

Les bénéfices de la protection des mangroves de l'outre-mer français par le Conservatoire du littoral : une évaluation économique à l'horizon 2040

Benefits of the French overseas' mangroves protection by the *Conservatoire du littoral*: an economic valuation towards 2040

Florent Giry¹, Thomas Binet^{1*}, Nastasia Keurmeur¹ (2016)

¹Vertigo Lab, Bordeaux, France

*Auteur référent : thomasbinet@vertigolab.eu

Mots clés : Evaluation économique ; Service écosystémique ; Mangrove ; Gestion côtière ; Outre-mer français ; Conservatoire du littoral

Keywords: Economic valuation; Ecosystem services; Mangrove; Coastal management; French oversea territories; Coastal protection agency

Résumé

Cet article présente une évaluation des bénéfices de la protection par le Conservatoire du littoral et ses partenaires des mangroves de Guyane, Guadeloupe, Martinique, Mayotte et Saint-Martin. Il détaille l'évaluation des services écosystémiques des mangroves sur ces territoires, puis développe des projections pour l'évolution de leurs surfaces en présence ou en absence de protection par le Conservatoire du littoral et ses partenaires. Evaluation et projections ont permis d'estimer les conséquences économiques de cette protection sur 25 ans. Les bénéfices calculés de cette protection sont compris entre 33 000 €/ha et 51 000 €/ha pour les mangroves soumises à des pressions anthropiques importantes. Le maintien des services de régulation correspond à 90 % de cette valeur, surtout pour la capacité des mangroves à épurer les eaux continentales, à protéger et stabiliser la côte et à participer à la régulation du climat global en séquestrant du carbone. Ces résultats objectivent la place des mangroves dans l'économie locale du littoral outre-mer et offrent un plaidoyer pour l'acquisition et la protection des espaces les plus vulnérables par le Conservatoire du littoral et ses partenaires. Les limites inhérentes aux méthodologies utilisées s'appliquent ici : ces évaluations permettent de capter les valeurs d'usage des écosystèmes mais ne prennent pas en compte la totalité des valeurs de biodiversité, telles que les valeurs de non-usage ou les aspects liés aux espèces remarquables des mangroves. Toutefois, les résultats de ce travail permettent de donner des estimations réalistes à considérer comme des bornes inférieures de la valeur totale des écosystèmes et de leur protection.

Abstract

This article presents a valuation of the benefits brought by the protection of mangroves from the *Conservatoire du littoral* and its partners in French Guiana, Guadeloupe, Martinique, Mayotte and Saint Martin. We detail a contextualized mangroves' ecosystem services valuation, then develop projections regarding the evolution of their surfaces whether they are protected or not. It was then possible to estimate the economic impacts of 25 years of mangroves

protection. When human pressure is high, those benefits range from 33 000 €/ha to 51 000 €/ha. About 90 % of this value is due to the conservation of regulating services, such as water treatment capacity, coastal protection and global climate mitigation through carbon sequestration. Our results objectify the importance of mangrove ecosystems in overseas coastal territories' local economy, and provide advocacy and guidance for the protection strategy of the *Conservatoire du littoral* and its partners. The methodology we used has inherent limitations one should consider: the ecosystem services valuation focuses on use values and excludes most non-use or intrinsic values, which could also be important for mangroves regarding their remarkable biodiversity. However, our results supply a realistic valuation to be understood as a lower boundary for the total value of overseas mangroves and for the benefits of their protection.

1.Introduction

Les mangroves occupent entre deux tiers et trois quarts des littoraux tropicaux entre les latitudes 32°N et 39°S (Roussel et al., 2010). Les palétuviers qui peuplent les mangroves se développent dans la zone intertidale de balancement des marées et couvrent, à l'échelle mondiale, 137 760 km² répartis dans 118 pays et territoires (Giri et al., 2010). La France, grâce à ses départements, régions et collectivités d'outre-mer (Guyane, Nouvelle-Calédonie, Guadeloupe, Martinique, Mayotte, Îles Eparses, Wallis et Futuna, Polynésie française, Saint-Martin et Saint-Barthélemy) concentre plus de 100 000 ha de mangroves, dont environ 68 % pour la Guyane seule (Roussel et al., 2010).

De nombreuses études soulignent l'importance économique, sociale et environnementale des écosystèmes de mangroves, souvent mesurée en termes de services écosystémiques (Liquete et al., 2013; Locatelli, 2016). En effet, les mangroves sont utilisées à l'échelle mondiale pour leur production de bois, leur rôle de zones de refuge et de nurserie pour les espèces d'intérêt halieutique, commercial et vivrier, comme lieux de cueillette et sources de plantes médicinales (Lee et al., 2014; Rönnbäck et al., 1999; Sathirathai and Barbier, 2001). Elles participent aussi à la protection et la stabilisation du trait de côte, à la protection contre les *tsunami* (Alongi, 2008; Anthony and Gratiot, 2012; Barbier, 2016), à la régulation du climat global en séquestrant du carbone (Ajonina et al., 2014; Alongi, 2014, 2011), à l'épuration des eaux continentales (Herteman, 2010; Ouyang and Guo, 2016; Wong et al., 1995) et peuvent être un support important pour les activités culturelles, touristiques, éducatives (Desvergne and Vincent, 2010; Uddin et al., 2013) et pour la biodiversité (Artigas et al., 2003; Rocamora, 2004; Tollu et al., 2009).

Pourtant, ces écosystèmes sont fortement menacés : entre 1980 et 2000, environ 35 % des mangroves mondiales ont disparu à cause de la surexploitation de leurs ressources, de leur conversion en terres agricoles et pour l'aquaculture (de crevettes principalement), ou victimes de modifications importantes des systèmes hydrologiques (construction de barrages, détournement des rivières, canalisations pour l'irrigation, aménagement des berges, etc.). Ces multiples pressions ont entraîné une régression annuelle des mangroves de 2 834 km² sur cette même période (Agardy et al., 2005; Valiena et al., 2001), qui continue aujourd'hui au rythme d'environ 1 % de pertes surfaciques par an (de Almeida et al., 2016).

En comparaison, les mangroves françaises sont globalement bien préservées et subissent des pressions modérées dues essentiellement à l'aménagement urbain et touristique. Leur bois est peu exploité et l'aquaculture très peu développée (Roussel et al., 2010). Les effets du

changement climatique et de la montée des eaux associée sont toutefois à surveiller attentivement (Gilman et al., 2006, 2008), comme la possible intensification des ouragans qui peuvent fragiliser des peuplements entiers (Imbert, 2002). Ce bon état général ne doit pas occulter les importantes disparités existant entre les différents départements, régions et collectivités d'outre-mer. Si les vastes mangroves de Guyane sont par nature dynamiques et présentent des phases d'accrétion et d'érosion de 30 ans suivant les flux de sédiments engendrés par l'Amazone proche (Fromard et al., 1998; Prost and Charron, 1992; Véga, 2000), celles de Guadeloupe, Martinique et Mayotte sont soumises à des pressions anthropiques importantes et nécessitent des mesures de gestion et de protection adaptées pour être préservées (Agence des aires marines protégées, 2010, 2009; Brugneaux et al., 2004; Gayot and Laval, 2006; Impact Mer et al., 2015; Laulan et al., 2006; Roussel et al., 2010; Vaslet et al., 2013).

L'évaluation des services écosystémiques des mangroves fait l'objet de nombreux articles et rapports (Barbier, 2016; Brander et al., 2012; Cooper et al., 2009; Lee et al., 2014; Rönnbäck, 1999; Sathirathai and Barbier, 2001; Uddin et al., 2013; World Resources Institute, 2009), y compris pour les mangroves de l'outre-mer français (Borot de Battisti et al., 2013; Failler et al., 2015, 2010; Pascal et al., 2014; Pascal and Allenbach, 2013; Therme, 2014), mais peu s'intéressent aux bénéfices de la protection de ces écosystèmes (Binet et al., 2013a, 2013b; Failler et al., 2013; François et al., 2012; Huxman et al., 2015), notamment du point de vue économique. Mesurer la valeur des écosystèmes n'est pas une fin en soi et nécessite un travail de contextualisation : des travaux récents témoignent de l'utilisation des évaluations de services écosystémiques essentiellement à titre informatif ou comme support d'un plaidoyer, très rarement comme justification d'une décision effective impactant l'environnement (Laurans et al., 2013; Laurans and Mermet, 2014). De plus, des limites inhérentes à l'exercice doivent être soulignées ; les évaluations des services écosystémiques s'inscrivant dans une vision utilitariste de la nature ne prenant souvent en compte que les valeurs d'usage (direct et indirect). Elles doivent donc être envisagées comme des bornes inférieures de la valeur des écosystèmes étudiés, qui comprend aussi les valeurs de non usage (valeurs d'option, valeurs d'existence, etc.) plus difficiles à évaluer (TEEB, 2010). La valeur intrinsèque de la nature n'est pas non plus incluse dans ce cadre conceptuel. Ces estimations sont toutefois les approximations les plus réalistes de la valeur réelle des écosystèmes qu'il est possible d'obtenir dans le cadre de cette étude.

Les mangroves françaises peuvent bénéficier de plusieurs types de protection. Elles peuvent être incluses dans des plans de gestion de réserves naturelles (Buttifiant et al., 2008; le Curieux, 2005; Lerandy et al., 2013) et/ou de parc régionaux, nationaux ou marins (Parc naturel marin de Mayotte and Agence des aires marines protégées, 2016). Depuis la conférence environnementale de 2013, les mangroves françaises peuvent être affectées au Conservatoire du littoral, établissement public administratif de l'Etat placé sous la tutelle du ministère chargé de la protection de la nature qui protège déjà 13,1 % du littoral français (y compris outre-mer) en 2015 (Conservatoire du littoral, 2016; "Deuxième feuille de route pour la transition écologique," 2013). Le Conservatoire du littoral assure ainsi la protection d'environ 24 000 hectares de mangroves en 2015 et souhaite atteindre 40 000 hectares d'ici à 2020, grâce à une politique d'acquisition foncière ciblée sur ce patrimoine naturel exceptionnel. La gestion et la valorisation de ces espaces se fait en association avec des partenaires (en majorité des collectivités territoriales) qui appuient le Conservatoire dans la restauration et la protection de ces milieux, tout en assurant l'accueil du public à des fins pédagogiques et de sensibilisation.

Les mangroves sont souvent perçues par les populations locales comme un milieu insalubre et un frein au développement des territoires, il est donc nécessaire d'objectiver leur contribution réelle à l'économie du littoral (Cormier-Salem, 1999). A cette fin, une évaluation a été réalisée à la demande du Conservatoire du Littoral afin de connaître et mettre en lumière les bénéfices associés à la protection des mangroves outre-mer au cours des 25 prochaines années, par l'acquisition foncière et la gestion de ces espaces. Cet article présente la méthode utilisée et les résultats obtenus de cette évaluation. Il discute également ces résultats et propose des recommandations pour l'action du Conservatoire et de ses partenaires.

2. Contexte et méthodes

La démarche de cet article s'articule autour de quatre étapes. La première (i) vise à contextualiser l'analyse en détaillant les zones d'étude, les écosystèmes concernés et les pressions et menaces auxquels ils sont soumis. Ensuite, une évaluation des services écosystémiques des mangroves (ii) à l'échelle de chaque région, département ou collectivité mobilise les données les plus récentes et les plus territorialisées possibles pour dresser un panorama objectif de la contribution de ces écosystèmes aux économies côtières. La délimitation de deux scénarios projectifs à l'horizon 2040 (iii) intégrant les pressions et menaces identifiées sur les mangroves d'une part et les objectifs de protection du Conservatoire du littoral d'autre part permet enfin le calcul des bénéfices actualisés sur 25 ans de leur acquisition foncière (iv) en termes de services écosystémiques. Ainsi, la comparaison des valeurs associés à ces deux scénarios, avec ou sans protection par le Conservatoire du Littoral et ses partenaires, permettent d'estimer les bénéfices de la protection (Figure 1).

