

Note: Cette traduction a été établie par le Greffe à des fins internes et n'a aucun caractère officiel

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE	Document	<i>Page</i>
1	Rapport de la Fundación Neotrópica sur la question de la méthode retenue pour l'évaluation des dommages causés à l'environnement (2017)	19
2	Analyse du rapport de M. G. M. Kondolf (CMNI, annexe 2), par M. Colin R. Thorne (2017)	98

ANNEXE 1

RAPPORT DE LA FUNDACIÓN NEOTRÓPICA SUR LA QUESTION DE LA MÉTHODE RETENUE POUR L'ÉVALUATION DES DOMMAGES CAUSÉS À L'ENVIRONNEMENT (2017)

Bernardo Aguilar-González

Marcia Carranza-Vargas

Marco Hidalgo-Chaverri

Adriana Fernández-Sánchez

Rafael Monge-Vargas

Mariano Castro-Jiménez

I. Résumé analytique

En règle générale et en présence d'un régime conventionnel spécifique, la norme en matière d'indemnisation des dommages environnementaux est «la réparation intégrale du préjudice causé». Les principes et méthodologies que la Cour internationale de Justice (CIJ) est censée appliquer pour déterminer les éléments constitutifs d'une réparation intégrale ne sont pas juridiquement fixés à l'avance et devront donc être sélectionnés discrétionnairement par les Juges en fonction des circonstances de l'espèce.

Le présent rapport aborde uniquement la question de la méthodologie adoptée dans les rapports d'experts relatifs à la compensation due dans l'affaire relative à *Certaines activités menées par le Nicaragua dans la région frontalière (Costa Rica c. Nicaragua)*. Compte tenu du délai fixé par la Cour internationale de Justice, il constitue une contribution technique à la réponse en la matière du Gouvernement costa-ricien au contre-mémoire du Nicaragua

Nous avons essayé de démontrer que :

- a) l'affirmation du Nicaragua selon laquelle la méthodologie utilisée pour procéder à une évaluation pécuniaire des dommages environnementaux provoqués par l'incursion illégale dans la zone humide d'importance internationale du nord-est des Caraïbes (Humedal Caribe Noreste ou HCN) est infondée ;
- b) notre méthode d'évaluation pécuniaire s'appuie sur de solides références internationales récentes concernant l'estimation des dommages environnementaux dans les pays tropicaux riches en biodiversité notamment dans leurs zones humides ;
- c) notre méthode d'évaluation pécuniaire correspond aux normes juridiques et à la pratique les plus courantes au Costa Rica, c'est-à-dire dans le pays où se situe la zone endommagée d'Isla Portillos ; toute norme plus édulcorée serait en contradiction avec la législation nationale en vigueur ;
- d) la méthodologie proposée par le Nicaragua sous-estime nettement les dommages environnementaux, y compris en recourant à une comparaison déplacée avec des dommages survenus au début des années 1990 dans des conditions quasiment désertiques ; elle se fonde également sur des hypothèses incompatibles avec le cadre juridique applicable et les faits avérés de l'espèce.

Nous avons présenté une série de précédents juridiques, politiques et judiciaires corroborant l'approche méthodologique utilisée dans notre rapport d'évaluation. Nous les avons complétés par des informations techniques et des rapports d'experts pertinents. En bref, nous pensons avoir démontré que :

- 1) La méthodologie utilisée par la Fundación Neotrópica est largement reconnue au niveau international notamment en ce qui concerne l'évaluation dans des pays comme le Costa Rica riches en biodiversité.

Dans cet ordre d'idées, nous avons résumé pour faciliter la compréhension du lecteur les deux phases ayant permis de procéder à notre étude (la définition d'un cadre méthodologique en trois parties et son application en sept étapes). Nous nous sommes ensuite concentrés sur les sources juridiques et économiques au niveau international permettant de valider deux des trois composants dudit cadre : l'approche axée sur les services écosystémiques et la technique d'estimation des transferts d'avantages (parfois désignée sous son acronyme anglais BTM pour *Benefits Transfer Method*) que Payne et Unsworth (2017) ont décrites comme n'étant pas suffisamment fiables et reconnues pour être utilisées dans ces types d'estimations pécuniaires.

Nous avons produit suffisamment de preuves du caractère infondé de cette opinion. Les précédents juridiques et la doctrine, de même que l'évolution de la littérature économique, démontrent que les exemples de pratiques internationales invoquées par le Nicaragua [principalement les normes de la commission d'indemnisation des Nations Unies (UNCC)] pour justifier leurs affirmations sont dépassées et antérieures à l'approche majoritaire basée sur les services écosystémiques, notamment en ce qui concerne la préservation de la biodiversité. Les décisions les plus récentes de la conférence des parties à la convention sur la diversité biologique, l'évolution de la jurisprudence aux Etats-Unis et en Europe, ainsi que l'opinion autorisée d'experts dans ce domaine (comme Robert Constanza et Rudolf de Groot) démontrent que l'approche axée sur les services écosystémiques est reconnue dans la pratique internationale et ne saurait être considérée comme un simple «outil de sensibilisation».

En ce qui concerne la technique d'estimation des transferts d'avantages, nous avons apporté la preuve entre autres de son utilisation courante. Sur la base des décisions de la conférence des parties à la convention sur la diversité biologique, de documents et d'articles économiques à caractère technique, nous sommes parvenus à identifier les efforts visant à améliorer l'applicabilité de cette technique en facilitant son utilisation notamment pour les pays à revenu faible ou moyen. Ces sources reconnaissent que la méthode a le mérite de pouvoir être utilisée lorsque les auteurs de l'évaluation disposent de ressources insuffisantes pour appliquer tout l'éventail des méthodes d'estimation pécuniaire de la valeur totale dans le délai requis en vue de pouvoir prendre des décisions politiques ou judiciaires pertinentes. Les efforts déployés dans ce domaine ont permis de fixer récemment une série de critères à utiliser dans le cadre de l'évaluation des différentes applications de cette méthodologie bien établie.

Nous avons également présenté la littérature et communiqué l'opinion d'experts concernant la manière dont différents documents RAMSAR reconnaissent la validité à la fois du cadre des services écosystémiques et de la méthode basée sur le transfert d'avantages, parmi toutes les méthodes d'estimation de la valeur totale estimée pour l'évaluation de la valeur économique desdits services et des dommages environnementaux. De plus, nous avons documenté l'application de l'approche axée sur les services écosystémiques et de la méthodologie de la valeur totale estimée dans l'évolution juridique de pays tropicaux riches en biodiversité comme le Costa Rica, en soulignant l'utilisation spécifique de l'étude fondatrice réalisée par Constanza et autres (1997) dans ces instances.

- 2) La méthodologie utilisée par la Fundación Neotrópica est compatible avec la pratique couramment observée par les tribunaux et les milieux universitaires costa-riens.

Nous avons documenté l'évolution des théories juridiques et économiques au Costa Rica en analysant la législation progressiste en vigueur et des décisions judiciaires novatrices prouvant que notre méthodologie est compatible avec la pratique couramment observée par les tribunaux et les milieux universitaires costa-riciens. Ce constat valide le troisième composant de notre cadre méthodologique : la méthode IPS d'évaluation des dommages environnementaux. Les critères et la pratique du tribunal administratif pour l'environnement (TAA), ainsi que le protocole du réseau national des zones de conservation (SINAC) définissant les normes en matière d'évaluation des dommages environnementaux, corroborent notre choix en faveur de cette méthodologie — qui s'est largement imposée dans le pays — pour parvenir aux objectifs recherchés. Cette reconnaissance dépasse les milieux universitaires costa-riciens puisque, en raison de sa fiabilité, la méthodologie IPS est appliquée dans différents pays d'Amérique latine.

Nous avons consacré un passage spécifique à l'application actuelle — par le centre international pour les politiques économiques de développement durable (CINPE) de l'Université nationale — de la méthodologie basée sur le transfert d'avantages aux fins d'évaluation de sept zones humides RAMSAR au Costa Rica. Cette étude constitue un outil de mise en œuvre de la politique nationale de conservation des zones humides et démontre l'acceptation de ladite technique d'estimation parmi les universitaires les plus estimés du pays.

3) Les calculs de la valeur pécuniaire des dommages ont été effectués de manière prudente, pertinente et circonspecte.

Nous avons répondu aux allégations de Payne et Unsworth (2017) et aux allusions de Kondolf (2017) sur notre application de cette méthodologie. Plus spécialement, nous avons recommencé le processus de sélection et de production de preuves justifiant le choix des services écosystémiques à évaluer. Nous formulons la conclusion selon laquelle notre processus sélectif nous a permis de réduire la possibilité de choix redondants.

Nous avons notamment répondu, en invoquant l'opinion d'experts et des rapports techniques, à la critique de ces auteurs selon laquelle ni l'érosion/formation du sol ni l'atténuation des risques naturels ne devraient être incluses. Thorne (2017) nous a permis de rejeter cette opinion en se basant sur l'étude scientifique des sols dans ce type de zones humides et sur l'importance de ces dernières compte tenu de leur reconnaissance internationale et de leur statut de zone publique protégée. En outre, nous avons de nouveau apporté la preuve que cette région est habitée par une population dépendante dudit service. De plus, les preuves techniques communiquées par le SINAC soulignent l'importance du service dans la zone de Portillos après le passage de l'ouragan Otto.

En ce qui concerne l'application des méthodes d'évaluation choisies, nous avons soigneusement examiné les doutes et les objections du Nicaragua relatifs aux estimations effectuées dans le cadre d'une évaluation directe ou des méthodologies axées sur la préférence révélée (en ce qui concerne les arbres sur pied et la formation/prévention de l'érosion du sol). De plus, nous avons examiné les choix opérés en ce qui concerne l'application de la méthode basée sur le transfert d'avantages aux quatre services écosystémiques choisis et aux critères ayant présidé à notre sélection. Nous concluons également que, dans toute la mesure du possible, nous avons réduit la possibilité de parti pris — concernant l'identification des transferts pertinents — susceptible d'affecter l'application de la méthode.

