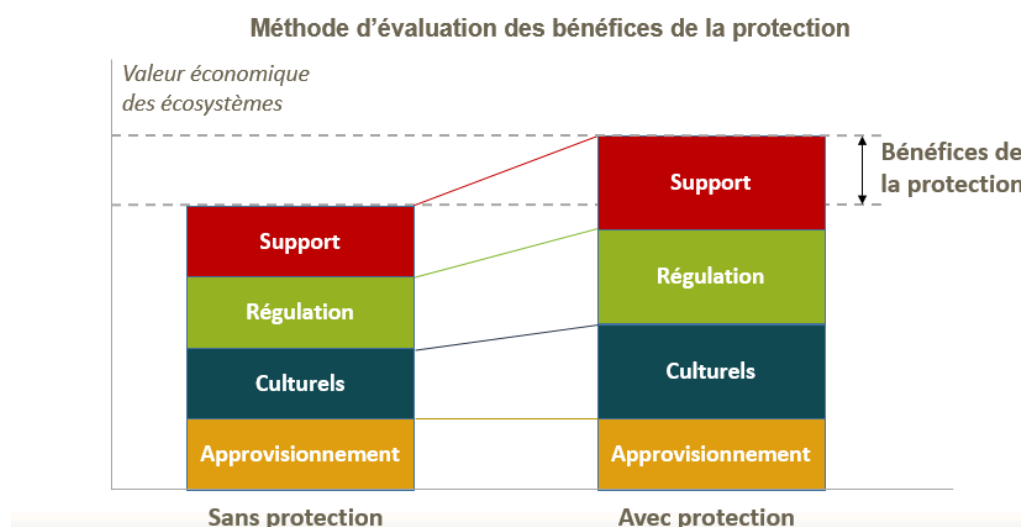


Figure 33: Méthode d'évaluation des bénéfices de la protection (Source : Auteurs)

Ainsi deux scénarios de gestion sont proposés ici à l'horizon 2030, soit une période de 10 ans par rapport à la situation actuelle :

- Un scénario tendanciel où les actions de gestion ne sont pas ou peu mises en œuvre et les écosystèmes ainsi que les services qu'ils fournissent sont confrontés à différentes pressions et menaces non atténuées par des interventions humaines. Ce scénario est appelé par la suite « **Scénario de faible protection** », il permet de présenter l'évolution de la fourniture des différents services en l'absence d'une forte protection.

- Un scénario plus interventionniste, où des actions de gestion et des programmes d'investissement sont mis en place sur les deux sites à l'étude ici, le Parc de Macaya et l'aire protégée d'Aquin-Saint-Louis du Sud. Ce scénario est nommé par la suite « **Scénario de protection effective** ».

Afin d'élaborer ces différents scénarios, trois étapes de réflexion ont été conduites :

1. Formulation d'hypothèses sur les pressions et menaces pesant sur les aires protégées et leurs écosystèmes.
2. Définition des actions mises en œuvre ou non dans chacun des scénarios
3. Estimation de la variation de chacun des services identifiés.

Ces 3 étapes de travail correspondent à trois niveaux d'impacts, de relation aux services écosystémiques. On évolue du contexte, de l'environnement général sur la zone vers les actions ciblant les services écosystémiques et enfin l'évolution de ces services eux-mêmes. Ces différentes étapes ont été conduites en s'appuyant sur la littérature disponible sur les deux zones et sur l'environnement de manière générale à Haïti. Un atelier s'est également tenu à Port-au-Prince le 6 février 2019 lors de la semaine de travail sur les aires protégées organisée par l'ANAP et la BID. Lors de cet atelier, les participants (cadres de l'ANAP, gestionnaires d'aires protégées, experts locaux notamment) ont été invités à donner leur avis sur l'évolution des services en fonction des deux scénarios présentés. Une réunion de travail a ensuite été organisée le 15 juin 2019 pour discuter et valider ces hypothèses.

Il faut préciser ici que nous nous plaçons dans **une logique de prospective et non de prévision**. La démarche d'élaboration de scénarios n'a pas pour objectif de prévoir l'avenir mais d'identifier des évolutions possibles sur la base des perceptions actuelles et de l'analyse des données disponibles (état des lieux, tendances lourdes, phénomènes d'émergence, etc.). Les hypothèses prises en compte dans l'élaboration des scénarios présentent différents degrés d'incertitude. Certaines représentent des tendances lourdes tandis que d'autres sont plutôt des signaux faibles. Certaines tendances peuvent de plus générer des pressions qui évolueront de la même manière dans les deux scénarios (ex : changement climatique) mais qui peuvent être atténuées par des mesures de gestion.

Exemples de tendances à prendre en compte sur une période de 10 ans :

- Augmentation des températures moyennes annuelles en Haïti d'ici à 2030: de + 0,8 à 1°C (Singh and Cohen, 2014) ; (Leal et al., 2009).
- Baisse des précipitations de -5,9 à -20% d'ici à 2030 (Leal et al., 2009).
- Lessivage des terres : chaque année, la disparition de couvert forestier entraîne le lessivage de 2000 ha de terres arables de 20 cm de profondeur (USAID et al., 2010).
- Augmentation du niveau de la mer. Certaines parties terrestres et côtières comme Gonaïves, Les Cayes, Miragoâne, Jérémie et St Marc etc. pourraient se trouver à moins de 1,50 mètre au-dessous du niveau de la mer avec toutes les conséquences possibles et imaginables pour les secteurs économiques en particulier l'agriculture. Aussi, certaines installations portuaires pourraient être submergées si l'élévation du niveau de la mer atteint jusqu'à 1,50 mètres (Leal et al., 2009).
- Augmentation de la population : + 1,5% et augmentation de la pression sur les ressources agricoles, (Singh and Cohen, 2014) et sur les écosystèmes de manière générale. Augmentation des besoins en eau également dans un contexte de baisse des précipitations.

Le schéma ci-dessous représente les différents signaux et tendances (pour l'environnement, le contexte socio-économique et les actions de gestion) que l'on peut identifier et le degré à la fois d'impact et d'incertitudes que l'on peut leur affecter. Les ruptures critiques sont trop imprévisibles pour être intégrées dans nos scénarios et ne présentent que peu d'intérêt ici.

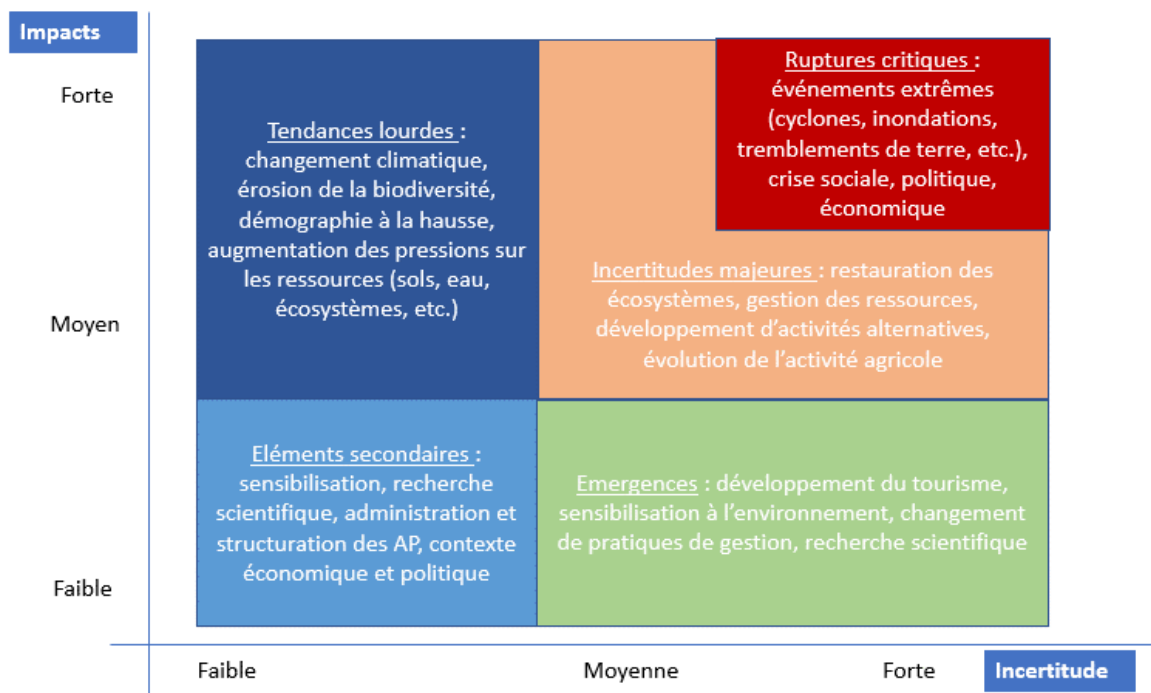


Figure 34: Illustration des différentes hypothèses entrant en jeu dans l'élaboration des scénarios et de leur niveau d'impact
(Source : Auteurs)

4.1 Bénéfices associés à la préservation pour le Parc de Macaya

4.1.1 Etape 1 : Evolution des pressions et des menaces dans la zone en fonction des scénarios
L'évolution de l'état des écosystèmes dépend directement des pressions et des menaces qui pèsent sur eux et auxquelles les actions de protection et de gestion des espaces naturels doivent apporter des solutions. Ces différentes pressions et les différentes actions qui peuvent être menées selon les scénarios pour y répondre sont listées dans le tableau ci-dessous.

Dans le cas du scénario 2 de protection effective, on considère pour Macaya que la protection est effective à la fois dans la zone cœur du parc et dans la zone tampon. Cela entraîne notamment à l'horizon 2030 une diminution de la fourniture du parc en services d'approvisionnement : les usages extractifs des écosystèmes sont limités dans le cadre du scénario de protection effective.

Tableau 50 : Principales menaces et pressions sur le Parc Macaya et réponses apportées par les scénarios (Source : Auteurs)

Pression/menace	Scénario 1 : « faible protection	Scénario 2 : Scénario de protection effective « avec des mesures de protection »
Augmentation de la population et des flux dans le parc	Augmentation de l'ensemble des pressions anthropiques.	Encadrement de cette augmentation avec la mise en place de zonages au sein du parc et son respect.

Évaluation et suivi des services rendus par les écosystèmes des aires protégées du Grand Sud d'Haïti
Rapport d'évaluation des services écosystémiques Macaya – Aquin Saint Louis

Déforestation par l'habitat et les pratiques agroforestières et pastorales	La conversion de terres vers l'agriculture et la construction d'habitats ne sont pas encadrées et dégradent l'environnement. Baisse de la superficie des écosystèmes forestiers. Perturbation du système hydrique.	La déforestation est freinée par l'application de la réglementation de l'interdiction totale de défricher ou l'autorisation selon une zonation du Parc. La reforestation de certaines zones est mise en œuvre. Augmentation de la superficie des écosystèmes forestiers endémiques.
Déforestation illégale pour l'approvisionnement en bois et charbon	Abattage non géré des arbres pour subvenir aux besoins économiques et en termes de fourniture en énergie et planches.	Application de la réglementation et interdiction totale de déforester, mise en place de sources de revenus alternatives pour les ménages actuellement dépendants de ces ressources, ou mise en place de forêts énergétique dans la zone tampon du parc.
Pollutions de l'eau et disponibilité de ressource	Absence de réseaux d'assainissement de l'eau. Contamination des sources, des nappes et des sols par les pollutions domestiques et agricoles. Augmentation de la pression sur la ressource et absence de gestion collective et privée.	Amélioration de la qualité de l'eau (protection des points de captage). Baisse possible de la pression sur la ressource.
Décharges sauvages	Pas de collecte des déchets. Accumulation dans les espaces naturels. Pollution des eaux.	Gestion et collecte des déchets dans les communes concernées par l'aire protégée.
Érosion des bassins versants	La déforestation et les pratiques agricoles inadaptées aux zones pentues fragilisent les pentes. Le lessivage et l'appauvrissement des sols peuvent provoquer des glissements de terrain et autres risques en aval et diminuer la fertilité des sols cultivés.	Adaptation des pratiques agricoles (incitation, sensibilisation) au contexte (versants pentus) ou interdiction de l'agriculture dans le Parc et substitution par d'autres activités plus adaptées (sylviculture durable par exemple). Interdiction totale de défricher et stricte régulation des incendies. Gestion des risques pour les populations et régulation des risques en aval.
Changement climatique	Impacts forts du changement climatique sur les écosystèmes, les ressources, les espèces et l'augmentation des risques naturels.	Impacts importants du changement climatique sur les écosystèmes, les ressources, les espèces et l'augmentation des risques naturels mais la gestion mise en place dans le Parc participe à l'atténuation de ces impacts.
Érosion de la biodiversité	Disparition d'espèces animales et végétales, due aux pressions précédemment évoquées (surexploitation des ressources naturelles, pollutions, changement climatique, etc.)	Disparition d'espèces animales et végétales, freinée par la mise en place de mesures de gestion.