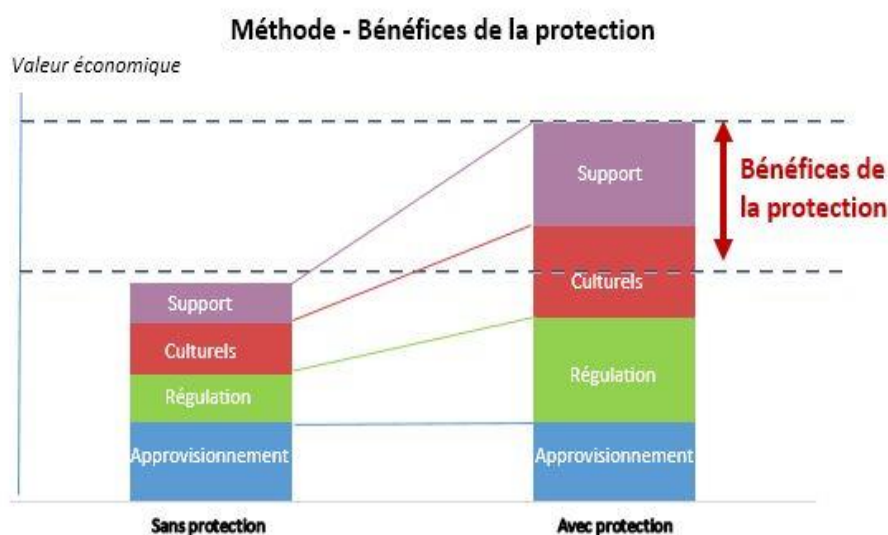


Figure 1 : Les bénéfices de la protection des écosystèmes par le Conservatoire du littoral et ses partenaires

2.1. Zones d'étude, écosystèmes et pressions locales

Cette étude se concentre sur 5 départements, régions et collectivités d'outre-mer qui possèdent des mangroves et où le Conservatoire du Littoral est présent : la Guyane, la Guadeloupe, la Martinique, Mayotte et Saint-Martin. Le périmètre couvert représente ainsi environ 75 % des mangroves françaises (Roussel et al., 2010). Les surfaces réelles de mangroves ne sont pas toujours connues avec exactitude et la bibliographie donne des estimations parfois

contradictoires. Un travail de recensement exhaustif avec une méthodologie harmonisée est en cours pour l'ensemble des mangroves françaises (Taureau et al., 2015).

2.1.1. Guyane

La Guyane est une bande littorale de 86 504 km² sur la côte atlantique d'Amérique du Sud peuplée de 213 000 habitants en 2007 (INED, 2011). Elle possède 300 km de côtes, couvertes à 80 % par des mangroves qui s'étendent sur environ 70 000 hectares (Fromard et al., 2004). Les mangroves côtières guyanaises ont la particularité d'être mouvantes sous l'action des courants littoraux issus de l'Amazonie qui déplacent les sédiments sur lesquels elles reposent (Baltzer et al., 2004; Fromard et al., 1998). L'espèce de palétuviers *Avicennia* est dominante avec des peuplements organisés en bandes parallèles au trait de côte regroupant des individus de même âge et taille. Les *Rhizophora* constituent une strate en sous-bois au sein des *Avicennia*, et plus rarement des peuplements dominants dans les mangroves d'estuaire bénéficiant d'apports importants en eau douce. Les *Laguncularia* ne sont présentes que dans les chenaux qui drainent les vasières à marée basse, et dans les peuplements jeunes où *Avicennia* n'est pas encore dominante. Les mangroves de Guyane sont donc peu riches en biodiversité végétale, avec 5 espèces seulement appartenant à 3 familles. Elles abritent en revanche une faune exceptionnelle, notamment pour les vers, mollusques, crustacés, poissons, oiseaux et reptiles, et constituent des paysages à haute valeur patrimoniale (Artigas et al., 2003; Roussel et al., 2010).

Les pressions anthropiques sur les mangroves guyanaises sont limitées par les faibles densités de population et d'activités impactantes. Les massifs jouxtant les agglomérations les plus dynamiques (Cayenne, Kourou) peuvent toutefois être menacés à moyen terme par l'urbanisation (Figures 2 et 3). L'activité aurifère, importante le long des fleuves, et l'utilisation intensive de produits phytosanitaires pour l'agriculture entraînent localement des pollutions (aux métaux lourds notamment) mais leurs impacts sur la santé des mangroves sont encore mal connus, tout comme la contribution effective de ces activités aux concentrations de métaux relevées (Marchand, Albéric, et al. 2006; Moullet et al. 2006).

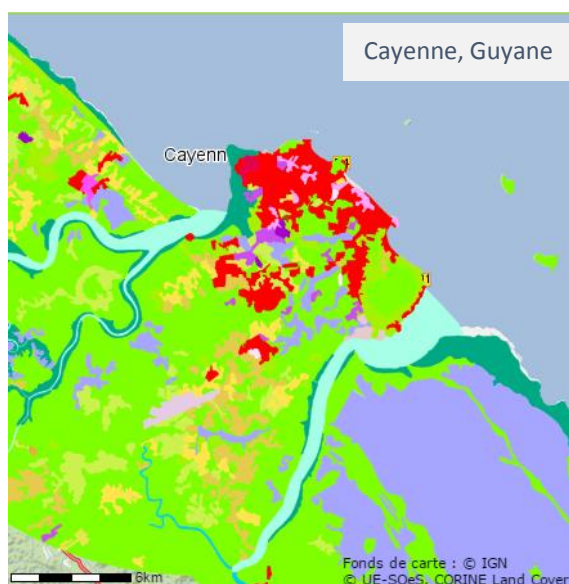


Figure 2 : Carte de l'occupation des sols à Cayenne en Guyane

Vert foncé : zones de mangroves. Rouge : urbanisation

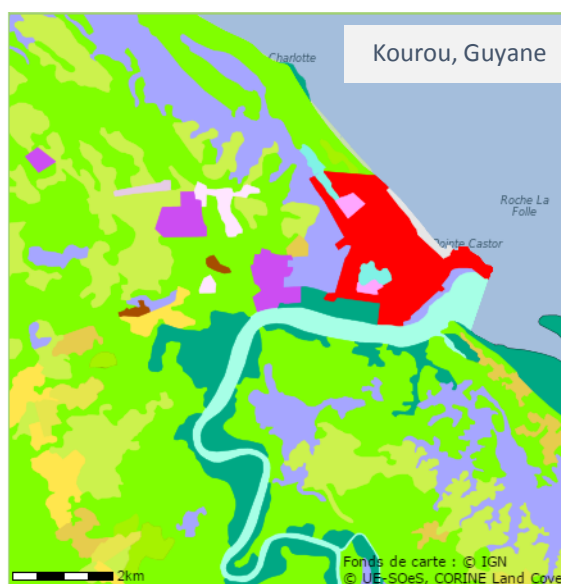


Figure 3 : Carte de l'occupation des sols à Kourou en Guyane

Vert foncé : zones de mangroves. Rouge : urbanisation

2.1.2. Guadeloupe et Saint-Martin

L'archipel de la Guadeloupe dans les Caraïbes couvre 1 600 km² pour une population de 400 600 habitants en 2007 (INED, 2011). Les estimations des surfaces de mangroves varient entre 2 325 ha et 3 983 ha, les données les plus récentes indiquant plutôt 2950 ha (FAO, 2005; Spalding et al., 1997) majoritairement situées dans le Grand Cul-de-Sac Marin (Figure 4). Saint-Martin possède 26 ha de mangroves (Pascal, 2011)¹.

Les peuplements de mangroves guadeloupéennes s'organisent en quatre grandes ceintures de végétation : une ceinture côtière étroite formée presque uniquement de *Rhizophora*, une ceinture arbustive dominée par des formes naines de *Rhizophora* et quelques individus d'*Avicennia*, une ceinture forestière interne plurispécifique dominée par *Rhizophora* avec *Avicennia* et *Laguncularia* présents mais minoritaires, et une ceinture distale non dominée par *Rhizophora* (Imbert et al., 1988). Globalement, la présence de 6 espèces de palétuviers de 4 familles différentes est attestée.

Si les ouragans peuvent fortement perturber les peuplements de mangroves (le cyclone Hugo de 1989 a causé une perte de biomasse pouvant atteindre 86 % des mangroves dominées par *Rhizophora*), ils ne les mettent pas en réel danger mais les maintiennent très en deçà de leurs potentialités de croissance (Imbert, 2002). Elles sont ainsi encore plus sensibles aux pressions anthropiques. L'urbanisation et le mitage des mangroves par la construction d'infrastructures et l'aménagement d'accès à la mer, accentués par le développement touristique, sont des menaces importantes pour les mangroves guadeloupéennes, particulièrement pour les massifs de petite taille situés en dehors du Grand Cul-de-Sac Marin. Les remblaiements sont nombreux et des décharges, telle la grande décharge de la Gabarre, sont implantées au cœur des mangroves. Les aménagements hydrauliques (lutte contre les inondations, canalisation des eaux de ruissèlement) peuvent perturber les régimes hydrologiques de ces écosystèmes et en modifier la salinité (Roussel et al., 2010). L'état de santé des mangroves reste pourtant qualitativement bon en Guadeloupe et permet un fonctionnement écologique normal de ces milieux (Borot de Battisti et al., 2013).

2.1.3. Martinique

La Martinique s'étend sur 1 100 km² dans les Caraïbes pour une population de 397 700 habitants (INED, 2011). Les mangroves couvriraient entre 1800 ha et 2100 ha (Brossard et al., 1991; Gayot and Laval, 2006), principalement dans la baie de Fort-de-France (1000 à 1200 ha) et la baie du Galion à Trinité (Figure 5). Deux ensembles de mangroves peuvent être distingués. Les mangroves sur sédiments argileux présentent une structure similaire aux mangroves de la Guadeloupe : une ceinture interne monospécifique à *Rhizophora*, une ceinture intermédiaire à peuplements mélangés (*Avicennia*, *Laguncularia* et *Rhizophora*) et une ceinture externe à *Avicennia* souvent réduite. Les mangroves sur sédiments argilo-sableux sont localisées essentiellement dans le Sud et sur la côte atlantique sous forme de massifs dispersés non homogènes, dont les arrières mangroves se confondent parfois avec la forêt (Gayot and Laval, 2006). Les espèces de palétuviers sont les mêmes qu'en Guadeloupe (6 espèces de 4 familles).

¹ Les mangroves de Saint-Martin sont considérées ici avec les mangroves guadeloupéennes ; on suppose aussi pour notre évaluation que l'écologie, les services et les pressions sur ces habitats sont semblables à celles de Guadeloupe.

Les bénéfices de la protection des mangroves de l'outre-mer français par le Conservatoire du littoral : une évaluation économique à l'horizon 2040

Les mangroves martiniquaises sont soumises à des menaces similaires à celles de la Guadeloupe : les cyclones fragilisent les peuplements et les rendent plus sensibles aux pressions humaines telles que l'aménagement urbain et touristique, les décharges, les pollutions liées aux activités industrielles et agricoles (Failler et al., 2015). S'ajoute un problème de sous-capacité des infrastructures d'assainissement des eaux usées, qui sont encore souvent rejetées directement dans les baies. Environ 15 % des mangroves de la baie de Fort-de-France auraient disparues entre 1951 et 1998 (Flower, 2004; Roussel et al., 2010).