Le Nicaragua prétend, en ce qui concerne nos estimations de l'ensemble des services écosystémiques, que leur annualisation pendant une période de récupération pouvant aller jusqu'à cinquante ans aboutit à une double comptabilisation. Nous avons réfuté cet argument en démontrant la nécessité d'inclure lesdits systèmes dans la valeur nette actuelle de chaque annuité, compte tenu des engagements souscrits par le pays en matière de génération de rapports. Cette pratique, loin d'aboutir à une double comptabilisation, correspond à une application adéquate de la méthodologie IPS. En ce qui concerne notre estimation prudente d'une période de récupération de cinquante ans, l'analyse par Thorne de l'objection de Kondolf mentionne suffisamment de preuves

scientifiques pour écarter la critique du Nicaragua. La même analyse renforce la conclusion selon laquelle les composants de l'écosystème dans la zone endommagée qui mettront le plus longtemps à récupérer sont les arbres abattus, dont l'âge moyen atteignait plus de 100 ans.

En ce qui concerne la comptabilisation de plusieurs services écosystémiques choisis, le Nicaragua avance que nous avons commis une erreur en écartant l'hypothèse d'une reprise de la fourniture des services au fil du temps. Nous prétendons avoir tenu compte de la récupération de l'écosystème en choisissant notre taux d'actualisation aux fins d'estimation de la valeur actuelle nette. Nous sommes également parvenus à la conclusion que notre choix est suffisamment prudent, à l'issue d'une comparaison de celui-ci avec les données de Thorne relatives aux stades successifs et au taux de reconstitution de la forêt tropicale, tels qu'ils apparaissent dans des articles ou études publiés récemment.

Nous terminons notre analyse méthodologique en soulignant deux des principaux défauts de la méthode d'évaluation proposée par le Nicaragua. Tout d'abord, cette méthode est obsolète et inadéquate dans la mesure où elle tend à sous-évaluer les dommages comme cela ressort de l'avis autorisé de Rudolf de Groot et de l'évolution de la littérature et des normes juridiques tels que nous les avons documentés. Plus préoccupant, le choix d'une valeur basée sur des taux de paiement ESP au Costa Rica indique une incompréhension de la nature de ces taux par Payne et Unsworth (2017), dans la mesure où des raisons ne tenant pas uniquement à leur caractère s'opposent à leur utilisation à bon escient en l'espèce. De plus, lesdits taux sont inapplicables aux zones protégées appartenant à l'Etat.

Nous soumettons, aux appendices 6 et 11, deux avis autorisés portant sur la pertinence de nos estimations et émanant respectivement de David Batker, président de Earth Economics, et de Joshua Farley, professeur à l'Université du Vermont. Nous nous ne doutons pas de la supériorité de l'approche que nous avons choisie et de l'application que nous en avons faite sur les deux propositions du Nicaragua. Nous maintenons par conséquent notre estimation de 2 880 745,82 dollars des Etats-Unis comme valeur pécuniaire des dommages environnementaux provoqués par les activités analysées par la Cour dans sa décision de décembre 2015.

II. Références de l'équipe technique

Fundación Neotrópica (FN)

La Fundación Neotrópica (FN) a été fondée en 1985 par un groupe de Costa-riens préoccupés par la situation environnementale régnant dans leur pays, dans le but d'élargir la portée des analyses et des perspectives élaborées par d'autres ONG dans le cadre de leurs efforts de préservation de l'environnement. La Fundación Neotrópica est née pour apporter des solutions aux problèmes empêchant la préservation durable des zones tampons constituées d'aires protégées au Costa Rica et pour aider les communautés à devenir les plus grands partisans d'une protection efficace de l'environnement. Nous n'avons cessé d'apporter notre soutien aux petits et moyens entrepreneurs écologiques et de promouvoir l'utilisation des meilleures pratiques en matière de viabilité et de systèmes de production durables.

La FN a mené à bien des projets techniques dans l'ensemble du Costa Rica et aussi à l'étranger dans des pays tels que le Panama, le Guatemala, Cuba, le Paraguay et le Bénin. Depuis 2009, elle concentre son travail sur la conservation des zones humides costa-riciennes et transfrontières (et plus particulièrement des mangroves) par le biais de son programme de carbone bleu axé sur les communautés (PCAC).

La FN a également défendu la première le recours à des concepts novateurs — comme l'annulation de créances en échange d'actions en faveur de la nature — en matière de protection de l'environnement et de développement durable. Elle s'est imposée comme l'une des voix techniques

les plus crédibles dans le pays et, au-delà, dans toute l'Amérique centrale. Elle a mené, au début de son existence, plusieurs projets ayant eu un grand retentissement (voir l'historique de la Fundación dans l'appendice 12) dans la région d'Osa (qui abrite l'une des plus riches biodiversités au monde) et d'autres parties du pays.

Fidèle à son esprit novateur, la FN s'attache actuellement à exploiter de nouvelles disciplines, réflexions et recherches scientifiques dans des domaines tels que l'économie ou la politique écologique. Elle encourage le recours à des processus participatifs dans le cadre de la résolution de différents environnementaux et la promotion de concepts avancés comme les évaluations fondées sur plusieurs critères, l'évaluation des services et des dommages environnementaux, la dette écologique et la comptabilité biophysique au moyen d'outils comme l'empreinte écologique, hydrique et carbone ou le métabolisme social. Dans le cadre de ses efforts, la Fundación investit beaucoup dans le domaine de l'évaluation des services et des dommages écosystémiques, ce qui lui a valu d'intervenir dans des différends nationaux ou internationaux portant sur l'environnement.

Un travail précurseur en matière d'analyse économique des points d'impacts environnementaux révèle que l'auteur de l'analyse économique élargie requise à cette fin accepte à la fois les implications de l'économie du bien-être et la nécessité d'un travail multidisciplinaire. « Il est inhabituel qu'une seule et même personne dispose de l'éventail des connaissances requis pour évaluer convenablement à la fois les effets économiques et environnementaux d'un projet quelconque » (Dixon et autres, 1994). C'est la raison pour laquelle, aux fins de la préparation de l'évaluation pécuniaire en question (Aguilar-González et autres, 2016) et du présent rapport, Neotrópica a constitué une équipe technique multidisciplinaire disposant d'une expérience et d'une étendue de connaissances suffisantes pour relever le défi posé.

Bernardo Aguilar-González (coordinateur de l'équipe : économie écologique, droit de l'environnement, écologie politique)

Bernardo Aguilar-González est le directeur exécutif de la Fundación Neotrópica : une ONG environnementale technique créée au Costa Rica en 2008 et ayant déjà mené des projets spécialisés et des missions de conseil de grande ampleur dans différents domaines scientifiques associés à la durabilité comme l'économie écologique ou l'écologie politique. Il est professeur associé à la School of Earth Sciences and Environmental Sustainability de la Northern Arizona University et membre de l'Institute for Environmental Diplomacy de l'Université du Vermont. Il a enseigné au Prescott College (Arizona, Etats-Unis) où il a notamment présidé le programme d'études culturelles et régionales. En 24 ans de carrière universitaire, il a acquis une vaste expérience en matière d'économie écologique, d'écologie politique, de développement durable, d'études latino-américaines et de droit de l'environnement (et plus particulièrement de l'évaluation des services écosystémiques et de l'analyse des différends écologiques). Il prépare actuellement un doctorat en gestion des cultures de l'environnement dans le cadre du programme interuniversitaire UNED-UNA-ITCR de sciences naturelles pour le développement au Costa Rica. Il est également titulaire d'une maîtrise en droit agraire et de l'environnement et d'une licence en droit de l'Université du Costa Rica. Il possède aussi une maîtrise en économie agricole et appliquée (bourse Fulbright en économie appliquée, commerce international et économétrie) de l'Université d'Athens, Géorgie, Etats-Unis. Ses publications incluent un livre, plusieurs chapitres de livres, des articles parus dans des revues après approbation du comité de lecture, des critiques de livres, des rapports techniques, ainsi que de nombreux éditoriaux dans divers périodiques. Parmi ses autres activités professionnelles et bénévoles, il convient de citer des discours liminaires, des conférences, des présentations, des interviews radiophoniques et la participation active à plusieurs associations professionnelles et groupes de défense. Depuis 2010, il est président de la société méso-américaine et caribéenne pour l'économie écologique

Marcia Carranza-Vargas (écologie et gestion des ressources marines côtières)

Marcia Carranza-Vargas est coordinatrice de projets techniques à la Fundación Neotrópica où elle travaille depuis huit ans. Sa tâche consiste principalement à coordonner des projets, à organiser des formations et à mener des recherches dans le domaine de la gestion et de la restauration des écosystèmes des zones humides côtières. Dans le cadre de son travail, elle a acquis une vaste expérience en matière de recherche et de suivi des écosystèmes constitués de mangroves, y compris le développement de technologies de culture en pépinière, de méthodes de reforestation, d'enseignement du respect de l'environnement et d'engagement des communautés. Dans ce domaine, elle assume notamment la direction technique du programme de carbone bleu axé sur les communautés (PCAC) de la FN, lequel a obtenu des distinctions internationales. Elle possède aussi une vaste expérience en matière de conservation et de gestion de projets visant des aires protégées pour le compte du réseau national des zones protégées (SINAC) du Costa Rica et du programme national d'annulation de créances en échange d'actions en faveur de la nature. Plus spécialement, elle dirige le développement de la zone protégée de Cerros de Escazú et des plans de gestion de la zone protégée de Tivives, le plan de gestion de la zone de conservation marine de Cabo Blanco et la création d'un arboretum dans la réserve forestière de Golfo Dulce. Elle dirige aussi un projet pour la consolidation du modèle de gouvernance en matière de conservation de la réserve naturelle nationale Barra del Colorado (qui fait partie de la Humedal Caribe Noreste [zone humide d'importance internationale du nord-est des Caraïbes]). Ses diplômes universitaires incluent : une licence en biologie (écologie et développement durable) de l'Universidad Latina de Costa Rica. Elle termine actuellement une maîtrise en gestion des ressources marines côtières de l'Universidad Nacional de Costa Rica et compte soumettre une thèse sur la biomasse et le carbone dans les mangroves de la lacune de Gandoca (située dans la réserve naturelle de Gandoca-Manzanillo sur la côte caribéenne du Costa Rica).