4.1.2 Etape 2 : Description de l'évolution des services écosystémiques dans les deux scénarios

La seconde étape de la construction des scénarios est l'attribution de dynamiques d'évolution aux différents services écosystémiques en fonction de chacun des scénarios. Le tableau ci-dessous décrit les pourcentages de variation estimés lors de l'atelier organisé en février 2019 et de la réunion de travail du 15 juin 2019. Durant ces deux étapes, les participants ont imaginé l'évolution de chaque service écosystémique en exprimant leur variation de la manière suivante :

- : légère dégradation du service ; - - : dégradation moyenne du service ; - - - : forte dégradation du service ;

+ : légère amélioration du service ; ++ : amélioration moyenne du service ; +++ : forte amélioration du service ;

= : aucune variation du service.

Nous avons ensuite traduit ces variations en pourcentages, sous forme d'intervalles (ex : -- -> [-40% à -70%]. Le tableau suivant présente l'estimation des évolutions de valeur pour chaque service et chacun des deux scénarios.

Évaluation et suivi des services rendus par les écosystèmes des aires protégées du Grand Sud d'Haïti
Rapport d'évaluation des services écosystémiques Macaya – Aquin Saint Louis

Service	Unités écologiques	Surface considérée (ha)	Scénario 1		Scénario 2	
			Détails	Variation	Situation	Variation
Services d'approvisionnement						
Agroforesterie						
Agroforesterie commerciale	Agriculture	1 123	La conversion de terres vers l’agriculture et la construction d’habitats ne sont pas maîtrisées et dégradent l’environnement. Baisse de la superficie des écosystèmes forestiers. Augmentation de l’agriculture sur les versants et de pratiques inadaptées aux zones pentue au détriment de la fourniture d’autres services.	++ [+40% à +70%]	Substitution de la culture <i>haricot/patate</i> sur les pentes par une activité sylvicole durable (reforestation de 1500ha du parc) Amélioration de la rentabilité de l'agriculture sur les versants (variétés améliorées, gestion de l'eau, engrais, production à contre-saison, développement des filières café et cacao, produits phyto) Mise en place de pratiques agricoles adaptées à l'agriculture sur versants et respectueuses de l'environnement (infiltration de l'eau, lutte contre l'érosion : gestion des résidus, haies vives)	- [-10% à -40%]
Agroforesterie vivrière	Agriculture	1 123	Augmentation de l’agriculture sur les versants et de pratiques inadaptées aux zones pentues.	++ [+40% à +70%]	Substitution de la culture <i>haricot/patate</i> sur les pentes par une activité sylvicole durable (reforestation de 1500ha du parc) Mise en place de pratiques agricoles adaptées à l'agriculture sur versants et respectueuses de l'environnement (infiltration de l'eau, lutte contre l'érosion : gestion des résidus, haies vives)	- [-10% à -40%]
Élevage						
Élevage	Pâtures, Landes et broussailles	5 319,66	Élevage non réglementé : le surpâturage et le piétinement de la végétation fragilisent les versants (perte de végétation) et augmentent les risques en aval.	++ [+40 à +70%]	Amélioration de la durabilité de l'élevage (productivité et rentabilité) : sylvo-pastoralisme Amélioration de la qualité du pâturage : plantation de légumineuses	- [-70% à –100%]
Sylviculture						
Sylviculture (bois d'œuvre)	Forêts	6 604,05	L’abattage des arbres n’est pas maîtrisé et augmente. La ressource disponible diminue et le service fourni par les écosystèmes également.	- [-10% à -40%]	Reforestation avec des espèces à croissance rapide et mise en place d'une exploitation des arbres, création de forêts d'énergie → mise en place de périmètres protégés.	- [-20% à -50%]

Évaluation et suivi des services rendus par les écosystèmes des aires protégées du Grand Sud d'Haïti

Rapport d'évaluation des services écosystémiques Macaya – Aquin Saint Louis

					Mise en place de pépinières gérées durablement. Diminution de l'abattage illégal : renforcement du contrôle environnemental dans le Parc Diminution de la dépendance aux hydrocarbures pour la fourniture en énergie : installation de microcentrales hydroélectriques, subvention d'équipements domestiques de cuisson au gaz propane, développement des énergies renouvelables	
Sylviculture (bois gras)	Forêts	6 604,05	L'abattage des arbres n'est pas maîtrisé et augmente. La ressource disponible diminue et le service fourni par les écosystèmes également	- [-10% à - 40%]	Reforestation avec des espèces à croissance rapide et mise en place d'une exploitation des arbres, création de forêts d'énergie Mise en place de pépinières gérées durablement. Diminution de l'abattage illégal : renforcement du contrôle environnemental dans le Parc Diminution de la dépendance aux hydrocarbures pour la fourniture en énergie : installation de microcentrales hydroélectriques, subvention d'équipements domestiques de cuisson au gaz propane, développement des énergies renouvelables	- [-70% à - 100%]
Apiculture						
Apiculture			Tendance forte à la déforestation et pas d'encouragement au développement d'activités alternatives	- [-10% à - 40%]	Développement d'activités alternatives et augmentation des revenus des agriculteurs (valorisation des produits) – programme de développement de l'apiculture	++ [+40% à + 70%]
Fourniture en eau						
Eau (domestique)	Ensemble écosystèmes	13 590	Stagnation ou diminution du service : - L'infiltration et le ruissellement de l'eau ne sont pas maîtrisés. - Les infrastructures d'approvisionnement sont quasi-inexistantes. Augmentation de la pression sur la ressource	- [-10% à - 40%]	Améliorer la fourniture en eau : reforestation, meilleure infiltration de l'eau par une meilleure gestion des sols en agriculture – protection des sources Construction de citernes Améliorer l'efficacité de la gestion de l'eau utilisée pour l'irrigation (projet HA0016 de la BID dans l'Artibonite)	+ [+10% à + 40%]
Services de régulation						

Évaluation et suivi des services rendus par les écosystèmes des aires protégées du Grand Sud d'Haïti
Rapport d'évaluation des services écosystémiques Macaya – Aquin Saint Louis

Climat global						
Régulation du climat (forêts)	Forêts	6 604,05	Diminution des surfaces forestières donc de la fixation et donc de la séquestration	- [-10% à -40%]	Augmentation de la couverture forestière (1500 ha)	+ [+10% à +40%]
Régulation du climat (landes et pâtures)	Pâtures, Landes et broussailles	5 319,66	Surpâturage donc perte de végétation et diminution de la fixation et de la séquestration	- [-10% à -40%]	Augmentation de la végétation arborée à travers des pratiques sylvopastorales	+ [+10% à +40%]
Régulation du climat (sols cultivés)	Agriculture	1 123		- [-10% à -40%]	Améliorer le stockage de carbone dans le sol grâce à une meilleure gestion des résidus en agriculture	+ [+10 à +40%]
Inondations						
Régulation des inondations	Forêts Agriculture	6 604,05 1 123	Diminution des surfaces forestières et pratiques agricoles inadaptées qui affaiblissent le service.	-- [-40% à -70%]	Augmentation de la couverture forestière (1500 ha) Limitation des risques en aval : construction de micro-retenues dans les ravines et protection des berges, renforcement végétal des berges Prévention des risques : amélioration des systèmes d'annonce des crues (suivis météorologiques et hydrologiques en amont) et du fonctionnement des canaux de drainage Amélioration de l'infiltration de l'eau en adaptant les pratiques agricoles sur les versants	++ [+40% à +70%]
Glissements de terrain						
Prévention des risques d'érosion et de sédimentation	Forêts	6 604,05	Diminution du service de prévention du risque : déforestation et agriculture inadaptée sur les versants qui favorise l'érosion des sols.	-- [-40% à -70%]	Augmentation de la couverture forestière (1500 ha) Limitation des risques en aval : construction de seuils et micro-retenues dans les ravines Amélioration des pratiques agricoles sur les versants et élimination de l'agriculture sur les zones à risque	++ [+40% à +70%]
Sécheresse						

Évaluation et suivi des services rendus par les écosystèmes des aires protégées du Grand Sud d'Haïti

Rapport d'évaluation des services écosystémiques Macaya – Aquin Saint Louis

Prévention de la sécheresse	Forêts	6 604,05	Diminution de la surface forestière augmente la fréquence et/ou l'intensité des épisodes de sécheresse. Conséquences sur les revenus des populations.	- [-10% à -40%]	Augmentation de la couverture forestière (1500 ha) Amélioration de l'infiltration de l'eau en adaptant les pratiques agricoles sur les versants Construction de citernes, de seuils et micro-retenues dans les ravines	+ [+10 à +40%]
Qualité de l'eau						
Régulation de la qualité de l'eau	Forêts	6 604,05	Diminution de la surface forestière -> baisse du service.	= 0%	Augmentation de la couverture forestière (1500 ha), Développer des infrastructures d'assainissement. Potentialités de la phytoépuration (marais filtrants)	+ [0%-10%]
Services de support						
Diversité spécifique	Forêts	6 604,05	Erosion de la biodiversité	- [-10% à -40%]	Erosion de la biodiversité mais augmentation de la couverture forestière (1500 ha), mise en place d'un plan de restauration des habitats dégradés, réintroduction d'espèces ?	= 0%
Services culturels						
Tourisme et activités récréatives	Forêts	6 604,05	Zone peu mise en valeur, sous-exploitation des potentialités touristiques.	= 0%	Améliorer l'attractivité touristique de la région pour développer l'éco-tourisme : - Mise en place d'infrastructures de base et de gestion des déchets - Développement d'infrastructures, d'itinéraires et de points touristiques (postes d'observation ornithologiques) - Formation de guides	+ [+10 à +40%]
Pratiques traditionnelles et religieuses	Forêts, Grottes	6 604,05	Dégradation de la zone et des pratiques culturelles	= 0%	Protection de la zone	0%
Cueillette	Forêts	6 604,05	Dégradation de la zone et des pratiques culturelles	= 0%	Restriction des pratiques	0%

Évaluation et suivi des services rendus par les écosystèmes des aires protégées du Grand Sud d'Haïti

Rapport d'évaluation des services écosystémiques Macaya – Aquin Saint Louis

Recherche	Forêts	6 604,05	Diminution de l'intérêt de la recherche dans le parc du fait de la dégradation des écosystèmes.	= 0%	Développement des partenariats avec des universités et centres de recherche (fort intérêt écologique de la zone : diversité faunistique et floristique, espèces endémiques nombreuses).	++ [+40% à + 70%]
	Forêts	6 604,05				
Sensibilisation	Forêts	6 604,05	Dégradation de la zone et des pratiques de sensibilisation	= 0%	Mise en place de campagnes de sensibilisation pour les populations locales, agriculteurs...	++ [+40% à + 70%]

4.1.3 Estimation des bénéfices de protection du Parc de Macaya

Afin d'estimer ces bénéfices, la valeur actualisée nette (VAN)⁵⁵ pour chacun des scénarios à l'horizon 2030, soit la somme des valeurs économiques actualisées pour la période considérée, est calculée. La différence de VAN entre les deux scénarios est ensuite estimée. Cette différence représente la valeur des bénéfices associés à la préservation des écosystèmes naturels de Macaya. Le tableau ci-dessous expose les différentes valeurs calculées.

Tableau 51 : Valeur des scénarios de protection (Source : auteurs)

Service	VAN Scénario 1 Faible protection	VAN 2 Scénario 2 Protection effective	Différence de valeur entre les deux scénarios	% du total
Services d'approvisionnement				
Agroforesterie commerciale	255 M à 298 M	170 à 198 M	[- 128/-57] M	-3,1
Agroforesterie vivrière	533 à 623 M	356 à 413 M	[-267/-119] M	-6,5
Elevage	251 à 294 M	126 à 145 M	[-168/-106] M	-4,6
Bois d'oeuvre	369 à 431 M	275 à 318 M	[- 156/-51] M	-3,5
Bois énergie- bois gras	4 à 3 M	0,8 à 2,5 M	[-3/ 0,82] M	-0,1
Apiculture	38 à 44 M	56 à 66 M	[13/28] M	0,7
Fourniture d'eau domestique	422 à 489 M	540 à 630 M	[51/209] M	4,4
Fourniture d'eau pour l'irrigation	35 à 40 M	44 à 52 M	[4/17] M	0,4
Services de régulation et de support				
Régulation du climat (forêts)	81 à 94 M	104 à 122 M	[10/40] M	0,8
Régulation du climat (landes et pâtures)	45 à 52 M	57 à 67 M	[5/22] M	0,5
Régulation du climat – séquestration <i>non annualisé</i>	936 à 1 404 M	1 716 à 2 184 M	[312/ 1248] M	26,1
Régulation des inondations	2 562 à 2 963 M	5 115 à 585 M	[1694/3022] M	79
Erosion et sédimentation <i>non annualisé</i>	8 à 16 M	37 à 45 M	[22/37] M	1
Diversité spécifique	317 à 368 M	372 à 387 M	[19/69] M	1,5
Services culturels				
Tourisme	2,6 M	2 à 3 M	[0,132/0,580] M	0,0
Recherche	303 M	372 à 435 M	[69/132] M	3,4
Sensibilisation	0,3 M	396 à 463 M	[73/140] M	0,0
TOTAL	6 801 M à 7 647 M	9 509 à 10 907 M	1861 à 3 260 M	100 %

Les bénéfices de la protection et de la gestion du Parc de Macaya sont estimés entre 1 861 millions de gourdes et 4 106 millions de gourdes pour une projection en 2030, soit entre 155 millions et 342

⁵⁵ Cette VAN est calculée à partir d'un taux d'actualisation, qui prend en compte la dépréciation de la valeur dans le temps et qui varie en fonction du type de bien évalué. Le taux d'actualisation généralement employé dans la littérature pour l'évaluation des services écosystémiques, tant marins que terrestres, est de 4% (van Beukering and Sloomweg, 2008)

millions par an. Convertis en dollars 2018 (en parité de pouvoir d'achat), ces bénéfices liés à la protection de la zone s'élèveraient au total **entre 61 et 135 millions de dollars, soit entre 5,1 et 11, 2 millions de dollars par an.** Les services d'approvisionnement comptent peu dans ces bénéfices : ils seront en effet réduits dans le cadre d'une protection effective du site. Ce sont les services de régulation qui représentent donc la part la plus importante des bénéfices de la protection (notamment régulation des inondations et régulation du climat). Il faut noter que le service de régulation de l'érosion pour le bassin versant n'a pas été annualisé. La forte contribution du Parc de Macaya au maintien des services de régulation et de support met en lumière l'importance de sa présence pour protéger les écosystèmes naturels pour la régulation des risques de l'ensemble du bassin versant.