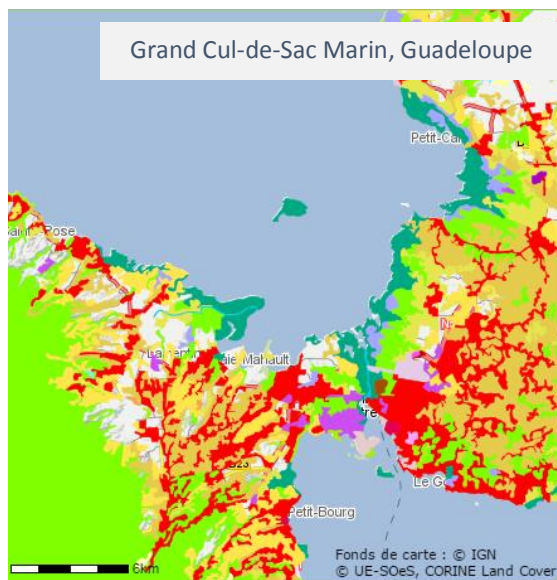


Figure 5 : Carte de l'occupation des sols du Grand Cul-de-Sac Marin de Guadeloupe
Vert foncé : zones de mangroves. Rouge : urbanisation

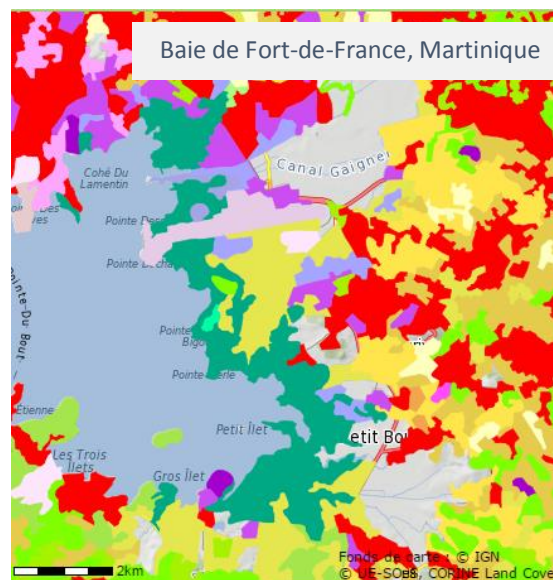


Figure 4 : Carte de l'occupation des sols de la baie de Fort-de-France en Martinique
Vert foncé : zones de mangroves. Rouge : urbanisation

2.1.4. Mayotte

Mayotte est un archipel de 375 km² situé dans le canal du Mozambique, avec une population dynamique de 212 600 habitants en 2012 (Balicchi et al., 2014). Les mangroves couvrent 735 ha sur 50 à 120 sites zones selon les études les plus récentes (Laulan et al., 2006; Rolland et al., 2005) (Figure 6).

Les mangroves de Mayotte sont de deux types : les mangroves d'estuaire ou de « fond de baie », et les mangroves littorales ou de « front de mer ». Globalement, les peuplements de palétuviers présentent une zonation parallèle à la côte. Le front de mangroves est essentiellement composé de *Sonneratia* et parfois d'*Avicennia*. La zone centrale, inondée deux fois par jour pour les marées, est surtout colonisée par *Rhizophora*, *Bruguiera* et *Ceriops*. La zone interne est dominée par *Avicennia* et l'arrière mangrove est très hétérogène. Les mangroves de Mayotte sont plus riches que celles de Guyane, Guadeloupe et de Martinique, avec au moins 7 espèces de 5 familles différentes (Roussel et al., 2010).

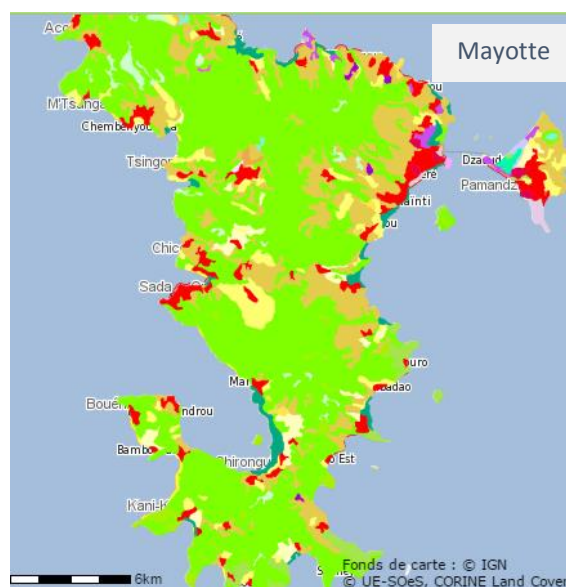


Figure 6 : Carte de l'occupation des sols à Mayotte
Vert foncé : zones de mangroves. Rouge : urbanisation

Les pressions anthropiques sur les mangroves mahoraises sont très importantes. Le dynamisme démographique et les besoins importants en infrastructures sont à l'origine de nombreux remblaiements qui concernent la moitié des mangroves de plus d'1,5 ha (Laulan et al., 2006). Le traitement des eaux usées est un enjeu majeur à Mayotte, où seuls quelques quartiers de Mamoudzou disposent d'un système d'assainissement collectif. Si des efforts importants sont menés, la majorité des eaux usées de l'île est encore directement rejetée dans le milieu naturel. La moitié des mangroves sont également concernées par la présence de déchets non biodégradables. Les arrière-mangroves sont, quant à elles, particulièrement menacées par la mise en culture des terrains pour l'élevage notamment (Roussel et al., 2010).

2.2. Méthodes d'évaluation et valeurs des services écosystémiques

Cette partie détaille une évaluation des services écosystémiques rendus par les écosystèmes de mangroves dans les zones d'étude. Cette évaluation correspond à des bénéfices économiques locaux, sauf pour le service de régulation du climat global qui est diffus au niveau planétaire. Cette étape est un préalable nécessaire à l'évaluation des bénéfices de la protection des mangroves par le Conservatoire du littoral.

2.2.1. Les mangroves au sein du système mangroves-herbiers-récifs

En Guadeloupe (plus Saint-Martin), Martinique et à Mayotte, les mangroves font partie d'un système cohérent avec les herbiers marins et récifs coralliens. Si des estimations des services écosystémiques rendus par ce système existent (Borot de Battisti et al., 2013; Failler et al., 2010; Pascal et al., 2014; Therme, 2014), il est en revanche difficile d'isoler la part de services

rendus par chacune de ses composantes indépendamment des autres. En effet, ces écosystèmes se protègent mutuellement et présentent des synergies importantes pour la production de services écosystémiques (Mumby, 2006). Par exemple, les récifs coralliens et herbiers réduisent la puissance des vagues atteignant les mangroves, tandis que ces dernières participent à l'épuration des eaux continentales assurant ainsi une meilleure qualité de l'eau pour les récifs. Cette étude se limite aux seules mangroves dont il conviendra d'isoler au maximum les bénéfices.

2.2.2. Services d'approvisionnement

De nombreuses espèces d'intérêt halieutique sont dépendantes des mangroves, herbiers et récifs pour au moins une partie de leur cycle de vie (Rönnbäck, 1999).

2.2.2.1. Pêche commerciale

La pêche commerciale côtière bénéficie ainsi largement de la présence de ces écosystèmes. La valeur ajoutée brute (valeur ajoutée réduite des consommations intermédiaires) annuelle de la pêche côtière est ainsi de 15 143 000 € en Martinique, 22 500 000 € en Guadeloupe et 5 085 000 € à Mayotte (Failler et al., 2010; Pascal et al., 2014; Pascal and Allenbach, 2013). En Guyane, 3 286 tonnes de poissons issues de la pêche côtière sont débarquées annuellement (Ifremer, délégation Guyane, 2013), ce qui représente une valeur ajoutée brute de 29 574 000 € (en utilisant un prix du poisson de 10 €/kg et des consommations intermédiaires de 1 €/kg). Une étude estime que les mangroves de Martinique sont responsables de 2,2 % de la valeur ajoutée brute de la pêche commerciale côtière, le reste de la valeur étant dû aux récifs et aux herbiers (Failler et al., 2010)². En appliquant ce pourcentage à la Guadeloupe et à Mayotte également, la contribution des mangroves à la valeur ajoutée brute annuelle de la pêche commerciale côtière est estimée à 330 000 € pour la Martinique, 495 000 € pour la Guadeloupe et 111 870 € pour Mayotte. L'absence de récifs coralliens et herbiers en Guyane permet d'attribuer une part plus importante de la valeur de la pêche commerciale côtière aux mangroves. Pour cela, seules les espèces dépendantes de la mangrove pour leur cycle de vie sont considérées. Ainsi, les espèces halieutiques des familles *Scianidae* (Acoupas), *Centropomidae* (Loubines) et *Mugilidae* (mulets) représentent jusqu'à 70 % des prises côtières annuelles, soit 20 701 800 € (Ifremer, délégation Guyane, 2013; Rönnbäck, 1999).

2.2.2.2. Pêche vivrière

Les populations locales prélèvent également des ressources halieutiques pour l'autoconsommation. Cette pêche vivrière est importante (jusqu'à 60 % des prises à Mayotte), et concerne en partie des espèces non valorisées par la pêche commerciale, comme les crabes des mangroves largement consommés à Pâques. En Martinique, la pêche vivrière représenterait 1 278 tonnes annuelles, dont 33 tonnes imputables aux mangroves, soit 63 000 € (Failler et al., 2010). En Guadeloupe, elle est estimée à 200 tonnes annuelles pour l'ensemble du système mangroves-herbiers-récifs, soit environ 1 040 000 € dont 22 880 € pour les mangroves en utilisant un prix de marché équivalent à environ 9€/kg (Pascal and Allenbach, 2013). A Mayotte, l'utilisation du prix de la boîte de sardine (1,50 € pour 150 g) comme coût de remplacement permet de valoriser la pêche vivrière liée aux mangroves à 29 150 € par an (Pascal et al., 2014). Les données disponibles ne permettent pas de différencier pêches vivrière

² Ce chiffre nous semble largement sous-estimé tant de nombreuses espèces lagunaires d'intérêt halieutique dépendent des mangroves à une étape de leurs cycles de vie ; mais en l'absence de données complémentaires, ce chiffre sera repris ici.

et commerciale en Guyane, la valeur estimée précédemment vaut donc pour l'ensemble et représente un minimum, faute de données complémentaires.

2.2.2.3. Bois et ressources génétiques

Le bois de mangrove est très peu utilisé dans les zones d'étude, ce service d'approvisionnement peut donc être négligé. Le service écosystémique lié à la fourniture de ressources génétiques est difficile à évaluer, mais l'expérience du Parc amazonien de Guyane qui a mis en place une procédure d'Accès et de Partage des Avantages pour les brevets qui résulteraient de la biodiversité guyanaise montre que la valeur d'usage associée est pour l'instant nulle (Parc amazonien de Guyane, 2015). La biodiversité des mangroves peut cependant présenter une forte valeur d'option³, qui n'a pas été évaluée dans le cadre de cette étude.

2.2.3. Services culturels

Les mangroves sont le support d'activités touristiques, éducatives et de recherche importantes dans les zones d'étude.