Marco Hidalgo-Chaverri (conservation et gestion de la faune-biologie tropicale)

Directeur du centre de l'OEA pour les études et l'autonomisation des communautés Alvaro Wille Trejos à Rincón, Marco Hidalgo-Chaverri est assistant technique depuis 2010. Il a collaboré du point de vue technique à plusieurs projets de la FN : élaboration des plans de gestion des zones protégées de Cerros de Escazú et de Tivives, création d'un arboretum dans la réserve forestière de Golfo Dulce et consolidation du modèle de gouvernance de la réserve naturelle nationale Barra del Colorado (qui fait partie de Humedal Caribe Noreste). En sa qualité de consultant indépendant, il dispose d'une vaste expérience en matière d'élaboration de plans de gestion. Il a ainsi dirigé l'élaboration du plan de gestion de la baie de Golfito, dans le cadre du projet Golfos de la Fundación Marviva, en collaboration avec le SINAC (grâce à un financement du Fonds pour l'environnement mondial). Il a poursuivi des études de maîtrise en conservation et gestion de la faune dans le cadre du programme régional de gestion de la faune de l'Université nationale du Costa Rica et obtenu une licence en biologie tropicale (option gestion des ressources naturelles) de l'école des sciences biologiques de la même Université.

Adriana Fernandez-Sánchez (ressources naturelles et gestion de l'environnement)

Adriana Fernandez-Sánchez travaille depuis cinq ans à la FN en qualité d'assistante technique en gestion des ressources naturelles et en gestion de l'environnement. Elle apporte son concours à l'exécution de projets communautaires de conservation de mangroves, à des programmes d'éducation environnementale, à des initiatives en matière de tourisme rural au niveau local, à des évaluations économiques de l'environnement, à l'étude de différends environnementaux et à la gestion de zones protégées. Son travail inclut la rédaction de rapports techniques, la documentation, la systématisation et l'analyse d'informations, l'organisation d'ateliers dans des communautés très diverses, le soutien technique et logistique de propositions de projets, des services de consultant et la préparation de plans de gestion de l'environnement et des déchets solides. Les diplômes

d'Adriana de l'UNED [Universidad Estatal a Distancia] (Costa Rica) et une licence en gestion de l'environnement de l'Université nationale du Costa Rica

Rafael Monge-Vargas (politique et économie environnementales)

Rafael Monge-Vargas est conseiller politique auprès du cabinet du ministre de l'environnement et de l'énergie (MINAE). Il a soutenu le processus d'adhésion du Costa Rica à l'OCDE. Il est le coordinateur du Costa Rica pour l'initiative WAVES en ce qui concerne l'évaluation du capital naturel. Il représente également le MINAE dans le cadre du programme de certification environnementale « label bleu écologique ». Ses domaines d'expertise incluent le changement climatique, la croissance verte, l'information environnementale et le renforcement des marchés du carbone au Costa Rica. Il a également assumé la tâche de conseiller politique du bureau du vice-ministre de l'eau, des mers, des côtes et des zones humides au sein du MINAE. A ce titre, il était chargé de l'agenda marin international et de la coordination du programme de surveillance et de contrôle marins relevant du plan de développement national. Sa formation universitaire inclut des études au niveau de la maîtrise en gestion environnementale et en audit sur le changement climatique. Il possède également un diplôme de premier cycle et une licence en économie de l'Université du Costa Rica.

Mariano Castro-Jiménez (droit international)

Mariano Castro-Jiménez travaille depuis six ans comme consultant en droit et politique environnementaux dans les domaines des partenariats public-privé, de la conservation marine, de la création de pêcheries, de la protection d'espèces menacées, de la consolidation des zones marines protégées, des modèles de gouvernance applicable à la haute mer, du changement climatique et d'autres. Dans ces domaines, il travaille avec les communautés locales, la société civile, les organismes officiels compétents, le secteur privé, des ONG locales et internationales, ainsi que les autorités judiciaires et répressives, afin de renforcer l'utilisation durable des ressources naturelles. Ses diplômes universitaires incluent une licence en droit international (option Paix, justice et développement) de l'Université de Leyde (Pays-Bas), ainsi qu'un diplôme en droit notarial et cadastral et un certificat de premier cycle de l'Universidad Escuela Libre de Derecho (Costa Rica). Il est également titulaire d'un diplôme international en protection des droits de l'homme délivré par l'Université pour la paix (Université de Heidelberg et institut Max Planck).

Le curriculum complet de notre organisation et de notre coordinateur d'équipe figure à l'appendice 12.

III. Introduction

En règle générale et en présence d'un régime conventionnel spécifique, la norme en matière d'indemnisation des dommages environnementaux est « la réparation intégrale du préjudice causé »¹. Les principes et méthodologies que la Cour internationale de Justice (CIJ) est censée utiliser pour déterminer les éléments constitutifs d'une réparation intégrale ne sont pas juridiquement fixés à l'avance et devront donc être sélectionnés discrétionnairement par les Juges en fonction des circonstances de l'espèce.

Le présent rapport aborde uniquement la question de la méthodologie adoptée dans les rapports d'experts relatifs à la compensation due dans l'affaire relative à *Certaines activités menées*

¹ Article 34 des articles de la Commission du droit international (CDI), dont le commentaire fait référence à l'affaire relative à l'*Usine de Chorzów*. Le rapport Payne et Unsworth de 2017, déposé par le Nicaragua, confirme que tel est le cas.

par le Nicaragua dans la région frontalière (Costa Rica c. Nicaragua). Compte tenu du délai fixé par la Cour internationale de Justice, il constitue une contribution technique à la réponse en la matière du gouvernement costa-ricien au contre-mémoire du Nicaragua

Nous avons essayé de démontrer que :

- a) l'affirmation du Nicaragua selon laquelle la méthodologie utilisée pour procéder à une estimation de notre évaluation pécuniaire au titre des dommages environnementaux provoqués par l'incursion illégale dans la zone humide d'importance internationale du nord-est des Caraïbes (Humedal Caribe Noreste ou HCN) est infondée ;
- b) notre méthode d'évaluation pécuniaire s'appuie sur de solides références internationales récentes concernant l'estimation des dommages environnementaux dans les pays tropicaux riches en biodiversité notamment dans leurs zones humides ;
- c) notre méthode d'évaluation pécuniaire correspond aux normes juridiques et à la pratique les plus courantes au Costa Rica, c'est-à-dire dans le pays où se situe la zone endommagée d'Isla Portillos ; toute norme plus édulcorée serait en contradiction avec la législation nationale en vigueur ;
- d) la méthodologie proposée par le Nicaragua sous-estime nettement les dommages environnementaux, y compris en recourant à une comparaison déplacée avec des dommages survenus au début des années 1990 dans des conditions quasiment désertiques ; elle se fonde également sur des hypothèses incompatibles avec le cadre juridique applicable et les faits avérés de l'espèce.

Les cinq sections qui suivent développent ces objectifs et permettent de renforcer les arguments en faveur de notre estimation pécuniaire de 2 880 745,82 dollars des Etats-Unis au titre des dommages environnementaux et des coûts de restauration imputables selon nous au Nicaragua. Une fois ces points démontrés, nous ajouterons les appendices correspondants afin de corroborer nos affirmations.

IV. Critiques du rapport du Nicaragua sur la méthodologie utilisée par la Fundación Neotrópica

Le Nicaragua cherche à disqualifier les estimations du Costa Rica en invoquant plusieurs arguments :

- a) L'approche axée sur les services écosystémiques n'est pas adaptée aux évaluations pécuniaires des dommages environnementaux. Les auteurs du rapport du Nicaragua avancent — sur la base de plusieurs précédents économiques et juridiques à caractère international et plus particulièrement de la position de l'UNCC — que cette approche n'est pas une meilleure pratique en économie.
- b) Les auteurs du rapport du Nicaragua avancent que, même si l'on accepte l'approche axée sur les services écosystémiques, notre travail repose sur des techniques d'estimation inappropriées. A leurs avis, nous utilisons essentiellement la méthode d'estimation du transfert d'avantages de façon erronée. Ils dénoncent en outre une prétendue double comptabilisation, une série alléguée d'erreurs dans la sélection des services écosystémiques pertinents en vue de l'évaluation (dont le manque de preuves) et d'autres facteurs qui aboutiraient à une surévaluation de notre estimation pécuniaire d'environ 3 %.
- c) En appliquant ce qu'ils qualifient de techniques « standards », les consultants du Nicaragua avancent une estimation encore plus basse basée sur une utilisation très particulière de

l'approche axée sur le coût de remplacement, laquelle s'élève à 34 987 dollars des Etats-Unis dans le meilleur des cas (soit 1,2 % de notre estimation initiale) (Payne & Unsworth, 2017).

Reprenons maintenant leurs affirmations.

V. La méthodologie utilisée par la Fundación Neotrópica est largement reconnue au niveau international

A. Le Nicaragua déforme la méthodologie utilisée par la Fundación Neotrópica

Il convient en premier lieu de clarifier la manière dont les experts du Nicaragua déforment notre cadre méthodologique dans le contre-mémoire. Dans notre rapport initial, nous avons présenté les phases de notre méthode de manière séquentielle et organisée. Dans le but de contribuer à la procédure judiciaire, nous avons jugé opportun d'illustrer l'application de ladite méthode à l'aide de la figure 1.

La méthodologie inclut deux phases. Une première phase vise la sélection des éléments théoriques et techniques appropriés en vue de permettre l'encadrement et l'exécution de l'estimation pécuniaire en tenant compte du contexte socioécologique de l'application. En l'espèce, nous avons considéré opportun de choisir deux éléments empruntés aux pratiques internationales les plus récentes. La seconde phase est conforme aux paramètres établis au niveau international ; elle a été élaborée et adoptée officiellement par le Costa Rica avant d'être exportée vers d'autres pays d'Amérique latine.