4.2 Bénéfices associées à la préservation pour l'aire protégée d'Aquin Saint-Louis du Sud

4.2.1 Etape 1 : Evolution des pressions et des menaces dans la zone en fonction des scénarios
La structuration de cette aire protégée étant moins avancée que celle du Parc de Macaya, les actions de gestion à mener et à déployer dans le scénario de gestion effective sont plus ambitieuses. Le tableau ci-dessous décrit les différentes pressions et menaces que l'on peut recenser pour ce site.

Tableau 52 : Description des pressions et des menaces et des réponses apportées par les scénarios de gestion (Source : Auteurs)

Pression/menace	Scénario 1 : « en l'absence de protection »	Scénario 2 : « avec des mesures de protection »
Augmentation de la population et des flux dans la zone	Augmentation de l'ensemble des pressions anthropiques	Encadrement de cette augmentation avec la mise en place de zonages sur la zone et son respect.
Surexploitation des ressources halieutiques	Augmentation de la pression de pêche en grande majorité côtière, qui menace fortement les ressources halieutiques et écosystèmes de mangroves, herbiers et récifs du plateau continental. Pêche des crevettes, lambis et langoustes en période de reproduction.	Réglementation sur les périodes de pêche et les zones de pêche, mise en place de quotas. Incitations et soutien financier pour que la pêche se développe au large de manière durable. Augmentation de certaines ressources halieutiques, adoption de techniques de pêche durables.
Déforestation illégale de la mangrove pour l'approvisionnement en bois et charbon et bois de construction	Abattage non géré de la mangrove pour subvenir aux besoins économiques et de fourniture en énergie et pour la construction. Augmentation de la turbidité des eaux (impacts sur les coraux et les herbiers, diminution de la vitalité corallienne)	Interdiction totale de déforester et mise en place de sources de revenus alternatives pour les ménages actuellement dépendants de ces ressources.
Artificialisation du littoral (urbanisation)	Urbanisation anarchique sur le littoral, qui menace les écosystèmes et expose les populations aux zones à risques.	Réglementation sur les zones constructibles, application du PLU, restauration des écosystèmes dégradés.
Rejets d'eaux usées	Absence de réseaux d'assainissement de l'eau. Contamination des sols, nappes phréatiques et eaux côtières (dégradation des écosystèmes côtiers)	Réalisation d'investissement dans des infrastructures de gestion des eaux.

Évaluation et suivi des services rendus par les écosystèmes des aires protégées du Grand Sud d'Haïti
Rapport d'évaluation des services écosystémiques Macaya – Aquin Saint Louis

Décharges sauvages	Pas de collecte des déchets. Accumulation dans les zones de mangroves. Pollution des eaux, dégradation des écosystèmes côtiers.	Réalisation d'investissement dans des infrastructures de gestion des déchets. Application du plan de gestion des déchets
Changement climatique	Impacts forts du changement climatique sur les écosystèmes, les ressources, les espèces. Augmentation de l'exposition aux risques naturels	Impacts forts du changement climatique sur les écosystèmes, les ressources, les espèces et l'augmentation des risques naturels mais la gestion mise en place au sein de l'aire protégée participe à l'atténuation de ces impacts et à la réduction de l'exposition.
Érosion de la biodiversité	Disparition d'espèces animales et végétales, due aux pressions précédemment évoquées (surexploitation des ressources naturelles, pollutions, changement climatique, etc.)	Impacts sur les espèces animales et végétales, freinée par la mise en place de mesures de gestion.

4.2.1 Etape 2 : description de l'évolution des services pour chacun des scénarios

A la différence des scénarios d'évolution de la fourniture des services écosystémiques pour le parc de Macaya, où les services d'approvisionnement augmentaient à l'horizon 2030 dans le scénario de faible protection et baissaient dans celui de protection effective, pour l'aire protégée d'Aquin Saint-Louis du Sud, les services d'approvisionnement sont favorisés dans le scénario de gestion effective. En effet, les actions de gestion vont permettre une meilleure protection des ressources halieutiques et donc favoriser sur le long terme les activités de pêche commerciale et pêche vivrière. A contrario, l'absence de gestion accélère la dégradation des écosystèmes naturels et peut affecter leur capacité à fournir des services d'approvisionnement à l'ensemble de la population.

De manière similaire à Macaya cependant, les services de régulation sont plus importants dans le cadre du scénario de gestion effective. Le service de régulation du climat assuré par les herbiers et les récifs coralliens sont toutefois affectés par la tendance lourde que représente le changement climatique et évolue donc à la baisse, même dans le cadre du scénario de protection effective.

Évaluation et suivi des services rendus par les écosystèmes des aires protégées du Grand Sud d'Haïti
Rapport d'évaluation des services écosystémiques Macaya – Aquin Saint Louis

Service	Unités écologiques	Surface considérée (ha)	Scénario 1		Scénario 2	
			Détails (contexte et actions)	Variation	Détails (contexte et actions)	Variation
Services d'approvisionnement						
Pêche						
Pêche commerciale	Mangroves, Herbiers	Ensemble du plateau	Surexploitation des ressources du plateau continental donc diminution des ressources halieutiques (-> pertes de rendements donc de revenus) et dégradation des écosystèmes de mangroves, d’herbiers et de récifs.	- [-10% à -40%]	Augmentation des revenus : formation des pêcheurs à d'autres techniques (casiers par exemple) Diminution de la pression sur le plateau et augmentation de la quantité pêchée : recul des zones de pêche (installation de DCP)	+ [+10% à + 40%]
Pêche vivrière	Mangroves, Herbiers	Ensemble du plateau	Surexploitation des ressources du plateau continental donc diminution des ressources halieutiques (-> pertes de rendements donc de revenus) et dégradation des écosystèmes de mangroves, d’herbiers et de récifs.	- [-10% à -40%]	Augmentation des revenus : formation des pêcheurs à d'autres techniques (casiers par exemple) Diminution de la pression sur le plateau et augmentation de la quantité pêchée : recul des zones de pêche (installation de DCP)	++ [+40% à + 70%]
Saliculture	Marais salant	180	Dégradation du marais salant et déclin de l’activité	- [-10% à -40%]	Dégradation progressive du marais salant et déclin de l’activité, accompagnée par l’aire protégée	++ [+10% à + 40%]
Apiculture	Mangroves	1 200 ruches	Diminution de la production du fait de la dégradation des mangroves, support de ce service.	- [-10% à -40%]	Développement de l'apiculture (bayahonde), valorisation la filière en augmentant le nombre de ruches et la valeur ajoutée des produits.	++ [+40% à + 70%]
Services de régulation						
Climat global						

Évaluation et suivi des services rendus par les écosystèmes des aires protégées du Grand Sud d'Haïti

Rapport d'évaluation des services écosystémiques Macaya – Aquin Saint Louis

Régulation du climat (mangroves) – fixation et séquestration	Mangroves	341,67	Dégradation des écosystèmes de mangroves donc diminution de la fixation et de la séquestration de carbone.	- [-10% à -40%]	Replantation de palétuviers et mécanismes incitatifs pour sa protection- restauration des mangroves	+ [+10% à +40%]
Régulation du climat (récifs coralliens) - fixation	Récifs Coralliens	2 224,27	Dégradation de l'état de santé des récifs	- [-20% à -50%]	Dégradation (tendance lourde liée au changement climatique), atténuée par des actions de préservation de l'aire protégée	- [-10% à -40%]
Régulation du climat (herbiers) – fixation et séquestration	Herbiers	822,64	Dégradation des écosystèmes d'herbiers donc diminution de la fixation et de la séquestration de carbone.	= 0%	Pas de variation (bilan carbone des herbiers à l'équilibre)	= 0%
Régulation du climat (marais salant) - fixation	Marais Salant	180	Dégradation	- [-20% à -50%]	Dégradation (tendance lourde liée au changement climatique)	- [-10% à -40%]
Protection côtière						
Protection côtière	Mangroves, Herbiers, Récifs coralliens	3 388,58	Diminution du service : urbanisation sauvage sur les côtes et perte des écosystèmes protecteurs.	-- [-40% à -70%]	Restauration des mangroves Diminution des enjeux sur les côtes à travers un Programme d'aménagement de l'habitat qui limiterait la construction anarchique	+ [+10% à +40%]
Qualité de l'eau						
Régulation qualité de l'eau (mangroves)	Mangroves	341,67	Diminution du service car dégradation des mangroves.	- [-10% à -40%]	Replantation de palétuviers et mécanismes incitatifs pour sa protection, restauration des mangroves.	+ [0 à 10%]
Régulation qualité de l'eau (herbiers)	Herbiers	822,64	Diminution du service car dégradation des herbiers.	- [-10% à -40%]	Pas d'évolution du service	= 0%
Services de support						

Évaluation et suivi des services rendus par les écosystèmes des aires protégées du Grand Sud d'Haïti
Rapport d'évaluation des services écosystémiques Macaya – Aquin Saint Louis

Diversité spécifique	Mangroves, Herbiers, Récifs coralliens	3 388,58	Erosion de la biodiversité	- [-20% à -50%]	Erosion de la biodiversité - Restauration des écosystèmes et de leur connectivité.	+ [0 à 10%]
Production halieutique primaire	Mangroves, Herbiers, Récifs coralliens	3 388,58	Diminution de la production du fait de la dégradation des écosystèmes et de la perte de connectivité entre eux.	-- [-40% à - 70%]	Restauration des écosystèmes et de leur connectivité	+ [0 à 10%]
Services culturels						
Tourisme	Mangroves, Herbiers, Récifs coralliens	3 388,58	Sous-exploitation des potentialités touristiques de la région. Affaiblissement du secteur déjà faible du fait de la perte d'attractivité (dégradation des écosystèmes).	- [-10% à 0%]	Améliorer l'attractivité touristique de la région : Gestion des déchets solides, Construction d'infrastructures touristiques	+ [0 à 10%]
Recherche et bio prospection	Récifs coralliens	2 224,27	Diminution de l'intérêt de la recherche dans la zone du fait de la dégradation des écosystèmes.	= 0%	Développement des partenariats avec des universités et centres de recherche (fort intérêt écologique de la zone : biodiversité, potentialités des coraux...)	+ [+20% à + 50%]
Sensibilisation	Mangroves	341,67	Pas de sensibilisation	= 0%	Sensibilisation des populations : - Programmes de sensibilisation sur la gestion de l'eau - Stratégie d'éducation environnementale	+ [+70% à + 100%]

4.2.3 Estimation des bénéfices de la protection de l'aire d'Aquin Saint-Louis du Sud

La même méthode que celle utilisée pour le Parc de Macaya est mobilisée ici pour évaluer les bénéfices de la protection. Le tableau ci-dessous expose les différentes valeurs calculées. Certains services décrits plus haut (services culturels notamment) n'apparaissent pas dans le tableau car ils n'ont pu être quantifiés au cours de l'étude.