2.2.3.1. Tourisme : hébergement et restauration

En Martinique, les secteurs de l'hébergement et de la restauration bénéficient largement de l'attractivité des mangroves, herbiers et récifs coralliens, qui seraient responsables de 51 % de leur valeur ajoutée brute totale. Les mangroves participeraient à 10 % de cette contribution, soit 5 580 000 € par an (Failler et al., 2010). Les données ne sont pas aussi précises pour les autres territoires de la zone d'étude, mais il est possible d'extrapoler les résultats obtenus pour la Martinique en les pondérant par le nombre de touristes et les niveaux de PIB par habitant locaux (Ministère des outre-mer, DéGéOM/SEPDE/DSSIOM, 2013). Il y aurait ainsi environ 600 000 touristes d'agrément annuels en Martinique, 318 000 en Guadeloupe, 27 000 en Guyane et 10 000 à Mayotte (Agence des aires marines protégées, 2009; Camus and Neiss, 2014; Pascal et al., 2014). Les secteurs de l'hébergement et de la restauration bénéficieraient ainsi des mangroves à hauteur de 2 609 616 € en Guadeloupe, 174 403 € en Guyane et 29 571 € à Mayotte. Ces résultats sont approximatifs puisque la méthode des transferts de bénéfices utilisée est peu précise pour les services culturels.

2.2.3.2. Tourisme : excursions

Les mangroves sont aussi des lieux privilégiés pour l'organisation d'excursions pour touristes et résidents, par exemple en kayak. La valeur ajoutée brute des excursions en Martinique est évaluée à 2 767 797 € grâce à des enquêtes auprès des établissements proposant de telles activités (Failler et al., 2010). En Guadeloupe, une enquête similaire sur 36 prestataires touristiques permet d'évaluer ce service à 3 744 000 € (Desvergne and Vincent, 2010). Ces activités sont peu développées en Guyane et en Mayotte et n'ont pas été estimées.

2.2.3.3. Education et sensibilisation à l'environnement

Le service éducatif rendu par les mangroves peut être apprécié par le nombre d'élèves bénéficiant d'animations ou d'interventions en classe sur ce thème. La valeur de ce service peut être estimée par la part des dépenses scolaires de l'Etat consacrée à ces activités (« consentement à payer de l'Etat » pour bénéficier de ce service d'éducation à l'environnement). En 2012, les dépenses intérieures consacrées à l'éducation du premier degré

³ La valeur d'option correspond à la valeur de sauvegarder un usage possible du service écosystémique dans le futur.

atteignaient 6 010 euros par élève. Pour le second degré, ces dépenses s'élevaient à 9 620 euros par élève (Moisan et al., 2014). Le nombre de jours d'école était alors de 144 jours par an pour le primaire et de 175-180 jours pour le secondaire (Ministère de l'Éducation nationale, 2013). Le coût journalier de l'éducation pour l'Etat était donc estimé à 42 euros par jour dans le primaire et à 54 euros dans le secondaire. Il est difficile de recenser exhaustivement le nombre d'élèves ayant bénéficiés de telles activités, mais certains chiffres sont disponibles. Ainsi, environ 1 600 élèves par an ont été sensibilisés (8 180 sur 5 ans) à la mangrove dans la Réserve naturelle de la Caravelle en Martinique (Lerandy et al., 2013), ce qui représente un service inclus entre 34 356 € et 44 226 € en supposant que ces activités se déroulent sur une demi-journée (pas d'information sur l'âge des élèves). De la même façon en Guadeloupe, 1 160 élèves ont bénéficié d'animations en salle ou de visites de terrain dans la Réserve naturelle du Grand Cul-de-Sac marin, ce qui représente entre 24 360 € et 31 320 € (Buttifant et al., 2008). En 2015, le Parc naturel marin de Mayotte a réalisé 57 interventions en classe sur 5 thématiques, dont une thématique dédiée aux mangroves, d'une durée de 1,5 heures. Il a aussi organisé des sorties pédagogiques pour 46 classes sur 6 problématiques, dont une problématique sur les mangroves, sur une demi-journée (Parc naturel marin de Mayotte and Agence des aires marines protégées, 2016). En supposant que les thématiques et problématiques des interventions et sorties étaient également réparties, et en utilisant un nombre moyen de 26 élèves par classe (Gaillard et al., 2004), le service éducatif rendu par les mangroves de Mayotte est estimé entre 7 371 € et 9 477 € par an. Enfin, l'association Kwata et le rectorat de l'académie de Guyane ont conduit sur l'année scolaire 2014/2015 un dispositif pédagogique « Conte-nous le lamantin » qui a permis à 4 classes de primaires et 2 classes de collégiens de bénéficier d'une animation de 2,5 jours sur les lamantins et les mangroves, incluant une visite de la réserve de l'Amana (Kwata, 2015). En utilisant le nombre moyen d'élèves par classe en Guyane, soit 24 en primaire et 20 au collège (Gragnic and Horatus-Clovis, 2014), ce service est estimé à 15 480 €.

2.2.3.4. Recherche

Les mangroves sont également le sujet et le lieu de nombreux travaux de recherche. Une évaluation de ce service en Martinique comptabilise au moins 13 projets en lien avec le système mangroves-herbiers-récifs pour un coût annuel de 844 035 €, dont 261 651 € pour les mangroves (Failler et al., 2010). En Guyane, il est possible de citer le projet Biomango, qui dispose d'un budget de 379 000 € pour 4 ans, soit 94 750 € par an (Pôle Mer Bretagne Atlantique, 2012). A Mayotte, le projet « Poissons des Mangroves de Mayotte » et une thèse CIFRE sur la capacité épurative de la mangrove de Malamani témoignent de l'existence d'activités de recherche, mais les budgets dédiés ne sont pas communiqués (Herteman, 2010; IRD, centre de La Réunion, 2012). Le minimum légal pour la rémunération des thèses CIFRE étant de 23 484 € par an, il est possible d'utiliser cette valeur comme borne inférieure (Association Nationale de la Recherche et de la Technologie, 2015). En Guadeloupe, le Laboratoire de Biologie Marine de l'institut de Biologie Paris Seine possède une équipe « Biologie de la Mangrove » à Pointe-à-Pitre qui emploie au moins 6 titulaires, 2 non titulaires, 1 doctorant et 3 techniciens à mi-temps (Université des Antilles et de la Guyane, 2014). En utilisant le taux du SMIC au 1^{er} janvier 2015 (1 457,52 € bruts mensuels), le budget annuel de l'équipe « Biologie de la Mangrove » doit être d'au moins 183 647 €. Ces évaluations ne sont pourtant pas exhaustives et très variables d'une année à l'autre, elles sont donc à considérer comme largement indicatives.

2.2.3.5. *Pêche récréative*

La pêche récréative étant très peu pratiquée dans les mangroves, la valeur de ce service peut être négligée.

2.2.4. Services de régulation

Les mangroves fournissent de nombreux services de régulation, comme la protection et stabilisation côtière, la régulation du climat global, l'épuration des eaux continentales ou le rôle de nourricerie pour des espèces d'intérêt halieutique.

2.2.4.1. *Protection et stabilisation côtière*

Pour le service de protection et stabilisation côtière, lié notamment à la capacité des mangroves à atténuer la force des vagues et à piéger les sédiments, il est possible de transférer les valeurs calculées par d'autres études en les pondérant par les PIB par habitant. Par exemple, des études aux Samoa américaines et au Belize ont calculé les coûts associés au remplacement des mangroves par des digues artificielles qui protégeraient la côte de la même façon (Cooper et al., 2009; Spurgeon et al., 2004). Il a été calculé, sur la base de ces études, que la valeur moyenne de la protection par unité de PIB par habitant est de 39 € (Borot de Battisti et al., 2013; Failler et al., 2010). En utilisant les valeurs des PIB par habitant dans les zones d'étude (Ministère des outre-mer, DéGéOM/SEPDE/DSSIOM, 2013), le service de protection et stabilisation côtière est estimé à 8 064 €/ha/an en Martinique, 7 276 €/ha/an en Guadeloupe, 5 601 €/ha/an en Guyane et 3 097 €/ha/an à Mayotte. La méthode des coûts de remplacement peut toutefois surestimer la valeur réelle du service, puisqu'en réalité seules les portions de mangroves situées entre des infrastructures et le littoral sont réellement utiles pour la protection (par exemple en Guyane). Cependant, les données disponibles sont insuffisantes pour utiliser la méthode des dommages évités, plus précise dans ce cas.

2.2.4.2. *Régulation du climat global*

De nombreuses études évaluent la capacité des mangroves à séquestrer du carbone, tant sous forme de biomasse que dans le sol. Les gammes moyennes varient entre 6 à 8 tonnes de CO₂ par hectare et par an pour la biomasse. L'évaluation la plus précise prenant en compte l'ensemble du cycle du carbone retient la valeur de 6,52 t C/ha/an (Ajonina et al., 2014; Alongi, 2014, 2011; Laffoley and Grimsditch, 2009). Le carbone séquestré dans le sol sous les mangroves est évalué entre 900 et 1 900 t CO₂/ha (Murray et al., 2010; Pascal et al., 2014). La valeur du carbone stocké a été calculée à partir de la valeur tutélaire du CO₂ utilisée lors de l'évaluation des projets d'investissement public. Cette valeur est fixée à 32 € en 2010 avec une augmentation annuelle de 5,8 %, soit une valeur de 42 € par tonne de carbone en 2015. Pour l'ensemble des zones d'étude, la valeur du service de régulation du climat global est estimée à 274 €/ha/an pour la fixation de carbone sous forme de biomasse (flux), et 58 800 €/ha en moyenne pour le carbone stocké dans le sol (stock).

2.2.4.3. *Epuration des eaux continentales*

L'épuration des eaux continentales est un autre service écosystémique associé aux mangroves : une étude sur les capacités bioremédiatrices des mangroves de Mayotte estime que ces écosystèmes peuvent piéger entre 2 244 et 3 638 kg d'azote par hectare et par an dans les premiers 55 centimètres de sédiments (Herteman, 2010). La valeur de ce service a été évaluée aux îles Fidji, avec la méthode des coûts de remplacement, à 2 600 \$/ha/an, soit environ 2 300 €/ha/an (Lal, 2003). En utilisant un transfert de bénéfices et les PIB/habitant des îles Fidji et des zones d'études (France Diplomatie, 2013; Ministère des outre-mer,

DéGéOM/SEPDE/DSSIOM, 2013), ce service est estimé à 12 280 €/ha/an en Martinique, 11 080 €/ha/an en Guadeloupe, 8 529 €/ha/an en Guyane et 3 905 €/ha/an à Mayotte. Comme pour le service de protection et stabilisation côtière, la méthode des coûts de remplacement tend à surestimer la valeur du service d'épuration des eaux continentales, notamment pour la Guyane où la densité de population est trop faible pour utiliser tout le potentiel de ce service.

2.2.4.4. Refuge et nourricerie pour les espèces d'intérêt halieutique

Les mangroves sont en outre des espaces de refuge et de nourricerie pour des espèces d'intérêt halieutique. Des études ont estimé que la concentration de poissons dans les mangroves à *Avicennia* et *Rhizophora* approche les 10,4 tonnes par km² (Rönnbäck et al., 1999) et que 69,9 % des espèces dépassent le stade juvénile et sont commercialisables (Thollot, 1996). En utilisant la même valeur ajoutée brute unitaire que pour le calcul du service lié à la pêche commerciale (9 €/kg) et en déduisant les poissons effectivement pêchés, y compris pour l'autoconsommation, il est possible d'évaluer la valeur annuelle du service de refuge et nourricerie pour les espèces halieutiques. Il est de 1 041 840 € en Guadeloupe, 993 600 € en Martinique, 318 510 € à Mayotte et 45 147 852 € en Guyane. Cette dernière valeur très élevée est cohérente avec l'étendue des mangroves guyanaises (70 000 ha) et représente une valeur d'option indépendante de l'usage effectif des ressources, prise en compte dans l'étude.