Le premier élément correspond au cadre des services écosystémiques et permet une évaluation ordonnée impartiale tout en évitant la double comptabilisation. Le deuxième élément inclut les techniques d'estimation pécuniaire autorisant l'estimation des valeurs d'usage et de non-usage en fonction des informations, des ressources et du temps disponible. Ces techniques sont désignées sous le terme de techniques d'estimation de la valeur totale (EVT).

Figure 1
Aperçu synthétique du cadre méthodologique utilisé par Aguilar-González et autres (2016) selon les auteurs eux-mêmes

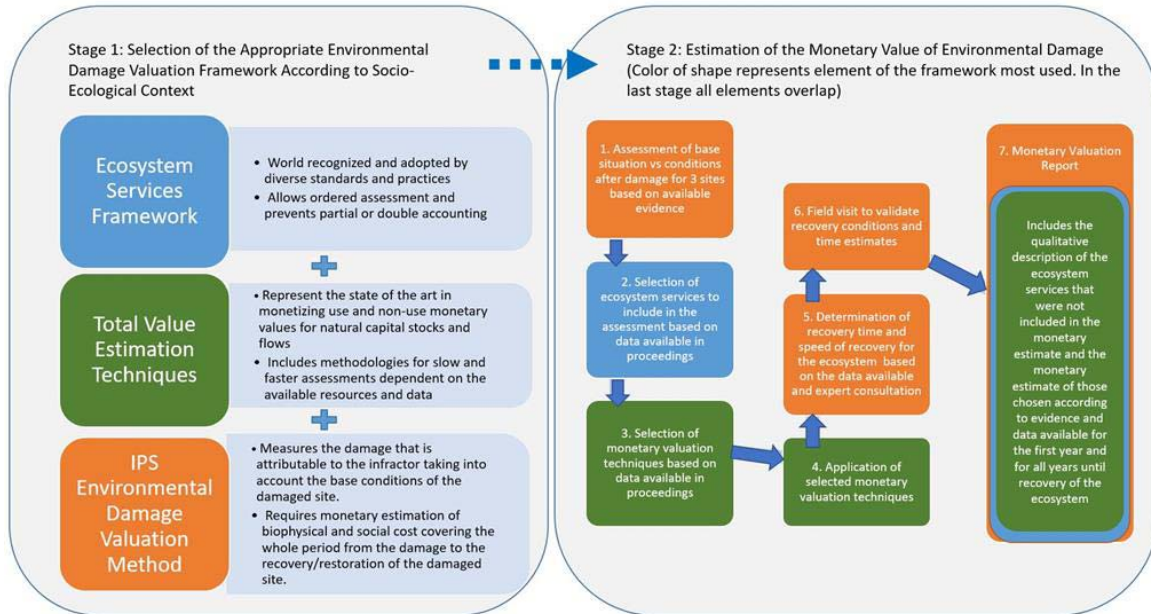


Figure 1 - Aperçu synthétique du cadre méthodologique utilisé par Aguilar-González et autres (2016) selon les auteurs eux-mêmes.

Légendes :

— Stage 1 : Selection of... = Phase 1 : Sélection du cadre approprié d'évaluation des dégâts environnementaux en fonction du contexte socioécologique	
— Ecosystem Services Framework = Cadre des services écosystémiques	<ul style="list-style-type: none"> World recognized... = Reconnu au monde entier et adopté par diverses normes et pratiques Allows ordered... = Permet l'évaluation ordonnée et prévient la comptabilisation partielle ou double
— Total Value Estimation Techniques = Techniques d'estimation de la valeur totale (EVT)	<ul style="list-style-type: none"> Represent the state... = Représentent la tendance la plus récente en matière d'attribution d'une valeur monétaire à l'usage et au non-usage des stocks et des flux de capital naturel Includes methodologies... = Incluent des méthodologies d'évaluation plus ou moins rapides en fonction des ressources et des données disponibles
— IPS Environmental Damage Valuation Method = Méthode IPS d'évaluation des dommages environnementaux	<ul style="list-style-type: none"> Measures the damage... = Mesure les dommages imputables à l'auteur de l'infraction en tenant compte des conditions de base du site endommagé Requires monetary... = Exige l'estimation pécuniaire du coût biophysique et social pour toute la période allant de la commission des dommages jusqu'à la reconstitution/restauration du site endommagé

— Stage 2 : Estimation... = Phase 2 : Estimation de la valeur pécuniaire des dommages environnementaux (la couleur des formes représente l'élément du cadre le plus utilisé). Pendant la dernière étape, tous les éléments se superposent		
— 1. Assessment of base... = 1. Évaluation de la situation de base	— 6. Field visit... = 6. Visite sur le terrain afin de valider les	— 7. Monetary Valuation Report... = 7. Rapport d'évaluation

par rapport aux conditions régnant après la commission des dommages pour trois sites en fonction des preuves disponibles	conditions de reconstitution et notamment l'estimation du temps requis	pécuniaire — Includes... = Inclut la description qualitative des services écosystémiques qui ne figuraient pas dans l'estimation pécuniaire et l'estimation pécuniaire des systèmes choisis en fonction des preuves et des données disponibles pour la première année et pour toutes les années suivantes jusqu'à la récupération complète
— 2. Selection of... = 2 Sélection des services écosystémiques à inclure dans l'évaluation en fonction des données disponibles dans le cadre de la procédure	— 5. Determination of... = 5. Détermination du temps et de la vitesse de reconstitution de l'écosystème en fonction des données disponibles et de l'avis d'experts	
— 3. Selection of... = 3 Sélection des techniques d'évaluation pécuniaire sur la base des données disponibles dans le cadre de la procédure	— 4. Application of... = 4. Application des techniques d'évaluation pécuniaire sélectionnées	

Figure 1 - Aperçu synthétique du cadre méthodologique utilisé par Aguilar-González et autres (2016) selon les auteurs eux-mêmes.

Les méthodes EVT (estimation de la valeur totale) incluent celles utilisées dans les situations où l'on dispose d'un délai, de données et de ressources suffisants : méthode d'évaluation directe (à l'aide d'informations relatives au prix sur le marché), méthodes axées sur le prix virtuel (à l'aide d'informations visant des biens ou services étroitement liés à ceux de l'écosystème évalué) et méthodes axées sur des enquêtes (également connues sous le nom de méthode de la préférence révélée ou de l'évaluation contingente). Elles incluent aussi les méthodes de transfert d'avantages dans les situations où l'on dispose d'un délai, de données et de ressources suffisants.

Le troisième composant de notre cadre méthodologique est la méthode dite IPS (du nom de l'institut l'ayant inventée) d'évaluation des dommages environnementaux. Elle impose la prise en considération de l'état de la zone concernée avant la commission des dommages environnementaux, de manière à déterminer la part de responsabilité imputable aux actes de l'auteur de l'infraction. Elle recommande l'application de méthodes d'estimation VTE pour déterminer le coût monétaire des dommages sociaux et biophysiques. Elle prescrit également l'estimation de ce coût pour l'avenir jusqu'à ce que l'écosystème en cause retrouve sa capacité à fournir des fonctions et des services au même niveau que celui qui prévalait avant la commission des dommages environnementaux. Comme nous aurons l'occasion de le démontrer, le cadre IPS constitue la méthode officielle la plus utilisée en pratique par les tribunaux costa-riciens

La deuxième phase de notre méthodologie consiste à appliquer le cadre sélectionné en trois parties en marquant sept étapes comme illustré dans la figure 1. Ces étapes sont censées nous permettre de :

- 1) évaluer équitablement la situation de base qui prévalait avant la commission des dommages environnementaux ;
- 2) effectuer un choix ordonné et étayé des services écosystémiques perdus en fonction des preuves techniques figurant dans le dossier ;
- 3) choisir et 4) appliquer les méthodes d'évaluation pécuniaire VTE les plus appropriées aux pertes de services écosystémiques les plus importantes et les mieux corroborées ;
- 5) déterminer et 6) valider au moyen d'une visite sur le terrain le temps de reconstitution nécessaire aux services écosystémiques évalués ; et
- 7) signaler les pertes qualitatives et pécuniaires imputables aux dommages pour toute la période allant de la commission des actes dommageables à la reconstitution.

Analysons maintenant les arguments employés dans le rapport de l'équipe technique du Nicaragua pour contester notre pratique. Examinons dans un premier temps spécifiquement les

questions du caractère approprié de l'approche axée sur les services écosystémiques et de la technique d'estimation de la VTE basée sur le transfert d'avantages.

B. Les précédents en matière de pratique internationale invoqués par le Nicaragua pour justifier sa thèse datent et précèdent l'intégration de l'approche axée sur les services écosystémiques, notamment en ce qui concerne la préservation de la biodiversité

Le Nicaragua s'appuie essentiellement sur la pratique de la commission d'indemnisation des Nations Unies (UNCC) et, dans une moindre mesure, des Etats-Unis et des pays européens. Cette attitude pose problème dans la mesure où l'UNCC a mis fin à son traitement des demandes d'indemnisation en 2005, c'est-à-dire l'année même de la publication du principal instrument généralisant la méthode et la terminologie axées sur « les services écosystémiques », à savoir l'évaluation des écosystèmes pour le millénaire.

Les implications de cette évaluation pour le millénaire ont été analysées par la conférence des parties à la convention sur la diversité biologique en 2006 dans le cadre de sa huitième réunion. Cet exercice a débouché sur l'adoption d'une décision appelant notamment à mener des recherches sur « l'évaluation de la biodiversité » et demandant à un organe subsidiaire « de prendre note dans ses délibérations des liens entre la biodiversité et les questions et analyses socioéconomiques pertinentes, y compris ... l'évaluation de la biodiversité et de ses composants ainsi que des services écosystémiques fournis »² [traduction du Greffe].