Tableau 53: Valeur des scénarios de protection (Source : auteurs)

Service	VAN Scénario 1 Faible protection	VAN 2 Scénario 2 Protection effective	Différence de valeur entre les deux scénarios	% du total
Services d'approvisionnement				
Pêche commerciale	685 M à 795 M	878 à 1 025 M	[84/339] M	20%
Pêche vivrière	156 à 181 M	233 à 274 M	[52/117] M	8%
Saliculture	37 à 44 M	48 à 56 M	[4,6/18] M	1,1 %
Apiculture	26 à 30 M	39 à 45 M	[8,7/19] M	1,3%
Services de régulation et de support				
Régulation du climat (mangrove – fixation)	30 à 34 M	34 à 39 M	[3,2/5,6] M	0,4%
Régulation du climat (mangrove – séquestration) non annualisé	3,1 à 3,8 M	3,8 à 4,8 M	[0,69/1,04] M	0,1%
Régulation du climat (herbiers – séquestration)	5,8 à 5,8 M	4,8 à 5,9 M	0	0%
Régulation du climat (récifs)	43 à 49 M	44,6 à 51,8 M	[2 111/ 2 510] M	0,22%
Régulation du climat – marais salants	4,5 à 5,2 M	4,8 à 5,5 M	[225/267] M	0,02%
Protection côtière	1 055 à 1 218 M	1 561 à 1821 M	[343/766] M	53%
Régulation de la qualité de l'eau - mangroves	70 à 80 M	85 à 89 M	[4,1/19,6] M	1,1%
Régulation de la qualité de l'eau - herbiers	53 à 62 M	65 M	[3,2/11,7] M	0,7%
Production halieutique	391 à 451 M	550 à 578 M	[99/188] M	14%
Services culturels				
Tourisme	1,5 à 1,6 M	1,6 à 7 M	[78/83] M	0,06
TOTAL	2 566 M à 2 957 M	3 564 à 4 055 M	606 à 1 488 M	100 %

Les bénéfices de la protection et de la gestion de l'aire protégée d'Aquin Saint-Louis du Sud sont estimés entre **606 millions de gourdes et 1 488 millions de gourdes pour une projection en 2030, soit entre 50,5 millions et 124 millions par an**. Convertis en dollars 2018, ces bénéfices liés à la protection de la zone s'élèveraient **au total entre 19,8 et 48,8 millions de dollars, soit entre 1,7 et 4,1 millions de dollars par an**. Les services d'approvisionnement comptent pour 20 % dans ces bénéfices. **Ce sont les services de régulation qui représentent donc la part la plus importante des bénéfices de la protection, et notamment le service de protection côtière**. La forte contribution du Parc de Macaya au maintien des services de régulation et de support met en lumière l'importance de sa présence pour protéger les écosystèmes naturels pour la régulation des risques de l'ensemble du bassin versant.

Enseignements de l'évaluation

Les écosystèmes des aires protégées du Sud d'Haïti sont soumis à de fortes pressions telles que l'érosion, l'intensification des événements climatiques extrêmes, la pollution ou la déforestation. **Le maintien des services qu'ils fournissent est donc un enjeu majeur et doit passer par la gestion durable des écosystèmes naturels.** Pour cela, il est important de tenir compte des effets de concurrence peuvent exister entre services. Notamment, **les services d'approvisionnement génèrent des bénéfices économiques à travers des activités d'exploitation mais peuvent entraîner des destructions d'écosystèmes**, ce qui met en danger à la fois la pérennité de ces activités et le maintien des autres services fournis (régulation, support, culturels).

Il faut également mesurer **l'importance de prendre des mesures en amont visant à préserver les écosystèmes plutôt que de mettre en place des mesures de restauration à la suite de leur destruction.** En effet, la restauration écologique aussi bien que la mise en place d'infrastructures de substitution sont la plupart du temps onéreuses et difficiles à mettre en œuvre. L'efficacité des solutions artificielles est souvent inférieure à celle des écosystèmes naturels (solutions fondées sur la nature) du fait de la difficulté à trouver les solutions techniques nécessaires pour répondre aux besoins. Les solutions fondées sur la nature sont de plus des actions sans regrets et apportant une grande diversité de bénéfices.

Il est cependant important de noter que la valeur des écosystèmes ne se limite pas aux estimations réalisées dans le cadre de cette étude. En effet, les valeurs de non-usage (de leg et d'existence) en particulier n'ont pas été estimées du fait des controverses sur la fiabilité des méthodes utilisées, et les calculs effectués fournissent la plupart du temps des estimations basses. Les résultats obtenus pour l'évaluation des services écosystémiques de nos zones d'études doivent donc être considérées comme des **valeurs minimales**. De plus, la qualité hétérogène des données disponibles (temporalité, sources, valeurs identifiées, etc.) est à l'origine des difficultés rencontrées dans l'évaluation de certains services et des limites associées aux valeurs calculées pour ces services.

Par ailleurs, le **contexte socio-économique** haïtien fournit un **cadre différent** de ceux dans lesquels s'inscrivent habituellement les évaluations économiques : forte dépendance des populations aux écosystèmes, importance de la production vivrière non marchande, faible niveau de développement en termes d'infrastructures, et sous-exploitation de certaines potentialités (tourisme). Certains services n'ont ainsi pu être évalués de manière complète et le manque de données a parfois conduit à mobiliser des valeurs de transfert, donnant des résultats moins pertinents.

En outre, le niveau de vie (PIB/habitant) étant bas, les résultats de l'évaluation peuvent donner des valeurs liées aux écosystèmes plus faibles que celles qui seraient obtenues dans d'autres pays. Pourtant, les écosystèmes haïtiens ne revêtent pas une importance moindre.

Bibliographie

- AECOM, 2014. Micro-centrales Ravine du Sud et Lower Saut-Mathurine, Etude d'impact environnemental et social.
- AECOM, MARNDR, PMDN, 2015a. Réalisation des études préparatoires pour des investissements en infrastructures de protection des bassins versants de la Grande Rivière du Nord, Cavaillon, Ravine du Sud, Artibonite et Acul Dubreuil. Premier Rapport. (No. 1).
- AECOM, PMDN (Programme de Mitigation des Désastres Naturels), MARNDR, 2015b. Réalisation des études préparatoires pour des investissements en infrastructures de protection des bassins versants de la Grande Rivière du Nord, Cavaillon, Ravine du Sud, Artibonite et Acul Dubreuil. Deuxième Rapport. (No. 2).
- Agreer, 2017. 'Identification et caractérisation des principaux actifs socioéconomiques (infrastructures, activités économiques telles qu'agriculture, pêche, etc.) et des populations de la commune d'Aquin et de la zone de Lozandye.
- AgriSud, 2017. Diagnostic de la situation agricole et du contexte socio-économique dans le département du Sud après l'Ouragan Matthew en Haïti.
- Allison, E-H, Perry, A.L., Badjeck, M.-C., Adger, W.-N., Brown, K., Conway, D., Halls, A.S., Pilling, G.-M., Reynolds, J.D., Andrew, N.-L., Dulvy, N.-K., 2008. Vulnerability of national economies to the impacts of climate change on fisheries, in: Fish and Fisheries. pp. 173–196.
- Alongi, D., 2009. Paradigm shifts in mangrove biology, in: Coastal Wetlands : An Integrated Ecosystem Approach. Perillo, G.M.E., Wolanski, E., Cahoon, D.R., Brinson, M.M., Amsterdam, pp. 615–640.
- AMAGA, 2011. Plan stratégique de développement agricole et rural du département de la Grand'Anse.
- Argotty, F., Brenes, C., Venegas, G., Zamora, J.C., Schlesinger, P., Imbach, P., 2016. Cartographie préliminaire de l'utilisation et la couverture terrestre, PNN Macaya et les régions avoisinantes, Département du Sud, Haïti, 2001-2016 (Rapport technique). CATIE, Turrialba.
- Astee, Chocat, B., Onema, 2013. Ingénierie écologique appliquée aux milieux aquatiques. Pourquoi ? Comment ?
- Audebert, C., 2017. La diaspora haïtienne : territoires migratoires et réseaux transnationaux, PUR (Presses universitaires de Rennes). ed.
- Audubon, 2016. Programme de protection durable des terres des hauts bassins versants du Sud-Ouest d'Haïti, Rapport d'activités. GEF.
- Audubon, 2006. Expédition scientifique dans la réserve de la biosphère de Macaya.
- AVSI, Orioli, L., 2012. Analyse et étude du contexte socio-économique et environnemental du Parc National de Macaya- Haïti. AVSI.
- Barbier E., 2016. The protective service of mangrove ecosystems : A review of valuation methods Marine Pollution Bulletin special issue: "Turning the tide on mangrove loss." Elsevier 6.
- Beck, M.W., Heck, K.L., Able, K.W., Childers, D.L., Eggleston, D.B., Gillanders, B.M., Halpern, B., Hays, C.G., Hoshino, K., Minello, T.J., Orth, R.J., Sheridan, P.F., Weinstein, M.P., 2001. The Identification, Conservation, and Management of Estuarine and Marine Nurseries for Fish and Invertebrates. BioScience 51, 633–641. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2001\)051\[0633:TICAMO\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2001)051[0633:TICAMO]2.0.CO;2)
- Bellande, A., 2009a. Impact socioéconomique de la dégradation des terres en Haïti et interventions pour la réhabilitation du milieu cultivé. CEPAL; UNDP, Chili.
- Bellande, A., 2009b. Modes d'exploitation du milieu et propositions d'interventions pour une agriculture durable et rentable dans l'aire du parc Macaya. Banque Interaméricaine de développement - Ministère de l'environnement.

- Bellande, A., 2009c. Modes d'exploitation du milieu et propositions d'interventions pour une agriculture durable et rentable dans l'aire de Macaya.
- Benoit-Cattin, M., 2016. L'agriculture dans l'économie globale haïtienne : une vue d'ensemble.
- Binet, T., Borot de Battisti, A., Failler, P., Maréchal, J.-P., 2013a. Valeur économique totale des écosystèmes marins et côtiers de la future aire marine protégée régionale du Prêcheur (Martinique). *Etudes caribéennes* 26.
- Binet, T., Failler, P., Jean-Philippe Maréchal, 2013b. Services écologiques des écosystèmes du Parc national de Guadeloupe : identification et évaluation économique.
<https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2176.2720>
- Bouvard, Degroote, Devienne, 2014. Stratégies paysannes de lutte contre la pauvreté et recherche de sources de revenus complémentaires, vers la pluriactivité. *Field Actions Science Reports*, Haïti : Innovations locales, clés pour un développement durable et inclusif.
- Brandon, K., 2014. Ecosystem Services from Tropical Forests : Review of Current Science (No. CGD Working Paper 380). Center for Global Development, Biodiversity and Conservation, American Museum of Natural History, Washington DC.
- Brangeon, 2015. La gestion des déchets des acteurs de l'aide, étude de cas : Haïti. *Observatoire de l'URD (Urgence Réhabilitation Développement)*.
- Brenes, C., Corrales, L., Fung, E., Guerrero, A., 2017. Rapport technique - Cartographie de la couverture et de l'occupation de sol et l'impact de l'ouragan Matthew sur la conservation de carbone dans la couverture forestière du PNN Macaya et des zones avoisinantes.
- Burke, L., Cooper, E., Wielgus, J., Torres, R., 2010. Coastal capital : Economic Valuation of Coral Reefs in the Dominican Republic.
- Burke, L., Perry, A., Reyntar, K., Spalding, M., 2011. *Reefs at Risk Revisited*, World Resources Institute. ed.
- Burke, L., Prager, D., Cooper, E., 2008. Coastal Capital: Economic Valuation of Coral Reefs in Tobago and St. Lucia.
- Canova, M., Gaucher, B., 1991. Note sur l'apiculture et les abeilles africanisées en Guyane française. *Revue Elev. Méd. vét, Productions et industries animales* 497–500.
- CDB, 2016. Cinquième rapport national de la république d'Haïti sur la mise en oeuvre de la convention sur la diversité biologique.
- CDB, 2001. The Value of Forest Ecosystems. Secretariat of the Convention on Biological Diversity.
- CDMP, 2010. Atlas of Probable Storm Effects in the Caribbean Sea.
- Chevassus-au-Louis, B., Salles, J.-M., Pujol, J.-L., Bielsa, S., Martin, G., Richard, D., 2009. Approche économique de la biodiversité et des services liés aux écosystèmes - Contribution à la décision publique.
- Churches, C., Wampler, P., Sun, W., Smith, A., 2014. Evaluation of forest cover estimates on Haiti using supervised classification of Landsat data.
- Ciais, P., Soussana, J., Vuichard, N., 2010. The greenhouse gas balance of European grasslands. *Biogeosciences* 5997–6050.
- CIAT, 2016. Atlas des menaces naturelles en Haïti.
- CIAT, 2010. Vers une gestion intégrée des bassins versants en Haïti. Port-au-Prince.
- CIAT, Haiti Primature, 2014. Haïti Demain, Grand Sud, Objectifs et stratégies territoriales pour la reconstruction. Etude sur la Résilience de la Ville des Cayes face au risque d'Inondations.
- Civil-Blanc, E., 2007. Evaluation économique des systèmes agroforestiers en Haïti, Etude de cas de Petite Rivière de Nippes (Maîtrise en Agroforesterie). Laval, Québec.
- Cooper, E., Burke, L., Bood, N., 2009. Coastal capital : Belize. The economic contribution of Belize's coral reefs and mangroves. World Resources Institute (WRI), Washington DC.
- Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R., Paruelo, J., Raskin, R., Sutton, P., van den Belt, M., 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387, 253–260.
- CSI, 2015. Résultat de la mission exploratoire post-capture en Haïti.