2.2.4.5. Refuge pour les espèces remarquables

En plus des espèces halieutiques, les mangroves sont également une zone de refuge et de reproduction importante pour de nombreuses espèces remarquables. Il est possible de citer le Lamantin et l'Ibis rouge en Guyane, deux espèces protégées présentes sur les listes CITES et SPAW (Agence des aires marines protégées, 2009). A Mayotte, les 10 derniers Dugong et trois espèces d'oiseaux menacées d'extinction (le Crabier blanc, le Héron de Humblot, le Drongo de Mayotte) sont dépendants des mangroves. Un plan national d'actions pour la protection Dugong est doté de 446 300 € pour la période 2012 – 2016, soit 89 260 € par an en moyenne (Pusineri and Caceres, 2012). Un autre Plan National d'Actions pour le Crabier blanc est en cours d'élaboration, mais le budget alloué n'est pas connu. En utilisant les dotations pour des espèces similaires, une estimation du budget dédié au Plan National d'Actions pour cet oiseau peut être faite à 218 195 €/an (Burger et al., 2013; Le Nevé et al., 2009; Riethmuller et al., 2012; Salamolard and Fouillot, 2012). Ces valeurs sont difficiles à rapprocher de l'évolution des surfaces de mangroves puisque les espèces peuvent migrer. Elles ne seront pas incluses dans les scénarios pour évaluer les bénéfices de la protection des mangroves par le Conservatoire du littoral.

2.2.4.6. Stockage de polluants

Enfin, une capacité de stockage de polluants par les mangroves a été mise en évidence, mais sa dynamique est encore peu étudiée et la valeur du service n'a pas été estimée (Marchand et al., 2012, 2006b; Saenger and McConchie, 2004; Silva et al., 1990).

2.3. Les scénarios développés

Cette partie présente les deux scénarios utilisés pour évaluer les bénéfices actualisés de la protection des mangroves par la Conservatoire du littoral sur 25 ans. Le taux d'actualisation⁴

⁴ Le taux d'actualisation permet d'apprécier la valeur de flux monétaires futurs à la date d'aujourd'hui et ainsi de comparer et sommer des flux se produisant à des dates différentes. La somme actualisée des flux de services

utilisé correspond à la valeur admise pour les investissements publics, soit 2,5 % par an (Quinet et al., 2013).

2.3.1. Scénario « pas de protection »

Le scénario « pas de protection » correspond à une situation de référence où le Conservatoire du littoral ne protégerait aucune mangrove dans les zones d'étude. Ces milieux naturels seraient donc réduits et dégradés lorsque les pressions sont importantes, à l'horizon 2040 (25 ans). Une revue de la littérature a permis de qualifier les zones les plus menacées, qui pourraient disparaître à l'horizon 2040.

En Guyane, seules les mangroves à proximité immédiate des agglomérations de Cayenne et de Kourou seraient menacées par les activités humaines, soit respectivement 508 ha et 73 ha, pour une surface totale estimée à 581 ha (Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie, 2012). Environ 25 % de cette surface est supposée être perdue à l'horizon 2040 sans actions de protection, soit 145 ha (0,21 % des mangroves de Guyane).

En Guadeloupe, les petites mangroves fortement menacées pourraient disparaître : les mangroves de la Côte Sous-le-vent, de la Côte sud de la Grande Terre et de Marie Galante, la moitié des mangroves des Falaises atlantiques et du Petit Cul-de-Sac Marin. Les mangroves du Grand Cul-de-Sac Marin, protégées par une Réserve naturelle, ne subiraient qu'une perte surfacique limitée à 5 % (Vaslet et al., 2013). De la même façon, la moitié des mangroves de Saint-Martin est supposée disparaître, soit 13 ha. L'ensemble correspondrait donc à une perte d'environ 391 ha (ou 13,2 %) de mangroves en Guadeloupe et à Saint-Martin.

L'inventaire des zones humides de Martinique présente des indicateurs de pression et de vulnérabilité de 0 à 5 pour chaque mangrove. Celles qui subissent des menaces de niveau 4 et une vulnérabilité de niveau égal ou supérieur à 3 sont considérées comme perdues. Celles qui subissent des menaces de niveau 4 et une vulnérabilité de niveau inférieur à 3, ou des menaces de niveau 3 et une vulnérabilité de niveau égal ou supérieur à 3 sont supposées perdre la moitié de leur surface. La destruction des mangroves représente ainsi environ 312 ha en Martinique, soit 15,2 % des surfaces (Gayot and Laval, 2006).

L'atlas des mangroves de Mayotte présente les menaces et l'évolution des surfaces des principales mangroves de l'île. Sans protection du Conservatoire du littoral, nous supposons que les mangroves de Kani-Kéli / Kani-bé, Mangajou, Bandraboua, Kawéni, Mahabou-Baobab, Tzoundzou-Passamaïnti, Dembeni, Mronabéja / Passi Kéli, Kangani, Dapani et Mzouazia disparaissent, soit 195 ha environ (26,5 % des surfaces) (Laulan et al., 2006).

Ces estimations sont cohérentes avec les tendances observées au niveau mondial, de l'ordre de 1 % de pertes surfaciques par an (de Almeida et al., 2016).

2.3.2. Scénario « protection de 40 000 hectares de mangroves »

Le scénario « protection de 40 000 hectares de mangroves » correspond à l'atteinte des objectifs de protection du Conservatoire dans les zones d'étude. Il correspond à la protection, via l'acquisition foncière, de l'ensemble des mangroves de Guadeloupe (2 950 ha), Saint-Martin (26 ha), Martinique (2 060 ha), Mayotte (735 ha) et 34 229 ha en Guyane, dont les mangroves jouxtant les agglomérations de Cayenne et de Kourou. Les menaces principales pour les

écosystémiques générés sur une période donnée détermine les bénéfices économiques actualisés des mangroves sur cette période.

mangroves des zones d'étude concernent l'urbanisation et l'artificialisation des espaces (mitage progressif des milieux naturels par de nombreux aménagements localisés, dédiés à des usages divers, qui rompent les dynamiques écologiques). L'acquisition foncière, et donc la maîtrise des aménagements réalisés sur les terrains concernés, apparaît donc comme une solution adaptée pour assurer la protection effective des écosystèmes, de leurs fonctions écologiques et services associés.

En outre, cette protection peut s'accompagner d'opérations de surveillance préventive pour éviter les dégradations, de maintenance et d'entretien pour maintenir la qualité et la propreté des espaces, de la mise en place d'un cahier des charges agricole pour les exploitations à proximité des mangroves, de la limitation des rejets d'eaux usées pour limiter les risques de dystrophie des milieux, de la création de nouveaux centres d'accueil sur les sites du Conservatoire, du développement de l'éco-tourisme par la généralisation d'un label type « marque de confiance » pour les établissements touristiques proposant des excursions sur les sites, de l'association de la population à la gestion des sites et d'une augmentation du nombre d'animations pédagogiques et d'interventions en classe.

3. Résultats

3.1. Synthèse des valeurs des services écosystémiques

Le Tableau 1 présente une synthèse des valeurs des services écosystémiques fournis par un hectare de mangrove dans les zones d'étude. Les valeurs (exprimées en euros/ha/an) correspondent à des flux annuels, sauf pour le service de séquestration de carbone dans le sol qui correspond à un stock à l'équilibre. Les codes à la suite des valeurs renvoient aux méthodes d'évaluation utilisées (détaillées en bas de tableau).

Tableau 1 : Synthèse des valeurs des services écosystémiques fournis par les mangroves des zones d'étude en 2015

	Guyane	Guadeloupe et St-Martin	Martinique	Mayotte
<i>Services d'approvisionnement</i>				
<i>Pêche commerciale*</i>	296 VAB	168 VAB	160 VAB	152 VAB
<i>Pêche vivrière*</i>	/	8 CR	31 VAB	40 CR
<i>Services culturels</i>				
<i>Tourisme – Hébergement et restauration*</i>	2,5 TB	885 TB	2 709 VAB	40 TB
<i>Tourisme – Excursions*</i>	/	1 269 VAB	1 344 VAB	/
<i>Education*</i>	0,2 CAP	9,5 CAP	19 CAP	11,5 CAP
<i>Recherche*</i>	1,4 CAP	62 CAP	127 CAP	32 CAP
<i>Services de régulation</i>				
<i>Protection et stabilisation côtière*</i>	5 601 CR,TB	7 276 CR,TB	8 064 CR,TB	3 097 CR,TB
<i>Régulation du climat global – Flux biomasse*</i>	274 VT	274 VT	274 VT	274 VT
<i>Régulation du climat global – Stockage sol**</i>	58 800 VT	58 800 VT	58 800 VT	58 800 VT
<i>Epuration des eaux continentales*</i>	8 529 CR,TB	11 080 CR,TB	12 280 CR,TB	3 905 CR,TB
<i>Nourricerie pour les espèces halieutiques*</i>	645 VABP	353 VABP	482 VABP	433 VABP

* services écosystémiques en €/ha/an ; ** service écosystémique en €/ha

CAP : Consentement à payer ; CR : Coûts de remplacement ; TB : Transfert des bénéfices ; VAB : Valeur ajoutée brute ; VABP : Valeur ajoutée brute potentielle ; VT : Valeur tutélaire

Cette évaluation permet de distinguer la Guadeloupe et la Martinique d'une part, qui valorisent les services culturels des mangroves (surtout le tourisme), et la Guyane et Mayotte d'autre part qui les valorisent moins. Les services de régulation comptent pour 84 % à 98 % de la valeur totale estimée.

3.2. Conséquences des scénarios sur la fourniture de services

Les deux scénarios présentés considèrent des variations des surfaces des mangroves et donc de la provision des services écosystémiques associés. Il est supposé que les services d’approvisionnement et de régulation évoluent dans les mêmes proportions que les surfaces des mangroves, et qu’une surface de mangrove perdue ne fournira plus aucun service (étant donné qu’elle sera artificialisée). Les services culturels, eux, ne sont pas directement dépendants des surfaces puisque les activités touristiques, éducatives et de recherche peuvent se reporter sur les mangroves restantes si certaines disparaissent. La destruction des mangroves dans le cadre du scénario « pas de protection » n’impacte donc pas ces services, mais des actions menées dans le scénario « protection de 40 000 ha de mangroves » peuvent augmenter leur provision en encourageant l’écotourisme ou les excursions pédagogiques par exemple. Notamment en Guyane et à Mayotte où le tourisme est encore très peu développé, de forts potentiels de valorisation des services culturels des mangroves existent à l’horizon 2040.

Le Tableau 2 présente les variations quantitatives retenues pour la valeur totale des services écosystémiques fournis par les mangroves des zones d’étude.