Dans le cadre de la même conférence des Etats parties, la CBD a adopté une décision relative à des mesures d'incitation : application d'outils d'évaluation de la biodiversité, ainsi que des ressources et fonctions connexes. Elle appelle spécifiquement les parties et les autres gouvernements à envisager, dans la mesure de leurs possibilités, les méthodologies exposées dans son appendice « ... comme des intrants possibles en vue de l'analyse, au moment d'envisager volontairement l'application de méthodes d'évaluation des changements de valeur des ressources et fonctions de la diversité biologique, ainsi que des services écosystémiques connexes, résultant de leur processus de prise de décision »³ [traduction du Greffe]. De plus, elle « encourage les instituts de recherche nationaux, régionaux et internationaux à renforcer leurs activités ... afin de promouvoir une interprétation commune aux gouvernements et aux parties prenantes des techniques d'évaluation en ce qui concerne notamment : A) l'intégration des valeurs des ressources et fonctions de la diversité biologique et des services écosystémiques connexes dans la comptabilité et le processus de prise de décisions nationaux en tenant compte du cadre conceptuel de l'évaluation des écosystèmes en début de millénaire de l'ONU »⁴ [traduction du Greffe].

L'article 14, par. 2, de la convention sur la diversité biologique se lit comme suit :

«La Conférence des Parties examine, sur la base des études qui seront entreprises, la question de la responsabilité et de la réparation, y compris la remise en

² COP à la CBD, décision adoptée lors de la huitième réunion ordinaire de la conférence des parties à la convention sur la diversité biologique : Implications des conclusions de l'évaluation des écosystèmes en début de millénaire, 2006, UNEP/CBD/COP/DEC/VIII/9, par. 19 et 21, disponible uniquement en anglais

³ Conférence des parties à la convention sur la diversité biologique, décision adoptée lors de la huitième réunion ordinaire de la conférence des parties à la convention sur la diversité biologique : Mesures d'incitation : application des outils d'évaluation de la diversité biologique et des ressources et fonctions de la diversité biologique, 2006, UNEP/CBD/COP/DEC/VIII/25, paragraphe 2, disponible uniquement en anglais.

⁴ *Ibid.*, par. 7.

état et l'indemnisation pour dommages causés à la diversité biologique, sauf si cette responsabilité est d'ordre strictement interne. »⁵

Lors de sa 12^e réunion tenue en 2014, la conférence des parties à la convention sur la diversité biologique a adopté une décision relative à la responsabilité et à la réparation dans le contexte de cette disposition⁶.

En particulier, la décision dissipe tout doute possible concernant la pertinence de l'approche axée sur les services écosystémiques en invitant spécifiquement les parties « pour tout effort visant à développer ou adapter la politique, la législation, les lignes directrices ou les mesures administratives nationales en matière de responsabilité et de réparation pour les dommages causés à la biodiversité, à prendre en compte, entre autres : *a)* les dispositions et approches pertinentes du Protocole additionnel de Nagoya-Kuala Lumpur sur la responsabilité et la réparation ; *b)* les lignes directrices du PNUE pour l'élaboration des législations nationales sur la responsabilité, les mesures d'intervention et l'indemnisation pour des dommages causés par des activités dangereuses pour l'environnement ; *c)* les conclusions du Groupe d'experts juridiques et techniques sur la responsabilité et la réparation ; et *d)* le rapport de synthèse sur l'information technique relative aux dommages causés à la biodiversité et les approches pour l'évaluation et la réparation des dommages causés à la biodiversité, ainsi que les informations sur les mesures et les expériences nationales/internes ; *e)* les consignes en matière de restauration des écosystèmes contenues dans la décision XI/16, ainsi que dans les documents d'information UNEP/CBD/COP/11/INF/17 et UNEP/CBD/COP/11/INF/18 ; *f)* les outils d'évaluation écologique mentionnés dans l'annexe à la décision VIII/25 »⁷.

Il convient plus spécialement de signaler, parmi les éléments répertoriés ci-dessus, le rapport de synthèse de 2008 sur l'information technique relative à la biodiversité et sur les approches permettant d'évaluer les dommages lui ayant été infligés et la manière de les réparer, ainsi que les informations sur les mesures et les expériences nationales/internes⁸. Il est notamment déclaré dans ce document que « [à] travers différents cadres, la définition de l'appauvrissement de la biodiversité pourrait constituer un point de départ utile à l'élaboration d'une définition des dommages causés à la biodiversité pour les besoins des règles sur la responsabilité et la réparation ». Par « appauvrissement de la biodiversité », ces auteurs entendent « la réduction qualitative ou quantitative, permanente ou à long terme, des éléments constitutifs de la diversité biologique et de leur potentiel de biens et de services mesurables aux plans mondial, régional et national »⁹.

De plus, ce rapport déclare expressément que l'évaluation « des biens ou services réels ou potentiels » devrait jouer un rôle majeur dans « [t]oute évaluation des dommages et la détermination qui en découle[,] nécessaire pour établir des mesures primaires, complémentaires et compensatoires [afin de] réparer les dommages causés à la biodiversité et [d'en attribuer] la responsabilité »¹⁰.

⁵ Convention sur la diversité biologique adoptée le 5 juin 1992 et entrée en vigueur le 29 décembre 1993, 1760UNTS79.

⁶ Conférence des parties à la convention sur la diversité biologique, décision adoptée de la conférence des parties à la convention sur la diversité biologique : Responsabilité et réparation dans le contexte du paragraphe 2 de l'article 14 de la convention, 2014, UNEP/CBD/COP/DEC/VII/14.

⁷ *Ibid.*, par. 2.

⁸ Conférence des parties à la convention sur la diversité biologique : Responsabilité et réparation dans le contexte du paragraphe 2 de l'article 14 de la convention sur la diversité biologique : Rapport de synthèse sur l'information technique relative aux dommages causés à la biodiversité et les approches pour l'évaluation et la réparation des dommages causés à la biodiversité, ainsi que les informations sur les mesures et les expériences nationales/internes, 2008, UNEP/CBD/COP/9/20/Add.1.

⁹ *Ibid.*, par. 11 et 12.

¹⁰ *Ibid.*, par 14.

Même si le rapport suggère que, en 2006, soit peu de temps après l'évaluation pour le millénaire, la pratique des Etats ne mentionnait toujours pas spécifiquement les dommages causés à la biodiversité en eux-mêmes, préférant recourir à des références plus larges aux dommages causés à l'environnement ou à des ressources naturelles, « [d]ans chacun des cas, ces approches plus traditionnelles pour définir les dommages causés à l'environnement font référence aux éléments de la biodiversité et aux services qu'elle fournit »¹¹. Le rapport examine en outre toute une série de concepts et de techniques d'évaluation et de réparation/compensation des dommages infligés à la diversité biologique illustrant l'évolution conceptuelle avant et peu de temps après la publication de l'évaluation pour le millénaire. Cette évolution — qui remonte déjà à près de 10 ans — corrobore notre affirmation selon laquelle la conception limitée défendue par le Nicaragua pour rejeter l'approche axée sur les services écosystémiques est dépassée.

C. L'approche axée sur les services écosystémiques utilisée par la Fundación Neotrópica est reconnue dans la pratique internationale et ne constitue pas un simple «outil de sensibilisation»

Compte tenu de l'évolution décrite plus haut, un certain nombre d'études et de lignes directrices — liées notamment à la restauration, à l'évaluation de la biodiversité et à l'abaissement de la diversité biologique — ont été produites au cours des 10 dernières années. Nous sommes donc à même de certifier la reconnaissance actuelle de l'approche axée sur les services écosystémiques comme pratique internationale valide en matière d'évaluation des dommages environnementaux.

Nous attribuons une grande importance, de même que la décision XII/14 de la conférence des parties à la convention sur la diversité biologique sur la responsabilité et la réparation dans le contexte du paragraphe 2 de l'article 14 de la Convention, à la définition des dommages environnementaux telle qu'elle figure dans les lignes directrices du PNUE. Adoptée par le conseil d'administration du programme des Nations Unies pour l'environnement en 2010, la ligne directrice 3, paragraphe 2, alinéa *f*) définit les «dommages» comme englobant les dommages environnementaux. Le paragraphe 3, alinéa *b*) définit les «dommages causés à l'environnement», comme «les effets défavorables ou négatifs sur l'environnement ... estimés importants, à partir de divers facteurs tels que : ... (iii) La réduction ou la perte de la capacité de l'environnement à fournir des biens et des services de façon permanente ou temporaire»¹². Le Nicaragua a ratifié la CBD le 20 novembre 1995 et il est donc partie à cet instrument, de même que le Costa Rica. Dans le cadre de leur soumission à leurs obligations internationales énoncées dans la CBD, les deux pays devraient tenir compte de ces paramètres dans leurs efforts visant à élaborer ou à adapter leur politique, leur législation, leurs lignes directrices, ainsi que leurs mesures administratives relatives à la responsabilité et à la réparation des dommages infligés à la diversité biologique.

Signalons ici également que la pratique des Etats mentionnée dans Payne et Unsworth (2017) n'est pas aussi claire que le Nicaragua le prétend. Les Etats-Unis reconnaissent depuis longtemps la pertinence des «services» pour l'évaluation des dommages environnementaux. De plus, l'évolution récente enregistrée en Europe suggère que la pratique n'est pas aussi uniforme que l'avance le Nicaragua.

Les juridictions fédérales des Etats-Unis ont reconnu l'importance de tels services pour l'évaluation des dommages environnementaux dans le contexte de trois grandes lois nationales sur l'environnement, telles qu'interprétées par ces instances, à savoir le Comprehensive Environmental Response, Compensation, and Liability Act (CERCLA), le Clean Water Act (CWA) et le Oil

¹¹ *Ibid.*, par. 21.

¹² Directives pour l'élaboration d'une législation nationale sur la responsabilité, l'intervention et l'indemnisation en cas de dommages causés à l'environnement par des activités dangereuses, décision SS.XI/5, partie B, 26 février 2010.

Pollution Act (OPA). Le meilleur exemple est fourni par ce dernier dont les règlements d'application mentionnent expressément les services.

Dans une série de trois arrêts de principe¹³, les juridictions fédérales ont émis les propositions suivantes : «1) la mesure des dommages est égale à la somme du coût de la restauration des ressources endommagées et de leurs services et d'une compensation au titre de la valeur perdue momentanément en attendant la récupération desdits services et ressources, y compris la valeur d'usage direct et la valeur d'usage indirect ; 2) les administrateurs ne sont pas limités aux méthodes d'évaluation spécifiquement identifiées dans la réglementation et n'ont pas besoin de fournir des normes détaillées concernant le recours à telle ou telle méthode ; et 3) la méthode de l'évaluation contingente permet de mesurer valablement la valeur d'usage directe» (Jones & DiPinto, 2017).