- Damais, G., de Verdilhac, P., Simon, A., Célestin, D., 2007. Etude de la filière pêche en Haïti et propositions de stratégie d'appui au secteur.
- de Groot, R., Brander, L., van der Ploeg, S., Costanza, R., Bernard, F., Braat, L., 2012. Global estimates of the value of ecosystems and their services in monetary units.
<https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2012.07.005>
- Dirberg, G., 2015. Rapport bibliographique pour la mise en place d'un indicateur mangrove dans le cadre de la DCE Eaux littorales dans les DOM.
- Doreus, G., 2012. Production et productivité du manguier en Haïti, étude de cas : Marigot, une petite région agricole du Sud-Est. Montpellier SupAgro.
- Enechi, O.C., Peter Chibuikwe, D., Ugwu Okechukwu, P.C., Udeh Sylvester, M.C., Omeh Yusuf, S., 2013. Evaluation of the nutritional potential of Ceiba pentandra leaves.
- Faire de l'écotourisme dans le Parc Macaya, 2017. . Blog PNNM. URL
http://parcmacaya.ht/listing.php?id=8&n=Faire_de_l%27%C3%A9cotourisme_dans_le_Parc_Macaya
- FAO, 2005a. The World's mangrove, 1980-2005.
- FAO, 2005b. Evaluation des ressources forestières mondiales, étude thématique sur les mangroves : Haïti.
- Ferrario, F., Beck, M.W., Storlazzi, C.D., Micheli, F., Shepard, C.C., Airoidi, L., 2014. . Nat. Commun. 9.
<https://doi.org/10.1038/ncomms4794>
- FEWS, 2018. Perspectives sur la sécurité alimentaire à Haïti, La campagne de printemps 2018 comprise du fait de la sécheresse.
- FFEM, 2015. Les écosystèmes marins dans la régulation du climat. Fonds Français pour l'Environnement Mondial, Paris.
- FFEM, 2012. Développement de l'apiculture dans les zones de mangroves mise en défens.
- Fiquepron, J., Garcia, S., Stenger, A., 2008. Mesure de l'impact de la forêt sur le prix et la qualité de l'eau à l'échelle d'un territoire. INRA, SFER, CIRAD, Lille, France.
- Florida Museum of Natural History, 2017. University of Florida Herbarium Collections Catalog [WWW Document]. URL
https://www.floridamuseum.ufl.edu/scripts/dbs/herbs_project/herbsproject/herbs_pub_proc.asp?locname=Parc%20Macaya&MaxRecords=100&output_style=Report_type&FamSys=A&trys=2&sort_type=family,genus,species,infracode,country,state,county
- Fondation Macaya pour le Développement Local, 2017. Note - Une expérience communautaire qui compte dans la foulée des incertitudes de conservation, de surveillance et de contrôle des ressources naturelles du Parc National Naturel Macaya après le cyclone Matthew.
- Fonseca, M., Cahalan, J., 1992. A preliminary evaluation of wave attenuation by four species of seagrass 12.
- Ganguly, D., 2018. Valuing the carbon sequestration regulation service by seagrass ecosystems of Palk Bay and Chilika, India. Ocean Coast. Manag. 159.
- Guillande, R., 2015. Caractérisation et cartographie du risque inondation et de submersion marine sur l'agglomération de Cap-Haïtien, Restitution Port-au-Prince.
- Hamilton, S., Snedaker, C., 1984. Honey Production Techniques in Mangrove Environments, in: Handbook for Mangrove Area Management, IUCNR, UNEP. pp. 30–37.
- Henry, Francesetti, 2010. Projet de développement de pêche au Nord d'Haïti. Terres et îles d'espérance.
- I4CE, 2017. Panorama mondial des prix du carbone en 2017.
- IFRECOR, 2010a. Ecosystème coralliens de Nouvelle-Calédonie. Valeur économique des services écosystémiques. Partie I: Valeur financière (Ifrecor).
- IFRECOR, 2010b. Récifs coralliens, mangroves et herbiers de Martinique : valeur économique des services écosystémiques. Chapitre I et II : Valeurs d'usages directs et indirects (Rapport final). Direction régionale de l'environnement Martinique, Fort-de-France.

- IGNFI, 2016. Rapport final portant sur l'étude des potentiels de stockage en carbone des mangroves en Haïti. IGNFI, BID.
- IHSI, 2016. Les comptes économiques en 2016 (Estimations préliminaires). Ministère de l'économie et des finances.
- IHSI, 2015. Population totale, de 18 ans et plus, ménages et densités estimés en 2015.
- IHSI, 2003. Enquête sur les conditions de vie en Haïti. Ministère de l'économie et des finances.
- Inter-Agency Standing Committee, European Commission, 2018. INFORM Country Risk Profile [WWW Document]. URL http://www.inform-index.org/Portals/0/InfoRM/2018/Country_Profiles/HTI.pdf
- IREED, GRET, 2017. Renforcement de la capacité de la DINEPA dans la mise en oeuvre de la stratégie de réforme du secteur de l'eau et de l'assainissement. Evaluation de la durabilité financière du secteur de l'eau et de l'assainissement en Haïti.
- Jadot, C., 2016. La mangrove, un écosystème au service de l'homme (Technical report).
- Jean Louis, S., 2018. Pic Macaya, le géant endormi qui pourrait faire renaître la péninsule Sud-Ouest d'Haïti. Haïti Prog.
- Jessamine, PNUD/SNAP, 2013. Financement des aires protégées d'Haïti : Tourisme durable comme outil de financement des aires protégées d'Haïti. GEF.
- Karmalkar, A., Bradley, R., Diaz, H., 2012. Regional Hydrological Response to Climate Change in Mexico and Central America. Am. Geophys. Union Fall Meet.
- Khali Issa, L., Ben Hammam Lech-Hab, K., Raissouni, A., El Arrim, A., 2016. Cartographie Quantitative du Risque d'Erosion des Sols par Approche SIG/USLE au niveau du Bassin Versant Kalaya (Maroc Nord Occidental). JMES.
- Kolbe, A., Brookes, K., Muggah, R., 2013. Is Tourism Haiti's Magic Bullet ? An Empirical Treatment of Haiti's tourism Potential.
- Kormann, U., Scherber, C., 2016. Corridors restore animal-mediated pollination in fragmented tropical forest landscapes. Proc. R. Soc. B.
- Lal, P., 2003. Economic valuation of mangroves and decision-making in the Pacific. Ocean Coast. Manag. 46, 823–844. [https://doi.org/10.1016/S0964-5691\(03\)00062-0](https://doi.org/10.1016/S0964-5691(03)00062-0)
- Lang, M., Claudet, R., 2005. Les échelles de gravité sur les inondations : réflexion nationale et exemple dans l'Hérault. Houille Blanche - Rev. Int. Eau 52–59.
- Le Coq, J.-F., Serpantié, G., Andriamahefazafy, F., Saenz-Segura, F., 2016. Les éco-certifications, des dispositifs en faveur des services écosystémiques ?, in: Les Services Écosystémiques, Repenser Les Relations Entre Nature et Société, Nature et Société. Quae, pp. 213–247.
- Le Moniteur, CIAT, 2013. Etats des lieux des aires protégées d'Haïti.
- Le Nouvelliste, 2015. "Extinction en cours": une course contre la montre pour les grenouilles en Haïti.
- Le Nouvelliste, 2014. Le Mapou, reposoir des esprits. Le Nouvelliste.
- Leal, J., Echeverria, J., Stervins, A., 2009. Etude des impacts socioéconomiques des changements climatiques en Haïti et réponses d'adaptation. MDE, Commission économique pour l'Amérique Latine et les Caraïbes, PNUD.
- Lee, S.Y., Primavera, J.H., Dahdouh-Guebas, F., McKee, K., Bosire, J.O., Cannicci, S., Diele, K., Fromard, F., Koedam, N., Marchand, C., Mendelssohn, I., Mukherjee, N., Record, S., 2014. Ecological role and services of tropical mangrove ecosystems: a reassessment: Reassessment of mangrove ecosystem services. Glob. Ecol. Biogeogr. 23, 726–743. <https://doi.org/10.1111/geb.12155>
- Lentini, A., Di Cecco, M., 2012. Rapport final d'évaluation technique des menaces naturelles des communes de Jacmel, Petit Goâve, Grand Goâve (Haïti).
- Les grottes d'Haïti, 2016. Programme de valorisation du patrimoine souterrain d'Haïti. URL <http://grottesdhaïti.org/le-projet.html>
- Lorin, T., El-Shafey, A., 2018. Impact des activités humaines sur l'érosion littorale [WWW Document]. Planet Terre ENS Lyon. URL <http://planet-terre.ens-lyon.fr/article/erosion-littorale.xml#eau-monte>

- Lundy, P.P., 2010. Filières agricoles à Gros-Morne : Diagnostic et analyse de la situation des producteurs agricoles, KNFP.
- Maertens, L., Stork, A., 2018. Qui déforeste en Haïti ? Pour un nouveau regard sur le charbon de bois et la déforestation.
- MARNDR, 2010a. Plan d'investissement pour la croissance du secteur agricole - Production et développement des filières. (No. Annexe 4-Composante aquaculture et pêche).
- MARNDR, 2010b. Programme de développement de l'apiculture en Haïti.
- Martin, F., Cooper, M., 1981. A Comparison of Fish Faunas Found in Pure Stands of Two Tropical Atlantic Seagrasses, *Thalassia testudinum* and *Syringodium filiforme*. Northeast Gulf Sci. 5.
- Marzo, Backiny-Yetna, Garbiras, 2014. Pauvreté à Haïti, éléments méthodologiques.
- Maturana, V., Philippe, E.C., Galleguillos, C., Benegas, L., 2017. Synthèse pour décisions : L'importance de la dimension culturelle pour la génération de stratégies de reboisement avec le Mapou (*Ceiba pentandra*) et le Mapou blanc (*Neobuchi paulinae*), espèce monotypique et endémique, pour la conservation de l'eau en Haïti.
- McClintock, N., 2003. Agroforestry and sustainable resource conservation in Haiti : a case study.
- McIvor, A., Möller, I., Spencer, T., Spalding, M., 2012. Reduction of Wind and Swell Waves by Mangroves (No. ISSN 2050-7941), Natural Coastal Protection Series. TNC, University of Cambridge, CCRU, Wetlands International, Cambridge.
- MDE, 2018. Création du système d'information environnementale (SIE).
- MDE, 2016. Plan de gestion de la mangrove et de la forêt sèche dans le département du Sud, Unité Hydrographique Aquin-Saint Louis du Sud.
- MDE, 2015. Plan de gestion 2015-2020, Parc Naturel de Macaya.
- MDE, 2011. Etude sur la flore et la faune St Louis Aquin.
- MDE, ANAP, UNEP, GEF, SCDB, 2016. Cinquième rapport national de la République d'Haïti sur la mise en oeuvre de la convention sur la diversité biologique (Rapport final). Gouvernement de la République d'Haïti.
- MDE, PNUD, 2011. Plan de cogestion de l'unité hydrographique Aquin/Saint-Louis du Sud.
- Mentor, B., 2017. Une expérience communautaire qui compte dans la foulée des incertitudes de conservation, de surveillance et de contrôle des ressources naturelles du Parc National Naturel Macaya après le cyclone Matthew.
- Mer Sud, C.S.I., Cheramy, J.-F., Pardo, M., Noel, D., 2011. Inventaire préliminaire du secteur pêche.
- Méral, P., Pesche, D., 2016. Les services écosystémiques, repenser les relations nature et société, Nature et Société. Quae.
- Merat, P.J., 2012. Forêts, évangélismes et aides humanitaires post-sismique en Haïti : des liaisons dangereuses. VertigO - Rev. Électronique En Sci. Environ. Hors Série.
- Milcu, A.I., Hanspach, J., Abson, D., Fischer, J., 2013. Cultural Ecosystem Services : A Literature Review and Prospects for Future Research.
- Ministère de l'Agriculture, des ressources naturelles et du développement rural, Unité de statistique agricole et informatique, 2018. Recensement national de la pêche artisanale - Rapport Phase 1.
- Ministère du tourisme, 2016. Evaluation des besoins post-cyclone Mathieu - Secteur tourisme.
- Mora, S., Roumagnac, A., Asté, J.-P., Calais, E., Haase, J., Saborio, J., Marcello, M., Milcé, J.-E., Zahibo, N., 2010. Analysis of Multiple Natural Hazards in Haiti (NATHAT). government of Haiti, Port-au-Prince, Haïti.
- Muet, P., Vier, E., 2011. Stratégies de protection des ressources karstiques utilisées pour l'eau potable - Guide pratique.
- Mugnier, A., Cassagne, B., 2009. Préparation du projet intégral HA-X1002 du GEF "Aménagement du territoire durable dans les bassins versants en amont dans le Sud-ouest d'Haïti". Méthodologie et ligne de base pour le monitoring et la séquestration de carbone et éviter les émissions de GES. Rapport final.
- Noel, A., 2018. Un million d'arbres pour le château d'eau de Macaya. Le Nouvelliste.