3.3. Bénéfices de la protection par le Conservatoire du littoral

Sur l’ensemble des zones d’étude, la plus-value de la protection par le Conservatoire du littoral de 40 000 hectares de mangroves pendant 25 ans est estimée à 243 306 409 €₂₀₁₅. En réalité, les bénéfices de cette protection sont bien plus importants en Martinique (43 843 €₂₀₁₅/ha), à Mayotte (33 642 €₂₀₁₅/ha) et en Guadeloupe (plus Saint-Martin) (33 173 €₂₀₁₅/ha) que la moyenne de Guyane (863 €₂₀₁₅/ha). Ceci s’explique par les faibles pressions anthropiques exercées globalement sur les mangroves guyanaises (hors agglomération de Cayenne et de Kourou) qui n’impactent que faiblement ces écosystèmes, même en l’absence de protection, et à la non prise en compte de la valeur de la biodiversité qui aurait été très importante en Guyane (Tableau 3). Toutefois, en se concentrant sur les mangroves des agglomérations de Cayenne et de Kourou seules, les bénéfices de la protection par le Conservatoire du littoral sont supérieurs aux autres territoires (50 846 €₂₀₁₅/ha). En effet avec nos scénarios, l’ensemble des bénéfices calculés de cette protection sont localisés dans ces agglomérations où les menaces sont importantes.

Les services de régulation sont responsables de 90 % de ces bénéfices, et jusqu’à 98 % à Mayotte. Les services culturels liés au tourisme bénéficient également de cette protection en Martinique et en Guadeloupe (Figure 7). L’ensemble des bénéfices estimés, à l’exception de ceux liés à la régulation du climat global, correspondent à des bénéfices locaux pour les territoires et populations.

Les bénéfices de la protection des mangroves de l'outre-mer français par le Conservatoire du littoral : une évaluation économique à l'horizon 2040

Tableau 2 : Variations quantitatives retenues pour la valeur totale des services écosystémiques à l'horizon 2040

	« Pas de protection »				« Protection de 40 000 ha »			
	Guyane	Guadel ^g	Martin ^m	Mayotte	Guyane	Guadel ^g	Martin ^m	Mayotte
<i>Services d'approvisionnement^t</i>								
<i>Pêche commerciale*</i>	- 0,2 %	- 13,2 %	- 15,2 %	- 26,5 %	0 %	0 %	0 %	0 %
<i>Pêche vivrière*</i>	/	- 13,2 %	- 15,2 %	- 26,5 %	/	0 %	0 %	0 %
<i>Services culturels</i>								
<i>Tourisme – Hébergement et restauration*</i>	0 %	0 %	0 %	0 %	+ 100 %	+ 20 %	+ 20 %	+ 100 %
<i>Tourisme – Excursions*</i>	/	0 %	0 %	/	/	+ 20 %	+ 20 %	/
<i>Education*</i>	0 %	0 %	0 %	0 %	+ 15 %	+ 15 %	+ 15 %	+ 15 %
<i>Recherche*</i>	0 %	0 %	0 %	0 %	+ 15 %	+ 15 %	+ 15 %	+ 15 %
<i>Services de régulation</i>								
<i>Protection et stabilisation côtière*</i>	- 0,2 %	- 13,2 %	- 15,2 %	- 26,5 %	0 %	0 %	0 %	0 %
<i>Régulation du climat global – Flux biomasse*</i>	- 0,2 %	- 13,2 %	- 15,2 %	- 26,5 %	0 %	0 %	0 %	0 %
<i>Régulation du climat global – Stockage sol**</i>	- 0,2 %	- 13,2 %	- 15,2 %	- 26,5 %	0 %	0 %	0 %	0 %
<i>Epuration des eaux continentales*</i>	- 0,2 %	- 13,2 %	- 15,2 %	- 26,5 %	0 %	0 %	0 %	0 %
<i>Nourricerie pour les espèces halieutiques*</i>	- 0,2 %	- 13,2 %	- 15,2 %	- 26,5 %	0 %	0 %	0 %	0 %

* variation de la valeur des services écosystémiques en €/an ; ** variation de la valeur du service écosystémique en €

^g Guadeloupe et Saint-Martin ; ^m Martinique ; ^t Services d'approvisionnement

Tableau 3 : Bénéfices actualisés de la protection par le Conservatoire du littoral des mangroves jusqu'en 2040 (en €₂₀₁₅)

	Bénéfices de la protection sur 25 ans				
	Guyane (entière)	Cayenne - Kourou	Guadeloupe et St-Martin	Martinique	Mayotte
<i>Services d'approvisionnement</i>					
<i>Pêche commerciale</i>	375 629 €	375 629 €	564 561 €	433 400 €	256 148 €
<i>Pêche vivrière</i>	/	/	27 154 €	82 740 €	66 745 €
<i>Services culturels</i>					
<i>Tourisme – Hébergement et restauration</i>	1 506 904 €	1 506 904 €	4 509 601 €	9 642 635 €	255 504 €
<i>Tourisme – Excursions</i>	/	/	6 469 897 €	4 782 949 €	/
<i>Education</i>	20 063 €	20 063 €	36 082 €	50 923 €	10 918 €
<i>Recherche</i>	122 477 €	122 477 €	238 016 €	339 114 €	30 483 €
<i>Services de régulation</i>					
<i>Protection et stabilisation côtière</i>	7 114 009 €	7 114 009 €	24 696 253 €	21 816 890 €	5 211 345 €
<i>Régulation du climat global – Flux biomasse</i>	912 565 €	912 565 €	2 438 671 €	1 943 825 €	1 209 148 €
<i>Régulation du climat global – Stockage sol</i>	7 837 978 €	7 837 978 €	20 945 637 €	16 695 426 €	10 385 321 €
<i>Epuration des eaux continentales</i>	10 832 956 €	10 832 956 €	37 607 819 €	33 223 142 €	6 571 822 €
<i>Nourricerie pour les espèces halieutiques</i>	819 196 €	819 196 €	1 188 246 €	1 304 928 €	729 290 €
TOTAL	29 541 776 €	29 541 776 €	98 721 936 €	90 315 972 €	24 726 724 €
TOTAL / ha protégé	863 €	50 846 €	33 173 €	43 843 €	33 642 €

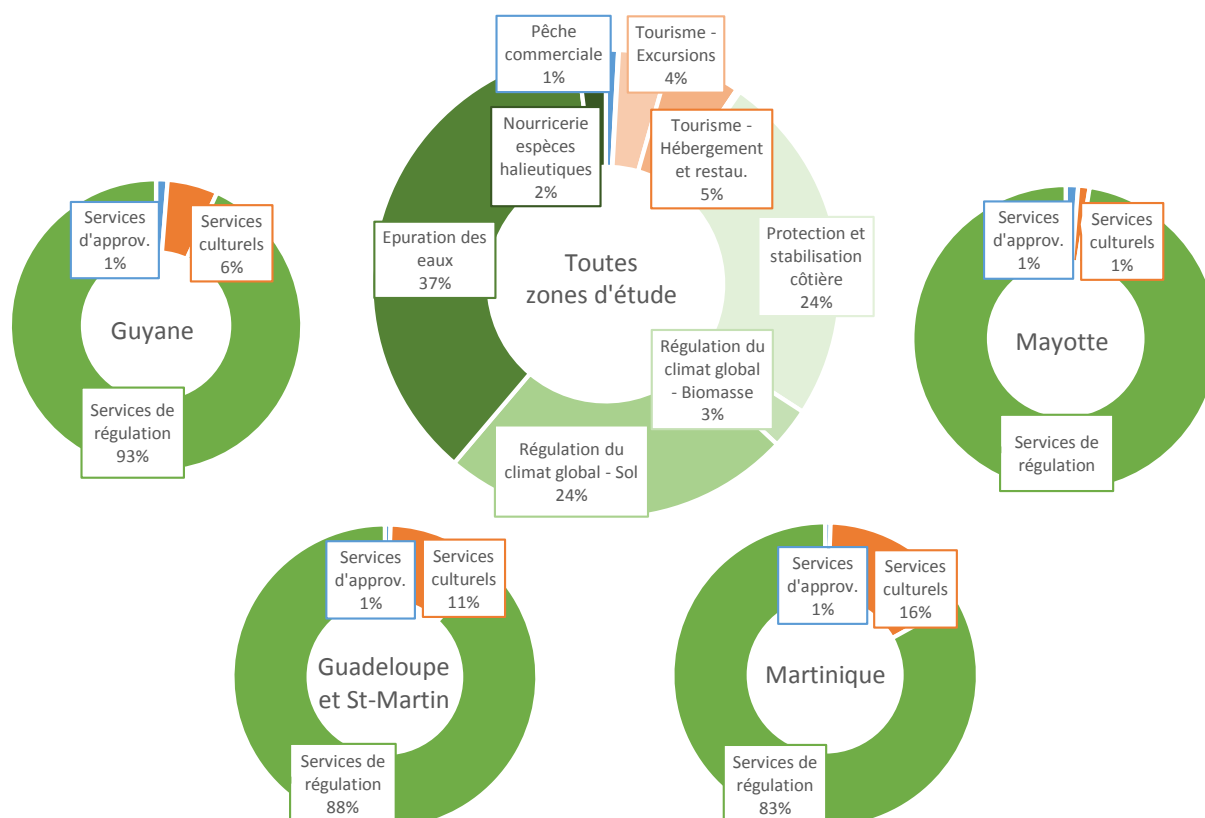


Figure 7 : Synthèse des bénéfices de la protection des mangroves sur 25 ans par le conservatoire du littoral

4. Discussion

Cette étude est cohérente avec la littérature, où les services de régulation forment une large part de la valeur des services écosystémiques des mangroves (Barbier et al., 2011; Huxman et al., 2015). Les valeurs des services eux-mêmes sont également comparables à celles calculées dans des travaux similaires, sauf pour le service de régulation du climat global qui est plus important dans cette étude. Ceci est dû d'une part au prix du carbone choisi, bien plus élevé que sur les marchés de quotas échangeables mais conforme au contexte français, et d'autre part à la prise en compte du carbone stocké dans le sol sous les mangroves, parfois omis. Cet écart souligne l'importance de la contextualisation des évaluations de services écosystémiques, et les précautions nécessaires pour l'interprétation des valeurs issues de transferts de bénéfices.

Les résultats de cette étude, tant pour les services écosystémiques que pour la plus-value de la protection des mangroves, offrent une synthèse utile pour conforter les objectifs du Conservatoire du littoral et confirmer la pertinence du zonage de sa stratégie pour l'acquisition des mangroves. Toutefois, les approximations et omissions nécessaires à la faisabilité de l'étude empêchent toute tentative de définition de la valeur « réelle » ou « totale » des mangroves d'outre-mer ou de leur protection. Par exemple, la biodiversité exceptionnelle des mangroves guyanaises n'apparaît pas dans les bénéfices économiques de leur protection, mais pourrait justifier à elle seule la protection de certains écosystèmes. En outre, les coûts d'opportunité liés à la destruction des mangroves (bénéfices des infrastructures construites par exemple) n'ont pas été pris en compte. L'approche développée dans cette étude apparaît ainsi moins pertinente pour les zones peu densément peuplées et faiblement menacées par les activités humaines : les résultats obtenus dans ces zones (Guyane hors agglomérations de Cayenne et Kourou) semblent peu robustes.

En plus du maintien de la fourniture des services écosystémiques, la protection des mangroves par le Conservatoire du littoral permet de maintenir les valeurs de non-usage. Ces valeurs patrimoniales sont associées au maintien de ces écosystèmes indépendamment des usages qui en sont faits, pour les populations actuelles et les générations futures. Pour exemple, la valeur accordée à l'action de préservation par le Conservatoire et ses partenaires à l'horizon 2050 est évaluée à 280 millions d'euros par an, tous sites confondus (Binet et al., 2015). La valeur de non-usage des écosystèmes du Prêcheur en Martinique a été évaluée à 55 millions d'euros par an (Binet et al., 2013a).