En Europe, à la suite des décisions rendues par la Cour de cassation française¹⁴ et la Cour suprême espagnole¹⁵, la possibilité d'une conception élargie des dommages environnementaux provoqués par les déversements accidentels d'hydrocarbures au-delà du cadre étroit de la convention de 1992 sur la responsabilité civile et de la convention internationale portant création de fonds internationaux d'indemnisation pour les dommages dus à la pollution par les hydrocarbures (FIPOL) a généré des initiatives visant à appréhender les dommages environnementaux dans le cadre d'un système volontaire. Ce dernier serait entièrement basé sur le concept de service écosystémique¹⁶.

Suite à l'affaire *Erika*, le Code civil français a été modifié pour définir «le préjudice écologique» de manière plus large en mentionnant notamment les fonctions des écosystèmes et les avantages collectifs que l'homme retire de l'environnement. Le nouvel article 1247 adopté en août 2016 se lit comme suit : «est réparable, dans les conditions prévues au présent titre, le préjudice écologique consistant en une atteinte non négligeable aux éléments ou aux fonctions des écosystèmes ou aux bénéfices collectifs tirés par l'homme de l'environnement»¹⁷.

La valeur des services écosystémiques est mentionnée dans divers instruments tels que la directive de l'UE sur l'eau¹⁸ qui reconnaît dans son article 9 le principe de la récupération des coûts des services liés à l'utilisation de l'eau et de sa relation étroite avec le principe du pollueur-payeur. De plus, le forum des Nations Unies sur les forêts (FNUF), organe subsidiaire créé par le conseil économique et social, a adopté un instrument non juridiquement contraignant concernant tous les types de forêts¹⁹ dans lequel il encourage les gouvernements, dans le cadre de leurs politiques et mesures nationales, à reconnaître la valeur découlant des biens et services

¹³ En commençant par l'Ohio (880 F2d 432 State of Ohio v. United States Department of the Interior Asarco National Wildlife Federation, 1989, confirmé par Kennecott (88 F3d 1191 Kennecott Utah Copper Corporation v. United States Department of Interior, 1996) et General Electric (128 F3d 767 General Electric Company v. United States Department of Commerce, 1997).

¹⁴ Dans l'affaire *Erika* (Crim 25 sep 2012, N/H 10-82.938 FP-P+B+R+I N/3439).

¹⁵ Dans l'affaire *Prestige* [STS Madrid, de 14 enero 2016 (ECLI:TS:2016:11).

¹⁶ Les fonds internationaux d'indemnisation pour les dommages dus à la pollution par les hydrocarbures (FIPOL). "Proposed consideration of a voluntary supplementary fund for environmental damage within the IOPC funds". 206.0PC/OCT16/4/2/3, paragraphe 3.3.

¹⁷ « Article 1386-20. – Est réparable, dans les conditions prévues au présent titre, le préjudice écologique consistant en une atteinte non négligeable aux éléments ou aux fonctions des écosystèmes ou aux bénéfices collectifs tirés par l'homme de l'environnement. Loi n° 2016-1087 du 8 août 2016, pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages.

¹⁸ Directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau.

¹⁹ 2007/40 Instrument juridiquement non contraignant concernant tous les types de forêts, adopté lors de la septième session du forum des Nations Unies sur les forêts.

fournis par les forêts et les arbres situés hors des forêts, ainsi qu'à chercher les moyens de refléter cette valeur sur le marché²⁰.

L'importance des services écosystémiques se reflète de plus en plus dans les instruments juridiques et les politiques adoptés. A cet égard, le Conseil de l'Union européenne a identifié un «besoin urgent d'inverser la tendance persistante à la perte de biodiversité et à la dégradation des écosystèmes»²¹. Cette reconnaissance d'un besoin figure également dans la version modifiée de la directive 2014/52/UE du Parlement européen et du Conseil du 13 décembre 2011 concernant l'évaluation des incidences de certains projets publics et privés sur l'environnement²².

On peut trouver d'autres exemples d'études consacrées à l'évaluation des services écosystémiques pour différentes régions du monde. L'OCDE a analysé l'utilisation récente de ce type d'approche aux fins de l'analyse coûts-avantages des différentes politiques et mesures liées à l'environnement dans des domaines tels que la biodiversité, l'agriculture, les forêts, les écosystèmes d'eau douce et les habitats marins. La littérature révèle que les méthodes d'évaluation varient considérablement de même que la gamme des services écosystémiques couverts (Markandya, 2016), preuve s'il en était besoin de la consolidation de cette approche.

Il convient de signaler que, dans leur tentative de disqualification de l'approche axée sur les services écosystémiques en vue d'évaluer les dommages environnementaux, Payne et Unsworth (2017) paraphrasent le travail de Constanza et autres (2014) ; leur objectif est de démontrer que ces derniers, en leur qualité d'utilisateurs majeurs de ladite approche, reconnaissent qu'elle ne se prête pas à l'évaluation des dommages environnementaux. De plus, ils prétendent que ce cadre, de même que l'étude de Constanza et autres (1997) — l'une des plus pertinentes concernant l'utilisation de l'approche — ont été largement critiqués et rejetés par les économistes traditionnels en raison de leur incompatibilité avec les principes et pratiques économiques sains (Payne et Unsworth, 2017). Les auteurs du rapport technique du Nicaragua non seulement recourent de nouveau à des références datant d'au moins 10 ans pour étayer leur point de vue, mais déforment également la teneur des travaux qu'ils citent.

Nous avons consulté le premier et le deuxième auteurs de ces études, à savoir Robert Constanza et Rudolf de Groot, pour solliciter leur opinion professionnelle sur cette interprétation (voir les appendices 1 et 2).

Robert Constanza, président de l'école de sciences politiques de la Crawford School of Public Policy (Université nationale d'Australie) nous a déclaré :

«Le tableau 1 dans Costanza et autres auquel se rapporte ce commentaire répertorie «certaines utilisations potentielles de l'évaluation des services écosystémiques» ... Il est précédé d'une remarque indiquant que la liste n'est pas exhaustive et il n'exclut pas expressément l'évaluation des dommages comme l'une des applications. Cette évaluation peut être considérée comme une forme d'«analyse des politiques», c'est-à-dire une évaluation incluse dans la liste.»

Rudolf de Groot, professeur associé du groupe d'analyse des systèmes environnementaux de l'Université de Wageningen (Pays-Bas) et président du partenariat Ecosystems Services Partnership (ESP) nous a répondu :

²⁰ 2007/40 Instrument juridiquement non contraignant concernant tous les types de forêts, adopté lors de la septième session du forum des Nations Unies sur les forêts, engagement V, paragraphe (j).

²¹ Conclusions du Conseil européen des 25 et 26 mars 2010.

²² Modification de la Directive 2011/92/UE du Parlement européen et du Conseil du 13 décembre 2011 concernant l'évaluation des incidences de certains projets publics et privés sur l'environnement.

«Je ne suis pas certain de bien comprendre la logique de l'affirmation selon laquelle nous n'aurions pas ... inclus l'évaluation de la perte de l'écosystème dans l'évaluation de l'utilisation des services de l'écosystème» de sorte que l'approche SE [axée sur les services écosystémiques] n'est pas suffisamment solide pour calculer les coûts de la perte de l'écosystème. De toute façon, NOUS AVONS BIEN inclus «l'évaluation de la perte de l'écosystème» dans notre calcul de la valeur économique totale (VET) des écosystèmes intacts ; ainsi, le coût des dommages évités constitue une méthode d'évaluation importante et acceptée, dans la mesure où elle insiste sur les services gratuits fournis par la nature — notamment les services de régulation comme la purification de l'eau, la prévention de l'érosion, la pollinisation, la séquestration du carbone et bien d'autres — et les sommes colossales que la société devrait acquitter en l'absence desdits services pour parer les conséquences de cette perte en matière de santé, d'érosion, de perte des récoltes, de changement climatique, etc.»

En ce qui concerne la critique et le rejet de l'approche par les économistes du courant majoritaire en raison de son incompatibilité avec les principes et pratiques économiques sains, tels qu'ils sont mis en avant par Payne et Unsworth, Robert Constanza a déclaré :

«Sur ce point les auteurs mentionnent notre article novateur et fondateur de 1997 : Constanza, R., R. d'Arge, R. de Groot, S. Farber, M. Grasso, B. Hannon, K. Limburg, S. Naeem, R. V. Oneill, J. Paruelo, R. G. Raskin, P. Sutton et M. van den Belt, «The value of the world's ecosystem services and natural capital», *Nature* 387:253-260. Ils relèvent certaines des premières critiques suscitées par ledit article, lesquelles ont toutes été réfutées comme erronées ou découlant simplement d'une mauvaise interprétation de nos résultats (voir, par exemple, Constanza et autres, 2014). Cet article de 1997 a été par la suite cité plus de 17 000 fois dans Google Scholar ce qui le classe, selon l'ISY Web of Science, à la deuxième place parmi toutes les parutions citées dans le domaine de l'écologie/environnement. Il a suscité une augmentation sensible du nombre de recherches scientifiques consacrées aux services écosystémiques qui constituent désormais le thème de plus de 3 000 articles par an. Il a également inspiré des projets et des initiatives institutionnelles supplémentaires, dont l'évaluation par les Nations Unies des écosystèmes pour le millénaire [Millennium Ecosystem Assessment] ; le rapport du PNUE sur l'économie des écosystèmes et de la biodiversité (TEEB) ; TruCost ; le partenariat Ecosystem Services Partnership (ESP) ; l'Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES) ; le document d'orientation «Biodiversité, stratégie de l'UE à l'horizon 2020» ; et bien d'autres. Toutes ces initiatives attestent que l'approche axée sur les services écosystémiques est désormais reconnue et largement acceptée.»