- Office International de l'eau, 2016. Evaluation de la mise en oeuvre de la réforme du secteur eau potable et assainissement en Haïti et préparation du plan d'action (Rapport diagnostic). DINEPA.
- OMS, 2013. How much water is needed in emergencies, Technical notes on drinking-water, sanitation and hygiene in emergencies.
- PADI, CSI, TNC, 2012. Evaluation de la situation de la Pêche sur la Côte Sud d'Haïti, enquête socio-économique.
- Parc National Naturel Macaya [WWW Document], 2017. URL parcmacaya.ht
- Perrot-Maitre, D., Meyers, D., 2014. Projet : Etablissement d'un Système National d'Aires Protégées financièrement soutenable (SNAP). Evaluation économique des aires protégées prioritaires d'Haïti. PNUD/SNAP.
- Petit, E., DINEPA, 2014. Etat des lieux du droit à l'eau en Haïti : quels accès à l'eau et à l'assainissement ?
- Pimentel, D., Harvey, C., Resosudarmo, P., Sinclair, K., Kurz, D., McNair, M., Crist, S., Shpritz, L., Fitton, L., Saffouri, R., Blair, R., 1995. Environmental and economic costs of soil erosion and conservation benefits. *Science* 267.
- Planete Haiti, 2018. "Combats de coqs en Haïti" et "Sculpture et peinture haïtienne." URL <http://planetehaiti.com/combats-de-coqs-en-haiti/>
- PNUD, 2012. Plan stratégique de développement : Haïti, pays émergent en 2030.
- PNUD, 2006. Etat des lieux du Système National d'Aires Protégées.
- PNUD, 1991. Disponibilités en eau et adéquation aux besoins, Région Sud-Ouest (No. Volume 4), Développement et gestion des ressources en eau.
- PNUD, GEF, 2014. Establishing a financially sustainable National Protected Areas System.
- PNUE, 2013. Fiche d'information sur le projet ECO-RRC. Haïti.
- PNUE Haïti, 2016a. Haïti - Chaînes d'approvisionnement du charbon de bois et du bois de feu dans le Département du Sud.
- PNUE Haïti, 2016b. Projet du MAE norvégien sur la chaîne d'approvisionnement du bois energetique.
- PNUE Haïti, 2016c. Chaînes d'approvisionnement du charbon de bois et du bois de feu dans le Département du Sud.
- Pointl, J., Anand, G.K., Day, L., Marin, J., 2012. Une approche en réseau vers un tourisme durable - Destination Haïti. The Trustees of Columbia University in the City of New York.
- Pressoir, G., Marzin, J., Giordano, 2016. Une étude exhaustive et stratégique du secteur agricole/rural haïtien et des investissements requis pour son développement.
- Redon, M., 2012. Gaguère (combat de coq) et borlette (loterie) : Quels enseignements sur Haïti ? *Géographie Cult.* 97–120.
- Rey, F., Ballais, J.-L., Marre, A., Rovéra, G., 2004. Rôle de la végétation dans la protection contre l'érosion hydrique de surface. *Académie des sciences, Geoscience.*
- Rimmer, C., Townsend, A., Fernandes, E., Almonte, J., 2004. Ornithological Field Investigations in Macaya Biosphere Reserve, Haiti, 7-14 February 2004.
- Rönnbäck, P., 1999. The ecological basis for economic value of seafood production supported by mangrove ecosystems. *Ecol. Econ.* 20, 235–252.
- Roupsard, O., 2007. Cocotiers, forêts tropicales, productivité et flux de carbone, in: *Le CIRAD En* 2007. p. 84.
- Saffache, P., 2002. Eau potable et sous-développement, le cas de la région métropolitaine de Port-au-Prince (Haïti).
- Salvat, Wilkinson, 2012. Coastal resource degradation in the tropics : Does the tragedy of the commons apply for coral reefs, mangrove forests and seagrass beds. *Marine Pollution Bulletin* 1096–1105.
- Schuhmann, P.W., Mahon, R., 2015. The valuation of marine ecosystem goods and services in the Caribbean : A literature review and framework for future valuation efforts. *Ecosyst. Serv.* 56–66.

- Sharp, R., Tallis, H.T., Ricketts, T., Guerry, A.D., Wood, S.A., Chaplin-Kramer, R., Nelson, E., Ennaanay, D., 2015. InVEST +VERSION+ User's Guide. The Natural Capital Project, Stanford University, University of Minnesota, The Nature Conservancy, and World Wildlife Fund.
- Silva, E., Pardo, M., 2012. MER SUD - Protection Marine et Côtière - Vers le Développement Durable du Département du Sud. Evaluation de Régérence des Habitats et de la Pêche. The Nature Conservancy.
- Singh, B., Cohen, M., 2014. Adaptation aux changements climatiques : le cas d'Haïti. Oxfam.
- Société Audubon Haïti, Géo-Nature Expert, 2015. Etude sociodémographique Macaya - PNNM (questionnaire et données brutes).
- Spalding, E. Green, Ravilious, Green, UNEP, WCMC, 2001. Eastern Caribbean and Atlantic, in: World Atlas of Coral Reef. University of California Press, p. 424.
- Spalding, M., Mclavor, A., Tonneijck, F., Van Eijk, P., 2014. Mangroves for coastal defence. Guidelines for coastal managers & policy makers. Wetlands International, The Nature Conservancy.
- Stewart, S., 2017. Hurricane Matthew, 28 september - 9 October 2016.
- Taflanidis, A., Kijewski-Correa, T., Kennedy, Prevatt, D., 2018. Field reconnaissance and overview of the impact of Hurricane Matthew on Haiti's Tiburon Peninsula. Nat. Hazards.
- Tardif, J., 2003. Ecotourisme et développement durable. Vertigo - Rev. Électronique En Sci. Environ. 4.
- Taylor, M., Douglas, C., Campbell, J., Jones, J., Brown, A., Stephenson, T., 2015. Haïti - Changements climatiques : données historiques et projections futures. Banque Interaméricaine de développement.
- Thayer, G., Colby, D.R., Hettler, W., 1987. Utilization of the red mangrove prop root habitat by fishes in south Florida. Mar. Ecol. Prog. Ser. 35, 25–38.
- Thollot, P., 1989. Les poissons de mangrove de Nouvelle Calédonie: caractérisation du peuplement et relations avec les autres communautés ichtyologiques du lagon Résultats préliminaires: mangrove de Déama (avril - mai 1987).
- Timyan, J., 1996. Medicinal Uses, in: Bwa Yo : Important Trees of Haiti. South-East Consortium for International Development, Washington DC, pp. 207–222.
- TNC, Mer Sud, 2012. Vers le développement Durable du Département du Sud, évaluation de référence des habitats et de la pêche.
- UCLBP, 2016. Evaluation des besoins post-cyclone Mathieu - Secteur logement.
- UHSI, 2011. Caractérisation et diagnostic socio-économique Aquin-St Louis du Sud.
- UNEP, 2017. Développement de la filière apicole dans le département du Sud d'Haïti.
- Unsworth, R., Collier, C., Henderson, G., McKenzie, L., 2012. Tropical seagrass meadows modify seawater carbon chemistry : implications for coral reefs impacted by ocean acidification. Environ. Res. Lett. 7.
- USAI, (Unité Statistique Agricole et Informatique), 2018. Rapport Prix Marché : Prix des produits agricoles sur les marchés haïtien, bulletin quotidien.
- USAID, Posner, S., Michel, G.-A., Toussaint, J.-R., 2010. Haiti Biodiversity and Tropical Forest Assessment, Foreign Assistance Act, sessions 118 and 119.
- USSouthCom, 1999. L'évaluation des ressources en eau en Haïti.
- Valles, H., 2015. A Snapshot View of the Moored Fish Aggregating Device (FAD) Fishery in South Haiti.
- van Beukering, P., Sloomweg, R., 2008. Valuation of ecosystem services and strategic environmental assessment: lessons from influential cases.
- Vernier, P., Varin, D., 1994. La culture de la patate douce.
- Vilanova, E., 2017. Water resources - Diagnosis in Haïti site.
- Villalobos, R., Venegas, G., Brenes, C., 2017. Eléments pour le développement d'une proposition de restauration des écosystèmes dans le Parc National de Macaya. CATIE.
- Waycott, M., Duarte, C., Carruthers, T., Orth, R.J., Dennison, W., Olyarnik, S., Calladine, A., 2009. Accelerating loss of seagrasses across the globe threatens coastal ecosystems. PNAS 106, 12377–12381. <https://doi.org/doi/10.1073/pnas.0905620106>

- WBI, 2012. La mangrove, un écosystème à protéger. Guide pratique à l’usage des communautés rurales du delta de Saloum, Sénégal.
- WHO, UNICEF, 2017. Progress on drinking water, sanitation and hygiene.
- Wiener J, 2014. Rapid Assessment of Haiti’s Mangroves.
- Wiener J, FoProBim, 2009. Rapid Assessment of Coastal and Marine Resources along the Southern Peninsula of Haiti.
- Wischmeier, W., Smith, D.D., 1978. Predicting rainfall erosion losses - a guide to conservation planning, Agricultural Handbook No. 537. U.S. Department of Agriculture.
- WWF, D’Ambrosio, U., Gnam, R., 2001. Tropical and Subtropical Moist Broadleaf Forests in the Caribbean : Haiti and Dominican Republic.

Annexe 1 : Méthodes d'évaluation économique des services écosystémiques

Fondement de la méthode	Méthode	Définitions & Atouts	Faiblesses	Types de services évaluable
Prix du marché	Prix du marché	- s'appuie sur un marché réel pour l'évaluation du surplus du consommateur : le « prix du marché » représente la valeur d'une unité supplémentaire d'un bien ou service - reflète les préférences des consommateurs (par le prix) ou les coûts (par les dépenses) - données facilement disponibles	- ne reflète que partiellement les services d'une ressource environnementale - ne concerne que les services qui ont trait à un usage direct - dans certains cas, les marchés sont distordus par des subventions ou un manque de compétition et les prix ne reflètent pas les préférences marginales - des variations saisonnières et d'autres effets sur le prix peuvent entrer en jeu et biaiser le résultat	Approvisionnement
	Changement de productivité	- s'appuie sur un marché réel - ancrage théorique solide	- nécessite de construire une fonction de production - requiert l'établissement de scénarios prospectifs qui sont sources d'incertitudes	Régulation

Évaluation et suivi des services rendus par les écosystèmes des aires protégées du Grand Sud d'Haïti
Rapport d'évaluation des services écosystémiques Macaya – Aquin Saint Louis

Fondement de la méthode	Méthode	Définitions & Atouts	Faiblesses	Types de services évaluable
Préférences révélées	Prix hédonistes	- repose sur l'idée que le prix d'un bien immobilier dépend de ses caractéristiques, parmi lesquelles certaines sont liées à la qualité de l'environnement - appliqué surtout pour évaluer le bénéfice induit par une amélioration de la qualité de l'environnement ou la valeur attribuée à une réduction du risque dans les domaines de la pollution atmosphérique, du bruit ou de la qualité de l'eau. Mais elle peut également être utilisée pour estimer la valeur récréative d'un site (par exemple un parc), le prix des logements alentours étant influencé par la présence de ce dernier - s'appuie sur un marché réel - reflète des valeurs notamment des valeurs de non-usage	- présente des difficultés d'accès aux prix réels du marché - nécessite un travail cartographique lourd - ne prend pas en compte les usages indirects	Culturels
	Coûts de transport	- la valeur accordée à un bien environnemental (par exemple, un site naturel remarquable) est révélée par le coût que les visiteurs supportent pour s'y rendre. La visite d'un site s'effectue si les bénéfices que l'on en retire compensent les coûts, en particulier les coûts de transport, subis pour s'y rendre - s'appuie sur un marché réel	- N'est adapté qu'aux sites qui disposent d'une importante valeur d'usage récréatif - Nécessite de construire une fonction de demande - Ne prend en compte que les usagers du site, ce qui surestime généralement les résultats - Présente des difficultés de traitement des données notamment : voyages à buts multiples, point de départ à considérer dans le cas d'un touriste	Culturels
Coûts	Coûts de remplacement	- consiste à évaluer le coût d'un dommage par le coût nécessaire pour le réparer, par exemple l'établissement de digues pour lutter contre l'érosion de la côte - évalue les services de régulation et de support - bon état des connaissances	- fait appel à un dispositif de remplacement qui n'est jamais tout à fait équivalent au service fourni par l'écosystème - nécessite de déterminer les coûts de remplacement selon les services considérés	Régulation