Enfin, l'état de santé des mangroves des zones d'étude n'a pas pu être évalué et n'est donc pas intégré dans les calculs de la valeur des services écosystémiques. Pourtant, la protection du Conservatoire du littoral ne se limite pas exclusivement à l'acquisition foncière des surfaces et peut aussi se manifester par des opérations de surveillance, de maintenance ou de nettoyage susceptibles d'augmenter la qualité des services écosystémiques fournis par les milieux. Dans ce contexte, les partenariats stratégiques entre le Conservatoire du littoral et les gestionnaires des sites semblent particulièrement importants et sont à même d'amplifier les bénéfices de la protection des mangroves.

Ces considérations n'éclipsent pas pour autant les résultats de cette étude, qui vise principalement à fournir un support de plaidoyer pour le Conservatoire du littoral pour l'atteinte de ses objectifs de protection. Le caractère inaliénable de la protection par le Conservatoire du littoral permet d'assurer la réalisation de la valeur d'option des mangroves protégées à long terme. Ainsi, les bénéfices actualisés de leur protection sur 25 ans ne sont pas « consommés », mais répétés tous les ans. Ils permettent en outre de constituer un vrai coût d'opportunité lié à la protection des mangroves à opposer aux projets d'investissement et d'artificialisation, et de sensibiliser les populations locales aux enjeux et opportunités de la conservation des mangroves, trop souvent perçues comme des milieux insalubres et inutiles (Klein, 2003). Les résultats mettent finalement l'accent sur le fait que ces mangroves sont loin d'être économiquement inertes.

Remerciements

Cette étude a été financée avec le soutien de la Fondation P&G pour la protection du littoral et l'appui technique des équipes du Conservatoire du littoral.

Bibliographie

- Agardy, T., Alder, J., Dayton, P., Curran, S., Kitchingman, A., Wilson, M., Catenazzi, A., Restrepo, J., Birkeland, C., Blaber, S., Saifullah, S., Branch, G., Boersma, D., Nixon, S., Dugan, P., Davidson, N., Vörösmarty, C. (2005). "Coastal Systems", dans *Ecosystems and Human Well-Being: Current State and Trends*.
- Agence des aires marines protégées (2010). "Analyse Stratégique Régionale Martinique - Synthèse des connaissances".
- Agence des aires marines protégées (2009). "Analyse Stratégique Régionale Guyane - Synthèse des connaissances".
- Ajonina, G., Kairo, J.G., Grimsditch, G., Sembres, T., Chuyong, G., Mibog, D.E., Nyambane, A., FitzGerald, C. (2014). "Carbon pools and multiple benefits of mangroves in Central Africa; Assessment for REDD+".
- Alongi, D.M. (2014). "Carbon Cycling and Storage in Mangrove Forests", *Annual Review of Marine Science*, 6: 195–219.

- Alongi, D.M. (2011). "Carbon payments for mangrove conservation: ecosystem constraints and uncertainties of sequestration potential", *Environmental Science & Policy*, 14: 432–470.
- Alongi, D.M. (2008). "Mangrove forests: Resilience, protection from tsunamis, and responses to global climate change", *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 76: 1–13.
- Anthony, E.J., Gratiot, N. (2012). "Coastal engineering and large-scale mangrove destruction in Guyana, South America: Averting an environmental catastrophe in the making", *Ecological Engineering*, 47: 268–273.
- Artigas, L.F., Vendeville, P., Leopold, M., Guiral, D., Ternon, J.-F. (2003). "Marine biodiversity in French Guiana: estuarine, coastal, and shelf ecosystems under the influence of Amazonian waters", *Gayana*, 67.
- Association Nationale de la Recherche et de la Technologie (2015). "Esprit scientifique, Esprit d'entreprise", CIFRE Conventions.
- Balicchi, J., Bini, J.-P., Daudin, V., Actif, N., Rivière, J. (2014). "Mayotte, département le plus jeune de France", *INSEE Première*, n°1488.
- Baltzer, F., Allison, M., Fromard, F. (2004). "Material exchange between the continental shelf and mangrove-fringed coasts with special reference to the Amazon–Guianas coast", *Marine Geology*, 2008: 115–126.
- Barbier, E.B. (2016). "The protective service of mangrove ecosystems: A review of valuation methods - Marine Pollution Bulletin special issue: "Turning the tide on mangrove loss"", *Marine Pollution Bulletin*.
- Barbier, E.B., Hacker, S.D., Kennedy, C., Koch, E.W., Stier, A.C., Silliman, B.R. (2011). "The value of estuarine and coastal ecosystem services", *Ecological Monographs*, 81: 169–193.
- Binet, T., Borot de Battisti, A., Diazabakana, A., Smidt, O. (2015). "Bénéfices patrimoniaux de la protection des sites du Conservatoire du Littoral".
- 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*, URL, <<http://etudescaribeennes.revues.org/6620>>, n°26.
- Binet, T., Failler, P., Maréchal, J.-P. (2013b). "Etude "approche des éléments de la valeur économique totale du parc national de la Guadeloupe". Module 331 – Services écologiques des écosystèmes du Parc national de Guadeloupe : identification et évaluation économique".
- Borot de Battisti, A., Binet, T., Failler, P., Maréchal, J.-P., Therme, T. (2013). "Détermination de la valeur d'usage indirect et de non-usage des récifs coralliens et écosystèmes associés de Guadeloupe", Rapport final, IFRECOR.
- Brander, L.M., Wagtendonk, A.J., Hussain, S.S., McVittie, A., Verburg, P.H., de Groot, R.D., van der Ploeg, S. (2012). "Ecosystem service values for mangroves in Southeast Asia: A meta-analysis and value transfer application", *Ecosystem Services*, 1: 62–69.
- Brossard, M., Imbert, D., Menard, S., Cuny, P. (1991). La mangrove de la Baie de Fort-de France : relations sols-végétation et dynamique actuelle. Rapport PNUE.
- Brugneaux, S., Pierret, L., Mazataud, V. (2004). "Les agressions d'origine anthropique sur le milieu marin côtier et leurs effets sur les écosystèmes coralliens et associés de la Martinique".
- Burger, J., Hiessler, N., Ponchon, C., Vincent-Martin, N. (2013). "Plan national d'actions en faveur de l'Aigle de Bonelli, *Aquila fasciata* (2014-2023)".
- Buttifiant, A., Mège, S., Marie, A., Delloue, X., Vincent, C. (2008). "Plan de gestion de la Réserve Naturelle du Grand Cul-de-sac Marin 2009-2013".
- Camus, M., Neiss, M. (2014). "Près de 500 000 touristes en Guadeloupe en 2013, une année record", *INSEE Analyses*, n°2.
- Conservatoire du littoral (2016). Les chiffres clés du littoral - 2015.
- Cooper, E., Burke, L., Bood, N. (2009). "Coastal Capital: Belize The Economic Contribution of Belize's Coral Reefs and Mangroves".
- Cormier-Salem, M.-C. (1999). "Rivières du sud. Sociétés et mangroves ouest-africaines", IRD Editions.
- de Almeida, L.T., Sampaio Olimpio, J.L., Pantalena, A.F., de Almeida, B.S., de Oliveira Soares, M. (2016). "Evaluating ten years of management effectiveness in a mangrove protected area", *Ocean and Coastal management*, 125: 29–37.
- Desvergne, M., Vincent, C. (2010). "Comment concilier valorisation touristique et protection de l'écosystème mangrove dans la baie du Grand Cul de Sac Marin ?"

Deuxième feuille de route pour la transition écologique (2013).

- Failler, P., Borot de Battisti, A., Binet, T., Violas, L. (2013). "Conséquences de la création de l'aire marine régionale du Prêcheur (Martinique) sur la pêche martiniquaise", *Etudes caribéennes*, URL, <<https://etudescaribeennes.revues.org/6644>>, n°26.
- Failler, P., Pètre, E., Binet, T., Maréchal, J.-P. (2015). "Valuation of marine and coastal ecosystem services as a tool for conservation: The case of Martinique in the Caribbean", *Ecosystem Services*, 11: 67–75.
- Failler, P., Pètre, E., Maréchal, J.-P. (2010). "Détermination de la valeur socio-économique des récifs coralliens des mangroves et herbiers de phanérogames de la Martinique", Rapport final, IFRECOR.
- FAO (2005). "Evaluation des ressources forestières mondiales 2005. Etude thématique sur les mangroves. Guadeloupe : profil national".
- Flower, J.-M. (2004). "Dérèglements durables de la dynamique de la végétation dans les mangroves des Petites Antilles : problèmes de régénération forestière après mortalité massive liée à des perturbations naturelles", Rapport de thèse.
- France Diplomatie (2013). "Dossiers pays, Iles Fidji, Présentation de Fidji", URL, <<http://www.diplomatie.gouv.fr/fr/dossiers-pays/iles-fidji/presentation-de-fidji/>>.
- François, O., Pascal, N., Meral, P. (2012). "Analyse Coût-Bénéfice des Mesures de Gestion des Récifs Coralliens et Mangroves : Revue Méthodologique", Rapport final, IFRECOR.
- Fromard, F., Puig, H., Mougin, E., Marty, G., Betoulle, J.L., Cadamuro, L. (1998). "Structure, above-ground biomass and dynamics of mangrove ecosystems: new data from French Guiana", *Oecologia*, 115: 39–53.
- Fromard, F., Vega, C., Proisy, C. (2004). "Half a century of dynamic coastal change affecting mangrove shorelines of French Guiana. A case study based on remote sensing data analyses and field surveys", *Marine Geology*, 208: 265–280.
- Gaillard, J., Frouté, O., Sourisseau, E., Bocklé, J. (2004). "La scolarisation à Mayotte par l'Education Nationale (1975-2002)", *INSEE Infos*, n°15.
- Gayot, M., Laval, S. (2006). "Inventaire des zones humides de la Martinique", Rapport de synthèse.
- Gilman, E., van Lavieren, H., Ellison, J., Jungblut, V., Wilson, L., Areki, F., Brighthouse, G., Bungitak, J., Dus, E., Henry, M., Sauni Jr., I., Kilman, M., Matthews, E., Teariki-Ruatu, N., Tukia, S., Yuknavage, K. (2006). "Pacific Island Mangroves in a Changing Climate and Rising Sea", *UNEP Regional Seas Reports and Studies*, N°179.
- Gilman, E.L., Ellison, J., Duke, N.C., Field, C. (2008). "Threats to mangroves from climate change and adaptation options: A review", *Aquatic Botany* 89: 237–250.
- Giri, C., Ochieng, E., Tieszen, L.L., Zhu, Z., Singh, A., Loveland, T., Masek, J., Duke, N. (2010). "Status and distribution of mangrove forests of the world using earth observation satellite data", *Global Ecology and Biogeography*.
- Gragnic, B., Horatus-Clovis, H. (2014). "L'état de l'école en Guyane : des progrès à poursuivre", *INSEE Analyses*, n°4.
- Herteman, M. (2010). "Evaluation des capacités bioremédiatrices d'une mangrove impactée par des eaux usées domestiques. Application au site pilote de Malamani, Mayotte", Rapport de thèse.
- Huxman, M., Emerton, L., Kairo, J., Munyi, F., Abdirizak, H., Muriuki, T., Nunan, F., Briers, R.A. (2015). "Applying Climate Compatible Development and economic valuation to coastal management: A case study of Kenya's mangrove forests", *Journal of Environmental Management*, 157: 168–181.
- Ifremer, délégation Guyane (2013). "Viabilité des systèmes halieutiques - Pêche côtière", URL, <<http://www.ifremer.fr/guyane/Nos-activites/Viabilite-des-systemes-halieutiques/PECHE-COTIERE>>.
- Imbert, D. (2002). "Impact des ouragans sur la structure et la dynamique forestières dans les mangroves des Antilles", *Bois et Forêts des tropiques*, 273.
- Imbert, D., Bland, F., Russier, F. (1988). "Les milieux humides du littoral de la Guadeloupe", ONF éditions.
- Impact Mer, Bios, IGED (2015). "Inventaire des zones humides de la Martinique. Mise à jour de l'inventaire, évolution temporelle des zones humides et préconisations générales de gestion", Rapport pour : PNRM, DEAL, ODE.