D. La technique d'estimation basée sur le transfert d'avantages est une pratique internationalement acceptée s'appuyant sur des critères d'application bien définis

Comme il l'a déjà fait avec l'approche basée sur les services écosystémiques, le Nicaragua prétend que la méthode axée sur le transfert d'avantages n'est généralement pas acceptée en matière d'évaluation des dommages environnementaux et prétend limiter son emploi en la réduisant à un simple outil de sensibilisation à l'importance d'un environnement sain. Cette hypothèse est, elle aussi, infondée dans la mesure où elle fait l'impasse sur l'évolution de la littérature pertinente.

Tout d'abord, rappelons que cette méthodologie sert dans des situations où l'obtention d'informations sur la base de méthodologies plus lentes s'avère onéreuse ou impossible (par exemple dans le cadre de situations extrêmement conflictuelles) en raison de diverses limitations. L'extrapolation de valeurs citées dans d'autres études au cas d'espèce dépend de l'existence

d'études relatives à des écosystèmes présentant des caractéristiques analogues et d'informations fiables concernant les pourcentages de terres utilisées dans la zone analysée.

Jones et DiPinto (2017) reconnaissent, dans leur description de l'utilisation de l'approche axée sur les services écosystémiques dans les litiges en matière de responsabilité portant sur des ressources naturelles aux Etats-Unis que, dans les contextes où la contribution des services écologiques à l'usage direct par des hommes (s'agissant par exemple du rôle des zones humides dans la protection de la qualité de l'eau potable et dans la protection des terres et des infrastructures côtières contre les ondes de tempête) est claire, la méthode axée sur le transfert d'avantages sert à évaluer la modification des utilisations par l'homme grâce à la production de modèles caractérisant ces relations. Son utilisation abondante transparaît dans le nombre de citations de l'étude de Constanza de 1997, tel qu'il est mentionné par l'auteur lui-même dans sa lettre (soit plus de 17 000).

Cette augmentation appréciable du recours à ladite méthode a suscité des craintes quant à la précision des résultats qu'elle génère et provoqué l'élaboration d'une série de critères visant à les apaiser. A titre d'exemple, la décision VIII/25 de la conférence des parties à la convention sur la diversité biologique, telle qu'elle est mentionnée plus haut, admet spécifiquement que le transfert d'avantages a fait l'objet en son temps (2006) de vives controverses dans les ouvrages d'économie et invite à respecter les critères inclus dans l'annexe relative aux options en matière d'application des outils d'évaluation de la diversité biologique et des ressources et fonctions de cette diversité. Cette annexe reconnaît expressément que :

«Le transfert d'avantages peut générer des estimations valables et fiables dans certaines conditions. Il faut notamment que : i) le produit de base ou le service faisant l'objet de l'évaluation soit très semblable sur le site de référence et sur le site cible ; ii) la population affectée présente, elle aussi, des caractéristiques très semblables ; et iii) les estimations originales transférées soient elles-mêmes fiables. Lorsqu'elle est utilisée avec prudence, cette méthode peut atténuer les problèmes inhérents au manque de données primaires et à l'insuffisance des fonds alloués fréquemment rencontrés dans les situations d'évaluation. Pourtant, elle est encore au stade de l'élaboration. Il faudrait que d'autres travaux soient réalisés afin de vérifier sa validité dans les études où elle sert à évaluer la biodiversité. Une application prudente et un affinement de la méthode s'imposent par conséquent.»²³ [*Traduction du Greffe.*]

En raison de cette évolution, l'une des sources de l'évaluation des dommages environnementaux auxquelles nous avons eu recours pour étayer notre estimation a été publiée par le bureau régional du PNUE pour l'Amérique latine et les Caraïbes. Le document pertinent reconnaît la méthode basée sur le transfert d'avantages comme l'une des techniques d'estimations valides de la VTE. Il prône un système complet d'évaluation des dommages environnementaux au sein duquel toutes les méthodes s'intégreraient et se compléteraient de façon harmonieuse (Castañón del Valle, 2006).

Déjà, le rapport de synthèse UNEP/CBD/COP/9/20/Add.1 (2008) reconnaît que la méthode basée sur le transfert d'avantages s'applique à l'évaluation des dommages environnementaux. Plus spécialement, il reconnaît la nécessité d'adapter les techniques d'évaluation aux besoins nationaux. Il déclare notamment qu'

«une application soigneuse des méthodologies d'évaluation demande beaucoup de capacité et de temps et que les principales contraintes seront probablement les coûts d'application, compte tenu de la complémentarité des approches, et la pénurie de spécialistes qualifiés, surtout pour les pays en développement, plus particulièrement

²³ Conférence des parties à la convention sur la diversité biologique. Mesures d'incitation : Application des outils d'évaluation de la diversité biologique et des ressources et fonctions de la diversité biologique, *op. cit.*

les pays les moins développés et les petits Etats insulaires parmi ceux-ci, et les pays à économies en transition».

Il prône ensuite des techniques d'évaluation comparativement faciles et rapides à utiliser, avant de reconnaître que :

« [l]e transfert des bénéfices est une méthode relativement économique et rapide. Elle consiste à utiliser les estimations obtenues (par une méthode ou une autre) dans un site ou un cas particulier pour estimer les valeurs d'un autre site ou dans d'autres cas. Le transfert des bénéfices est l'objet d'une grande controverse dans la littérature économique, parce qu'il a souvent été utilisé à mauvais escient. Selon l'évaluation des écosystèmes en début de millénaire, il commence à être généralement admis que le transfert de bénéfices peut se révéler une méthode d'estimation valide et fiable dans certaines conditions Comme il faut moins de temps et de ressources pour obtenir des estimations grâce au transfert des bénéfices qu'avec les études primaires, on peut dans certains cas préférer des chiffres rapides et économiques au détriment de la précision, à condition que des normes de qualité minimales soient respectées.»²⁴

En 2010, deux sources importantes ont présenté dans le détail les normes d'application de la méthode basée sur le transfert d'avantages. La première relève d'études spécialisées ayant servi à générer le rapport du PNUE sur l'économie des écosystèmes et de la biodiversité (le rapport TEEB). Cette source reconnaît qu'à condition de choisir avec soin le site cible (auquel les valeurs pécuniaires transférées seront appliquées) et le site ayant fait l'objet d'études spécifiques (le site de référence dont les valeurs pécuniaires transférées proviennent) ou d'ajuster les valeurs pour tenir compte des différences importantes entre sites, la méthode peut constituer une approche utile en matière d'estimation de la valeur des services écosystémiques (Pascual et autres, 2010).

Le rapport identifie quatre catégories de méthodes axées sur le transfert d'avantages : i) le transfert de valeurs unitaires, ii) le transfert de valeurs unitaires avec correction, iii) le transfert de fonctions et iv) le transfert de fonctions méta-analytique. La plus simple est le transfert de valeurs unitaires qui consiste à estimer la valeur d'un service écosystémique sur un site cible en multipliant une valeur unitaire moyenne — estimée sur un site de référence — par la quantité du service écosystémique sur le site cible. Les valeurs unitaires sont généralement exprimées sous forme de valeurs par ménage ou de valeurs par unité de superficie. Dans le premier cas, leur agrégation se fait en fonction de la taille de la population pertinente détenant les avantages provenant de l'écosystème en question. Dans le deuxième cas, l'agrégation des valeurs se fait en fonction de la surface pertinente de l'écosystème (Pascual et autres, 2010).

La méthode basée sur le transfert de valeurs unitaires avec correction est celle résultant de l'ajustement des valeurs transférées en vue de refléter les différences entre les caractéristiques respectives des deux sites. L'ajustement le plus courant vise à tenir compte des différences de revenus entre le site cible et le site de référence, ainsi que des différences de niveau de prix au fil du temps. Le transfert de fonctions de valeur vise des fonctions estimées en recourant à des applications d'évaluation d'un site de référence et à des informations sur les valeurs des paramètres sur le site cible. Enfin, le transfert de fonctions méta-analytique utilise une fonction de valeur estimée sur la base de plusieurs résultats d'études, ainsi que des informations relatives aux valeurs des paramètres sur le site cible pour procéder à des estimations (Pascual et autres, 2010).

Pascual et autres (2010) ont identifié huit types de défis en matière d'application de la méthode basée sur le transfert d'avantages. Premièrement, ils mentionnent les erreurs de transfert

²⁴ COP à la convention sur la diversité biologique, Responsabilité et réparation dans le contexte du paragraphe 2 de l'article 14 de la convention sur la diversité biologique. Rapport de synthèse sur les informations techniques concernant les dommages causés à la diversité biologique et les méthodes d'évaluation et de restauration des dommages causés à la diversité biologique ainsi que des informations sur les mesures prises et les expériences au niveau national/intérieur.

pouvant être associées à des erreurs dans l'estimation initiale des valeurs monétaires sur les sites de référence. C'est la raison pour laquelle ils recommandent vivement d'utiliser les meilleures estimations initiales disponibles.

Les erreurs peuvent également provenir d'une mauvaise généralisation dès lors que les valeurs des sites étudiés sont transférées sur des sites cibles dissemblables, sans que les différences pertinentes soient pleinement prises en considération. Ces dernières peuvent concerner soit les caractéristiques de la population (revenus, culture, démographie, niveau d'instruction, etc.) soit des caractéristiques environnementales/physiques (quantité et/ou qualité du bien ou service, disponibilité de substituts, accessibilité, etc.). Ce problème peut également découler de l'utilisation d'études de site très anciennes ne tenant pas compte des méthodologies récentes, ce qui provoque une généralisation au fil du temps (Pascual et autres, 2010).

Le parti pris au niveau de la sélection des publications se fait sentir lorsque le processus de publication servant à diffuser les résultats de l'évaluation dans le cadre d'une bourse de savoir disponible orientée vers certains types de résultats n'est pas conforme aux besoins d'information des praticiens du transfert de valeurs. Ce problème exige, en ce qui concerne les pays en développement ou à revenu moyen, de briser la barrière de la littérature publiée et de se plonger dans les thèses, les rapports officiels, etc. qui, après un examen minutieux, peuvent fournir des données valables n'ayant pas encore été publiées dans un magazine spécialisé ou dans une revue dotée d'un comité de lecture (Pascual et autres, 2010).