Évaluation et suivi des services rendus par les écosystèmes des aires protégées du Grand Sud d'Haïti

Rapport d'évaluation des services écosystémiques Macaya – Aquin Saint Louis

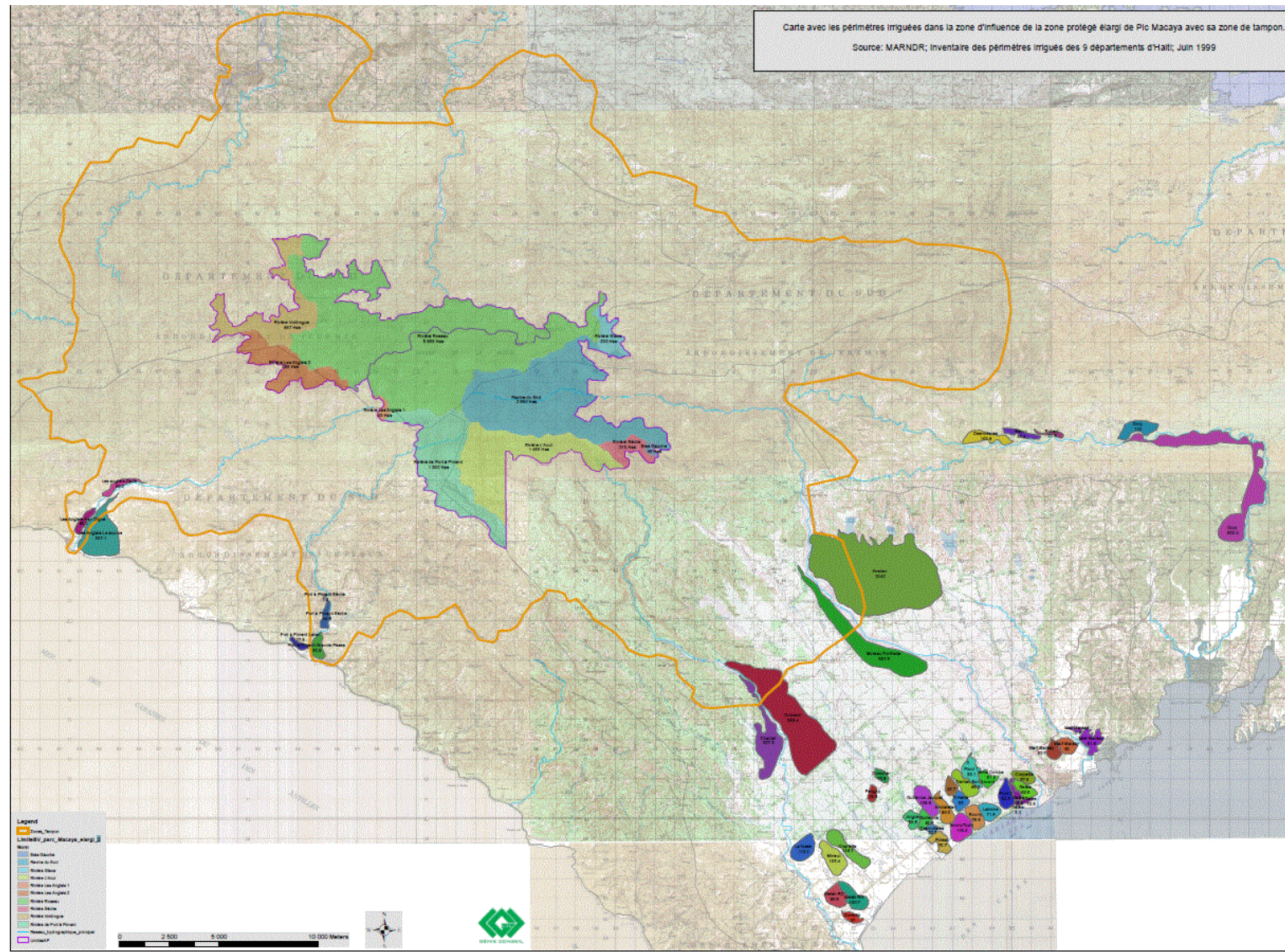
Fondement de la méthode	Méthode	Définitions & Atouts	Faiblesses	Types de services évaluable
	Coûts évités	- évalue les services de régulation et de support - évalue les dommages évités lors des phénomènes naturels extrêmes	- présente des difficultés pour déterminer les dommages produits sans les SE (surface de zones inondées par exemple)	Régulation
Préférences déclarées	Évaluation contingente	- utilise la reconstitution d'un marché fictif (contingent) pour inciter les individus à révéler la valeur qu'ils accordent à un bien ou un milieu naturel, à son amélioration ou aux dommages qui lui ont été causés. - permet d'évaluer des valeurs de non-usage et la valeur d'un projet avant sa mise en œuvre. Souvent utiliser pour mesurer les avantages récréatifs liés à la fréquentation d'un espace naturel - on définit le consentement à payer (dans le cas d'une amélioration du bien environnemental), ou à recevoir (dans le cas d'une dégradation du bien environnemental) - nombreuses références disponibles	- fait appel bien souvent à des scénarios fictifs - présente des difficultés pour étudier un service isolé - démontre un biais de réponses stratégiques stratégique (si la personne pense que sa réponse aura une conséquence directe sur un prix d'accès futur par exemple, elle dit le prix le plus bas) - nécessite de traiter les zéros de protestations - surévalue les consentements à payer	Régulation, culturels
	Expérimentation par les choix	- meilleur contrôle de l'expérience que dans le cas de l'évaluation contingente - décrit le bien évalué par différents aspects (attributs) - diminue le biais associé au comportement stratégique des personnes interrogées	- fait appel bien souvent à des scénarios fictifs - nécessite un traitement statistique lourd - s'avère chronophage et nécessite un budget élevé - requiert une importante collecte de données	Régulation, culturel
	Approche délibérative	- prend en compte l'aspect collectif des valeurs considérées, l'incommensurabilité des valeurs, la justice sociale	- ne s'appuie pas sur des méthodes classiques - demeure peu répandue	Régulation, culturel
Autre	Transfert de bénéfice	- consiste à regarder les études déjà réalisées dans le même domaine ou les mêmes conditions	- présente un taux d'incertitude élevé	<i>Selon méthode transférée</i>

Évaluation et suivi des services rendus par les écosystèmes des aires protégées du Grand Sud d'Haïti

Rapport d'évaluation des services écosystémiques Macaya – Aquin Saint Louis

Fondement de la méthode	Méthode	Définitions & Atouts	Faiblesses	Types de services évaluable
		- peu coûteuse - rapide - peut servir de base de référence avant une évaluation précise	- s'appuie sur des études similaires qui doivent être disponibles	

Annexe 2 : Carte des périmètres irrigués par les rivières du Sud prenant leur source à Macaya



Annexe 3 – Liste non exhaustive des publications d'études scientifiques menées sur le territoire de Macaya

Date	Auteur	Publication	Titre
1926	Ekman	Us Naval Medecin Bulletin	Botanizing in Haiti
1928	Ekman	Svensk Botanisk Tidskrift	A Botanical excursion in La Hotte, Haiti
1930	Barker	Université de Floride	Flore d'Haïti : clé et description des ordres – familles et genres des Spermatophytes d'Haïti avec la liste de la plupart des espèces.
1936	Ciferri		Studio geobotanico dell'isola Hispaniola (Antille)
1942	Holdridge	Caribbean Forest	The pine forests of Haiti
1947	Holdridge	Université du Michigan	The Pine Forest and Adjacent Mountain Vegetation of Haiti Considered from the Standpoint of a New Climatic Classification of Plant Formations.
1986	MacFadden	USAID	Geological Setting of Macaya and La Visite National Parks Southern Peninsula of Haiti
1986	Woods	Université de Floride	The birds of Parc La Visite and Macaya Biosphere reserve, Haiti
1986	Judd		The Orchidaceae of La Visite and Macaya National Parks, Haiti.
1987	Judd	Université de Floride	Floristic study of Morne La Visite and Pic Macaya National Parc, Haiti
1990	Judd	Moscoso	The flora of Macaya Biosphere Reserve : Additional taxa, taxonomic and nomenclatural changes
1990	McBride	Université de Floride	Ecological Restoration of landslides in Macaya Biosphere Reserve, Haiti
1990	Judd	Fairchild Tropical Garden Bulletin	Botanizing in the mountains of Haiti
1992	Woods	Musée d'Histoire Naturelle de Floride	The natural history of southern Haiti
1992	Woods	Musée d'Histoire Naturelle de Floride	Stewardship plan for the national parks and natural areas of Haiti
1996	Liogier	Université Centrale de l'Est, Rep. Dom.	La Flora de la Española
1998	Judd	Moscoso	The flora of Macaya Biosphere Reserve: additional taxa, taxonomic and nomenclatural changes,
2004	Rimmer	Vermont Institute of Natural Science	Ornithological Field Investigations in Macaya Biosphere Reserve, Haiti
2005	Judd	Université de Floride	A compilation of herbarium specimens representing those

Évaluation et suivi des services rendus par les écosystèmes des aires protégées du Grand Sud d'Haïti
Rapport d'évaluation des services écosystémiques Macaya – Aquin Saint Louis

			vascular plant species collected in floristic inventories of Morne la Visite and Pic Macaya National Parks, Haiti.
2006	Rimmer	Vermont Institute of Natural Science	Ornithological Field Investigations in Macaya Biosphere Reserve, Haiti
2006	Société Audubon		Expédition scientifique dans la réserve de Macaya
2008	Dubé		A brief description of the E. L. Ekman Herbarium, Haiti
2010	Huber	Musée d'Histoire Naturelle de Floride	High level of endemism in Haiti's last remaining forests: a revision of <i>Modisimus</i> (Araneae: Pholcidae) on Hispaniola, using morphology and molecules.
2012	Ionta		Two new species of <i>Miconia</i> sect. <i>Sagraea</i> (Melastomataceae) from the Macaya Biosphere Reserve, Haiti, and twelve relevant new species combinations.
2013	Majure	Université de Floride	New records and notes on species from Parc National Pic Macaya, Massif de la Hotte, Haïti, including a new species of <i>Pilea</i> (Urticaceae)
2013			
2014	Judd	Université de Floride	<i>Miconia cineana</i> , a new species from the Massif de la Hotte, Haiti, Based on Morphological and Molecular Evidence
1917-1930	Ekman	Swedish Museum of Natural History	Catalogue of Hispaniola Plants

Annexe 4 – Détail des cartes d'évaluation de l'érosion à Macaya

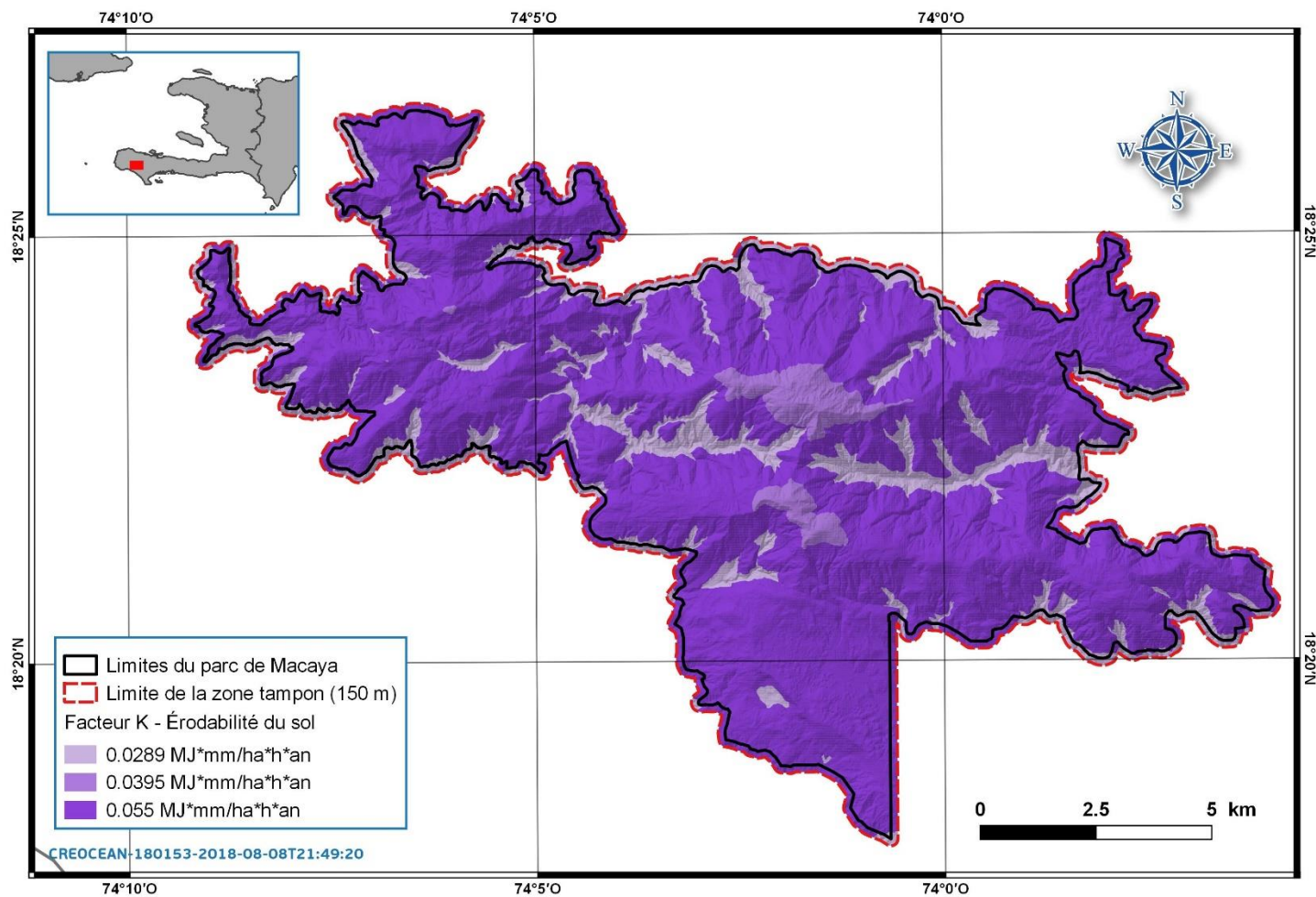


Figure 35 : Érodabilité des différents sols (Auteurs)