- INED (2011). "Pyramides des âges : population par âge des départements, territoires et collectivités d'outre-mer".
- IRD, centre de La Réunion (2012). "Poissons des Mangroves de Mayotte", URL, <<http://www.la-reunion.ird.fr/recherche-et-missions/programmes-de-recherche/ecosystemes-biodiversite-et-securite-alimentaire/poissons-des-mangroves-de-mayotte>>.
- Klein, J. (2003). "La mangrove : un modèle de développement touristique durable ?", *Géococonfluences*.
- Kwata (2015). "Contez-nous le lamantin", URL, <<http://www.kwata.net/index.php?pg=87>>.
- Laffoley, D., Grimsditch, G., (2009). "The Management of Natural Coastal Carbon Sinks", IUCN.
- Lal, P. (2003). "Economic valuation of mangroves and decision-making in the Pacific", *Ocean & Coastal Management*, 46: 823–844.
- Laulan, P., Robbé, C., M'changama, M., Ali Sifari, B., Barthelat, F., Rolland, R. (2006). "Atlas des mangroves de Mayotte".
- Laurans, Y., Mermet, L. (2014). "Ecosystem services economic valuation, decision-support system or advocacy?", *Ecosystem Services*, 7: 98–105.
- Laurans, Y., Rankovic, A., Billé, R., Pirard, R., Mermet, L. (2013). "Use of ecosystem services economic valuation for decision making: Questioning a literature blindspot", *Journal of Environmental Management*, 119: 208–219.
- le Curieux, V. (2005). "La réserve Naturelle de l'Amana ou la gestion complexe de la Nature".
- Le Nevé, A., Bargain, B., Latraube, F., Provost, P. (2009). "Plan national d'actions le Phragmite aquatique, *Acrocephalus paludicola* (2010-2014)".
- 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", *Global Ecology and Biogeography*, 23: 726–743.
- Lerandy, Y., Chery, V., Doré, R., Laune, P., Venumiere, N., Biron, S., Nicolas, J.C. (2013). "Plan de gestion 2013–2017 Réserve naturelle de la Caravelle".
- Liquete, C., Piroddi, C., Drakou, E.G., Gurney, L., Katsanevakis, S., Charef, A., Egoh, B. (2013). "Current Status and Future Prospects for the Assessment of Marine and Coastal Ecosystem Services: A Systematic Review", *PLoS ONE*, 8.
- Locatelli, B. (2016). "Ecosystem Services and Climate Change", dans *Routledge Handbook of Ecosystem Services*. London and New York: 481–490.
- Marchand, C., Albéric, P., Lallier-Vergès, E., Baltzer, F. (2006a). "Distribution and characteristics of dissolved organic matter in mangrove sediment pore waters along the coastline of French Guiana", *Biogeochemistry*, 81: 59–75.
- Marchand, C., Fernandez, J., Moreton, B., Landi, L., Lallier-Vergès, E., Baltzer, F. (2012). "The partitioning of transitional metals (Fe, Mn, Ni, Cr) in mangrove sediments downstream of a ferralitised ultramafic watershed (New Caledonia)", *Chemical Geology*, 300–301: 70–80.
- Marchand, C., Lallier-Vergès, E., Baltzer, F., Albéric, P., Cossa, D., Baillif, P. (2006b). "Heavy metals distribution in mangrove sediments along the mobile coastline of French Guiana", *Marine Chemistry*, 98: 1–17.
- Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie (2012). "CORINE Land Cover. Inventaire biophysique de l'occupation des sols".
- Ministère de l'Éducation nationale (2013). "Année scolaire 2013-2014 : la refondation de l'École fait sa rentrée", URL, <<http://www.education.gouv.fr/cid73417/annee-scolaire-2013-2014-refondation-ecole-fait-rentree.html>>.
- Ministère des outre-mer, DéGéOM/SEPDE/DSSIOM (2013). "La France des outre-mer : présentation et chiffres clés".
- Moisan, C., Esquieu, P., Bernardi, A., Voiret, F. (2014). "L'Etat de l'école 2014. Coûts. Activités. Résultats. 32 indicateurs sur le système éducatif français", Ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche.
- Mouillet, D., Saffache P., Transler A.L. (2006). "L'orpaillage en Guyane française : synthèse des connaissances", *Etudes caribéennes*, URL, <<https://etudescaribeennes.revues.org/753>>, n°4.
- Mumby, P.J. (2006). "Connectivity of reef fish between mangroves and coral reefs: Algorithms for the design of marine reserves at seascape scales", *Biological Conservation*, 128: 215–222.

Les bénéfices de la protection des mangroves de l'outre-mer français par le Conservatoire du littoral :
une évaluation économique à l'horizon 2040

- Murray, B.C., Jenkins, W.A., Sifleet, S., Pendleton, L., Baldera, A. (2010). "Payments for Blue Carbon Potential for Protecting Threatened Coastal Habitats", Duke Nicholas Institute, policy brief.
- Ouyang, X., Guo, F. (2016). "Paradigms of mangroves in treatment of anthropogenic wastewater pollution", *Science of The Total Environment*, 544: 971–979.
- Parc amazonien de Guyane (2015). "Accès aux ressources génétiques", URL, <<http://www.parc-amazonien-guyane.fr/le-parc-amazonien-de-guyane/la-charte-des-territoires/le-pag-un-acteur-contre-la-biopiraterie/>>.
- Parc naturel marin de Mayotte, Agence des aires marines protégées (2016). "Rapport d'activités 2015".
- Pascal, N. (2011). "Reserve Naturelle de Saint Martin : Valeur économique", Rapport final, IFRECOR.
- Pascal, N., Allenbach, M. (2013). "Récifs coralliens, mangroves et herbiers de Guadeloupe : Valeur économique des services écosystémiques - valeurs d'usages directs et indirects", Rapport préliminaire, IFRECOR.
- Pascal, N., Lepout, G., Allenbach, M., Marchand, C. (2014). "Récifs coralliens, mangroves et herbiers de Mayotte : Valeur économique des services écosystémiques", Rapport final, IFRECOR.
- Pôle Mer Bretagne Atlantique (2012). "Biomango. Comprendre le fonctionnement des écosystèmes des mangroves en Guyane française".
- Prost, M.T., Charron, C. (1992). "L'érosion côtière en Guyane".
- Pusineri, C., Caceres, S. (2012). "Plan National d'Actions en faveur du Dugong, Dugong dugon, volet Mayotte, (2012-2016)".
- Quinet, E., Baumstark, L., Bonnet, J., Croq, A., Ducos, G., Meunier, D., Rigard-Cerison, A., Roquigny, Q., Auverlot, D., Coupé, C., Delache, X., Le Maître, H. (2013). "Evaluation socioéconomique des investissements publics".
- Riethmuller, M., Jan, F., Giloux, Y. (2012). "Plan national d'actions en faveur du Pétrel noir de Bourbon, *Pseudobulweria aterrima* (2012-2016)".
- Rocamora, G. (2004). "Les oiseaux des espaces naturels remarquables de Mayotte".
- Rolland, R., Boullet, V., Quod, P. (2005). "Mayotte : biodiversité et évaluation patrimoniale. Contribution à la mise en oeuvre de l'inventaire ZNIEFF".
- Rönnbäck, P. (1999). "The ecological basis for economic value of seafood production supported by mangrove ecosystems", *Ecological Economics*, 29: 235–252.
- Rönnbäck, P., Troell, M., Kautsky, N., Primavera, J.H. (1999). "Distribution Pattern of Shrimps and Fish Among *Avicennia* and *Rhizophora* Microhabitats in the Pagbilao Mangroves, Philippines", *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 48: 223–234.
- Roussel, E., Duncombe, M., Gabrié, C. (2010). "Les mangroves de l'outre-mer français. Ecosystèmes associés aux récifs coralliens", Conservatoire du Littoral.
- Saenger, P., McConchie, D. (2004). "Heavy metals in mangroves: methodology, monitoring and management", *Envis Forest Bulletin*, 4: 52–62.
- Salamolard, M., Fouillot, D. (2012). "Plan national d'actions en faveur de l'Echenilleur de La Réunion, *Coracina newtoni* (2013-2017)".
- Sathirathai, S., Barbier, E.B. (2001). "Valuing mangrove conservation in Southern Thailand", *Contemporary Economic Policy*, 19: 109–122.
- Silva, C.A.R., Lacerda, L.D., Rezende, C.E. (1990). "Metals reservoir in a red mangrove forest", *Biotropica*, 22: 339–345.
- Spalding, M., Blasco, F., Field, C. (1997). "World Mangrove Atlas", International Society for Mangrove Ecosystems, Okinawa, Japan.
- Spurgeon, J., Roxburgh, T., O'gorman, S., Lindley, R., Ramsey, D., Polunin, N. (2004). "Economic Valuation of Coral Reefs and Adjacent Habitats in American Samoa", *Marine Pollution*, 24: 529–536.
- Taureau, F., Robin, M., Debaine, F. (2015). "Guide méthodologique pour la cartographie des mangroves de l'Outre-mer français".
- TEEB (2010). "The economics of ecosystems and biodiversity: Ecological and economic foundations", Edited by Pushpam Kumar, Earthscan, London and Washington.
- Therme, T. (2014). "Les services d'usage indirect fournis par les écosystèmes marins et côtiers : l'exemple de la Guadeloupe", *Etudes caribéennes*, URL, <<http://etudescaribeennes.revues.org/6790>>, n°27–28.

- Thollot, P. (1996). "Les poissons de mangrove du lagon sud-ouest de Nouvelle-Calédonie", ORSTOM Editions, Etudes et Thèses.
- Tollu, G., de Gaulejac, B., Yvon, C. (2009). "Potentiel écologique des mangroves de Martinique. Caractérisation morphologique et biologique de la frange littorale".
- Uddin, M.S., de Ruyter van Steveninck, E., Stuip, M., Rahman Shah, M.A. (2013). "Economic valuation of provisioning and cultural services of a protected mangrove ecosystem: A case study on Sundarbans Reserve Forest, Bangladesh", *Ecosystem Services*, 5: 88–93.
- Université des Antilles et de la Guyane (2014). Equipe Biologie de la Mangrove. Laboratoire de Biologie Marine, URL, <<http://www2.univ-ag.fr/SAEmangrove/equipe.html>>.
- Valiena, I., Bowen, J.L., York, J.K. (2001). "Mangrove forests: one of the World's threatened major tropical environments", *BioScience*, 51: 807–815.
- Vaslet, A., Chevry, L., Alloncle, N., Brugneaux, S. (2013). "Analyse régionale Guadeloupe, Synthèse des connaissances".
- Véga, C. (2000). "Dynamique côtière et structuration des mangroves en Guyanes française. Analyse du site de Sinnamary sur la période 1951-1999, par télédétection et étude in situ".
- Wong, Y.S., Lan, C.Y., Chen, G.Z., Li, S.H., Chen, X.R., Liu, Z.P., Tam, N.F.Y. (1995). "Effect of wastewater discharge on nutrient contamination of mangrove soils and plants", *Hydrobiologia*, 295: 243–254.
- World Resources Institute (2009). "Value of Coral Reefs & Mangroves in the Caribbean".