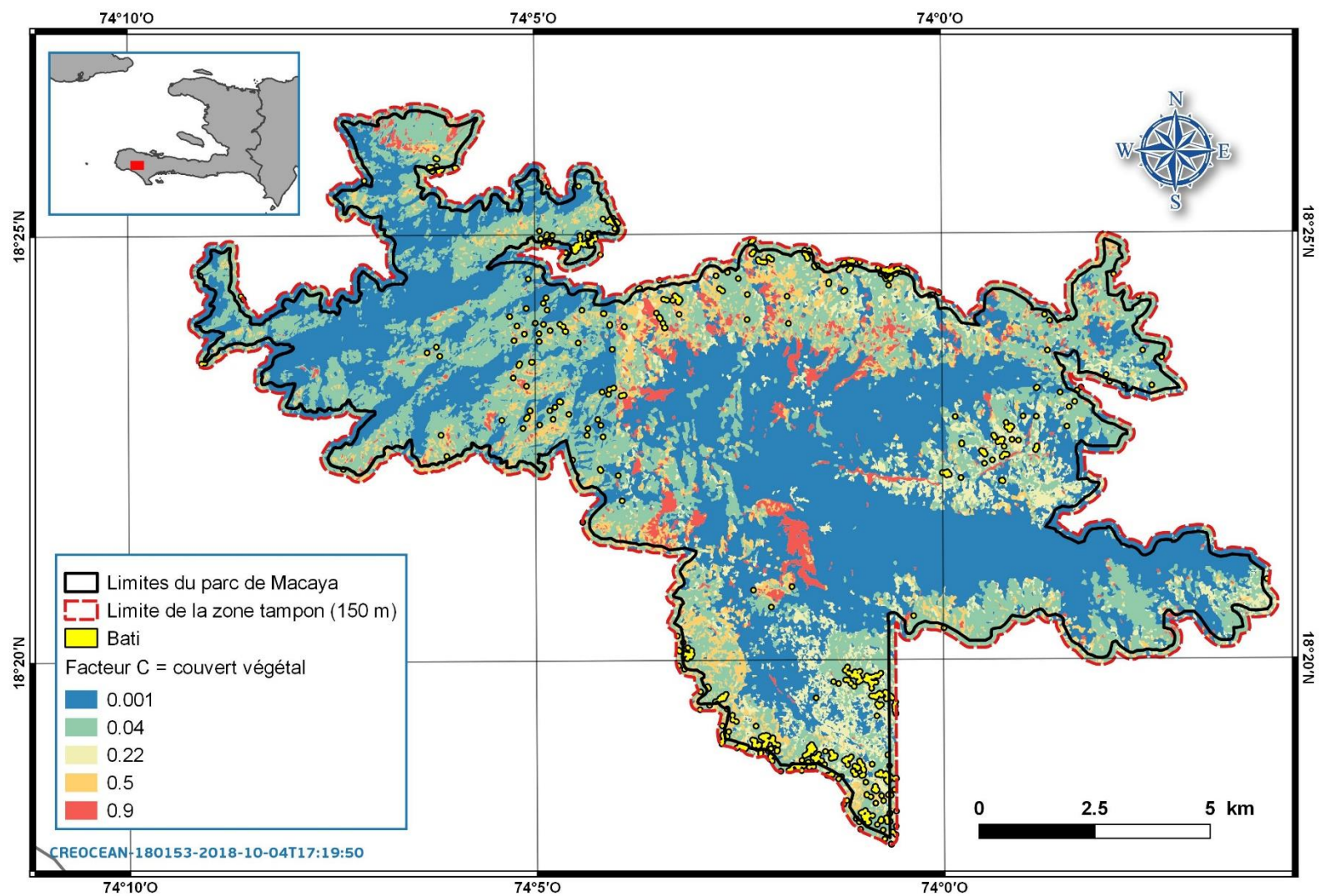


Figure 36 : Diminution des pertes en sol par le couvert végétal (Auteurs)

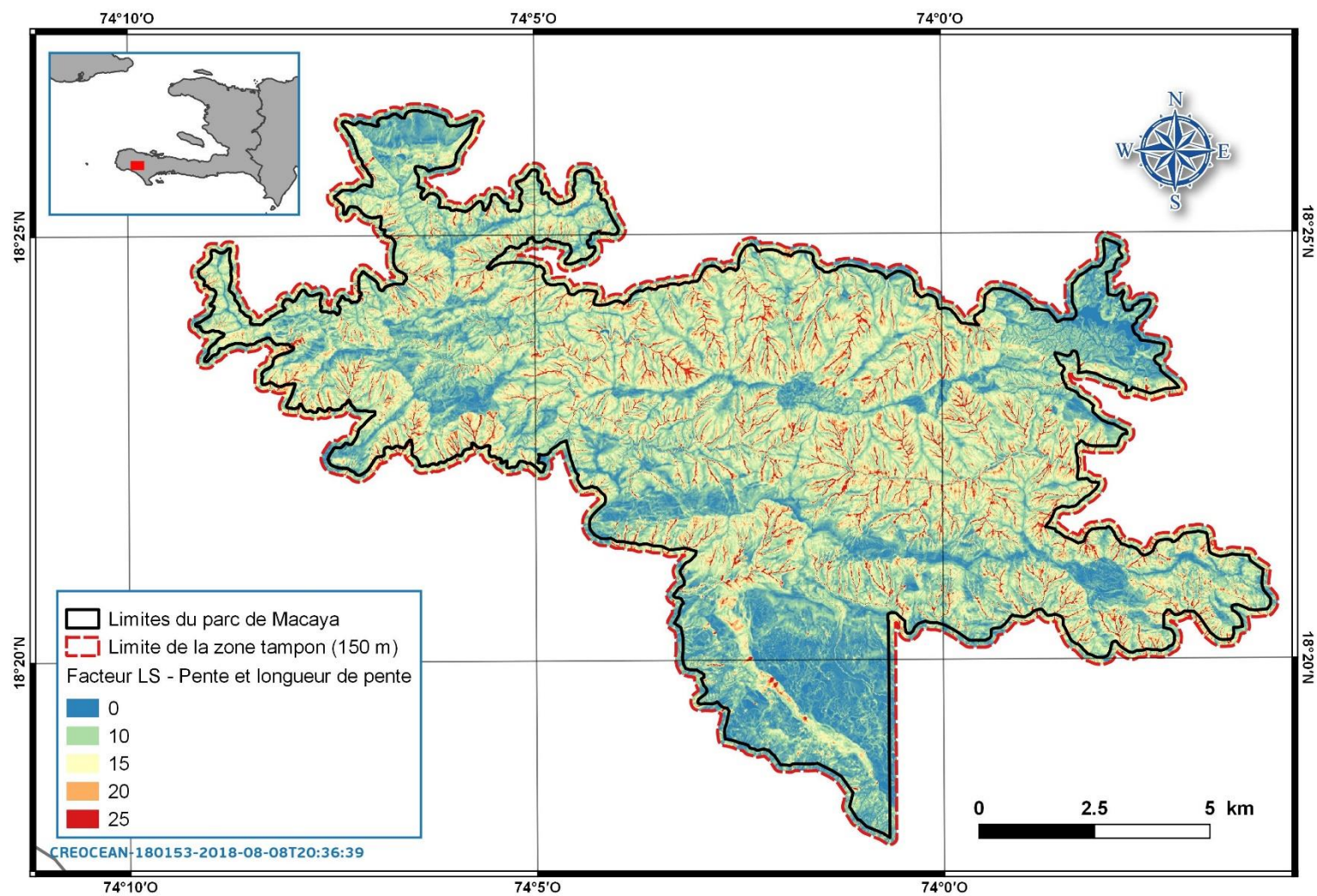


Figure 37 : Facteur topographique (Auteurs)

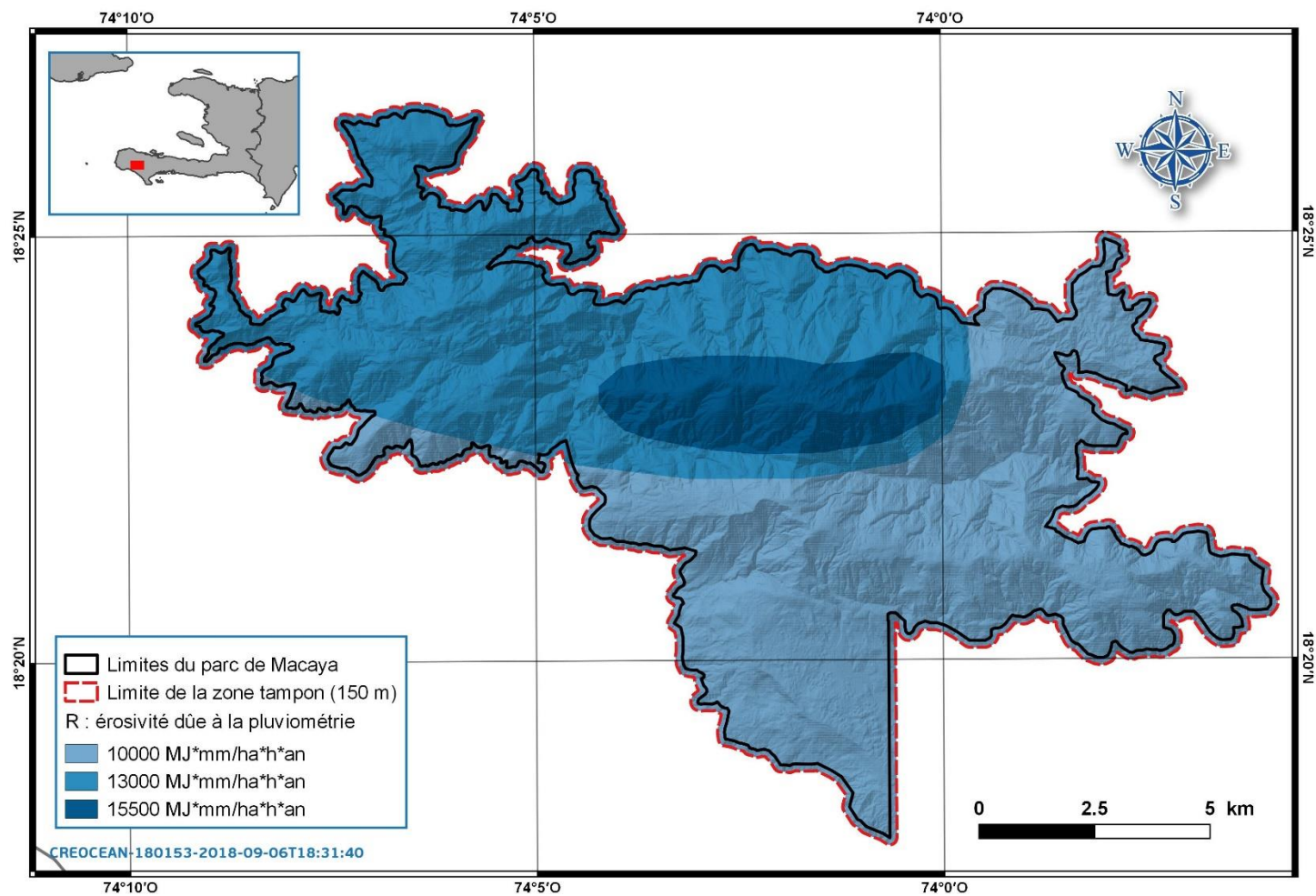


Figure 38 : Érosivité due à la pluviométrie (Auteurs)