L'agrégation des valeurs constitue, elle aussi, un défi identifié dans cette étude. Les évaluations fondées sur la méthode basée sur le transfert d'avantages doivent procéder à l'ajout de services avec la plus grande prudence, de manière à éviter la double comptabilisation de valeurs de services écosystémiques. Tant que lesdits services sont totalement indépendants, l'ajout des valeurs demeure possible. Le problème est beaucoup plus compliqué s'agissant d'agréger un grand nombre de services : un exercice soumis au risque d'ajout de valeurs mutuellement exclusives ou redondantes (Pascual et autres, 2010).

Les défis inhérents à l'échelle constituent également un problème dont il faut tenir compte. La prise en considération de l'échelle spatiale de la fourniture des services écosystémiques et de l'emplacement des bénéficiaires est importante s'agissant d'agréger des valeurs pour calculer la valeur économique totale (VET) desdits services et pour gérer l'hétérogénéité des sites et des caractéristiques propres au contexte (Pascual et autres, 2010).

Il convient de reconnaître la variation des valeurs en fonction des caractéristiques et du contexte de l'écosystème et de procéder aux ajustements requis. Parmi ces derniers, l'étude recommande la prise en considération du capital lorsque les caractéristiques socioéconomiques sont particulièrement dissemblables au niveau des revenus. Les autres défis mentionnés concernent le fait que bon nombre de valeurs de services écosystémiques sont dépourvues de rendements d'échelles constants (Pascual et autres, 2010). De plus, la valeur de bon nombre de services écosystémiques est censée diminuer au fur et à mesure que la distance entre les bénéficiaires et l'écosystème s'accroît (Pascual et autres, 2010).

Les annales de la New York Academy of Sciences constituent une autre étude riche en enseignements relatifs à l'application prudente de la méthode basée sur le transfert d'avantages en matière d'évaluation des dommages environnementaux. Cet ouvrage consiste en une enquête sur la théorie et la pratique de l'évaluation des services écosystémiques. Il se concentre sur la méthode basée sur le transfert d'avantages considérée comme la deuxième meilleure option dans les cas où l'évaluation primaire s'avère impossible. L'étude contient deux contributions importantes à l'évaluation du caractère approprié des études basées sur le transfert d'avantages répertoriées dans le tableau 4 de notre propre étude d'évaluation pécuniaire. La capacité de transférer des valeurs d'un contexte à l'autre est spécifique à chaque service. Certains services écosystémiques peuvent être fournis à une échelle où les avantages sont facilement transférables. En revanche, les valeurs

des services à l'échelle locale se prêtent parfois mal au transfert. Le tableau permet également de vérifier facilement si les études du site de référence appliquent les techniques d'évaluation de la valeur totale estimée la plus appropriée en synthétisant celles qui sont le plus couramment utilisées dans la littérature. Cette manière de procéder illustre le fait que certains outils d'évaluation conviennent mieux que d'autres à l'évaluation de services écosystémiques spécifiques (Liu et autres, 2010).

Cette évolution dans la littérature corrobore de toute évidence les déclarations faites par de Groot dans l'avis technique qu'il a fait parvenir sous forme de lettre adressée au vice-ministre des affaires étrangères du Costa Rica et selon lesquelles :

«En ce qui concerne la solidité des études d'évaluation SE, et notamment des études VET : en raison de la complexité des écosystèmes (en qualité de fournisseurs des services écosystémiques, c'est-à-dire de l'offre) et de la société humaine (en qualité d'utilisatrice des systèmes écosystémiques, c'est-à-dire de la demande), tout calcul de la VET est intimement lié à une période et un contexte donnés et, par conséquent, comporte une grande marge d'incertitude. Nous voulions simplement lancer un avertissement dans notre article de 2014 pour que les gens prennent conscience de la nécessité d'utiliser les valeurs pécuniaires indiquées dans nos études et celles des tiers avec prudence et pour recommander d'effectuer un travail empirique dans le cadre de tout processus de prise de décision. Pourtant, ces études d'évaluation de l'écosystème initial requièrent beaucoup de temps, d'argent et de ressources souvent indisponibles de sorte que, en pareilles circonstances, les études dites de «transfert d'avantages» constituent la seule option réaliste. Le nombre des études d'évaluation des services écosystémiques et de bases de données SE augmentant rapidement [c'est notamment le cas de celles produites dans le cadre du partenariat Ecosystem Services (www.es-partnership.org)], la solidité desdites études de transfert d'avantages croît, elle aussi, à un rythme soutenu et je ne doute pas que, à condition d'être convenablement effectuées, elles traduisent mieux l'effet de bien-être réel que les calculs (estimations) avancés par les tenants d'une utilisation de remplacement (par exemple un barrage, une ferme d'élevage de crevettes ou bien le développement de sites récréatifs sur la côte) lesquels se fondent sur les valeurs du marché et sur des prévisions pouvant changer précipitamment en fonction des circonstances politiques économiques et, par définition, excluent la plupart des externalités.»

E. Le Secrétariat de la convention de RAMSAR lui-même reconnaît la validité de ce cadre d'évaluation de la valeur économique des services écosystémiques et des dommages environnementaux

Le rapport de la mission consultative n° 69, tel qu'il figure au dossier de la présente affaire, indique :

«Conformément à la convention de Ramsar, les Parties contractantes ont, par l'effet du point *j*) de l'annexe A de la résolution IX.1, adopté les aspects pertinents des services écosystémiques assurés par les zones humides qui sont énumérés dans l'évaluation des écosystèmes pour le millénaire. Dans ce contexte, les avantages que les gens peuvent retirer des écosystèmes sont définis Ils incluent la fourniture de services tels que de la nourriture et de l'eau ; des services de régulation comme le contrôle des inondations, de la sécheresse, de la dégradation des sols et des maladies ; des services de soutien comme la formation du sol ; et des services culturels comme la contribution aux loisirs, à la spiritualité ou à la religion ; et d'autres avantages non matériels.» (Secrétariat de la convention de RAMSAR, 2010).

Le rapport technique de Ramsar n° 3 (CBD Technical Series N.27) apporte lui aussi la preuve que l'approche axée sur les services écosystémiques et la méthode basée sur le transfert d'avantages sont toutes deux utilisables en l'instance. Ledit rapport a été préparé pour répondre à la demande spécifique — exprimée dans la résolution VIII.7 — d'un avis et de consignes pratiques en vue de «l'évaluation des valeurs et fonctions, biens et services fournis par les zones humides». Dans cet esprit, il contient des consignes en matière d'identification et de détermination de la valeur des services écosystémiques (au niveau écologique, socioculturel et économique) fournis par les zones humides et analyse les avantages et les inconvénients des différentes méthodes d'évaluation (de Groot et autres, 2006).

S'agissant de commenter le recours à l'évaluation dans le cadre de l'appréciation d'impacts environnementaux, de Groot et autres, 2006 déclarent :

«En cas de déversement accidentel, l'évaluation économique démontre les dommages directs et indirects infligés aux systèmes côtiers et fournit une base à l'indemnisation des populations locales au titre de la perte de services écosystémiques. Souvent, ces dommages indirects, généralement négligés dans le passé, sont nettement plus élevés que les coûts directs de nettoyage et de réparation des dommages. Par exemple, le naufrage du pétrolier *Prestige Oil* au large des côtes de France et d'Espagne en 2002 a généré des coûts de nettoyage de plus de 2 milliards d'euros, tandis que les dommages indirects infligés aux pêcheurs, au secteur du tourisme, aux moyens de subsistance des populations locales et au cadre naturel ont été estimés à plus de 5 milliards d'euros.»

Plus loin, dans le cadre de l'élaboration des techniques d'estimation de la valeur économique totale, le même auteur aborde spécifiquement la méthode basée sur le transfert d'avantages : une quantité croissante d'informations est disponible dans la littérature et sur Internet. Cette littérature ne cesse de s'agrandir et les bases de données deviennent de plus en plus complètes et élaborées. Un bon point de départ consiste à effectuer une étude minutieuse sur dossier avant d'appliquer les techniques de transfert d'avantages (de Groot et autres, 2006).

VI. La méthodologie utilisée par la Fundación Neotrópica est couramment employée dans les pays tropicaux riches en biodiversité

Depuis 2005, les références aux services écosystémiques sont de plus en plus fréquentes dans les pays tropicaux qui, comme le Costa Rica, sont riches en biodiversité. La pratique des Etats, telle qu'elle est analysée dans la présente section, révèle en outre que la pratique de l'UNCC ne convient pas et ne reflète plus la façon actuelle d'appréhender les dommages environnementaux.

Une étude de 2015 analyse les tendances relatives à la responsabilité au titre des dommages environnementaux dans sept pays tropicaux (le Brésil, l'Inde, l'Indonésie, le Mexique, le Nigéria, les Philippines et la République démocratique du Congo). Ils ont tous en commun une forêt couvrant une partie importante de leur territoire et une riche biodiversité, ainsi qu'une législation naissante reconnaissant la responsabilité environnementale. Les auteurs estiment que, malgré des défis en matière de gouvernance et une expérience limitée, les définitions des dommages environnementaux tendent à s'élargir au-delà du cadre en usage aux Etats-Unis ou dans l'UE (Jones et autres, 2015).

En Indonésie, la réglementation d'application définit des catégories de biens et services environnementaux et fixe des lignes directrices permettant de calculer les dommages. Au niveau de la jurisprudence pertinente, il convient de citer l'affaire *Kallista Alam* dans laquelle une entreprise produisant de l'huile de palme — titulaire d'une concession d'exploitation forestière faisant l'objet d'une contestation — a été reconnue responsable de l'abattage d'arbres des tourbières sur

1 000 hectares avec, pour conséquence, la perte de services écosystémiques comme la fonction de stockage d'eau ou de séquestration/réduction du carbone (Jones et autres, 2015).

Au Mexique, la loi fédérale sur la responsabilité environnementale, adoptée en 2013, définit les dommages environnementaux comme «la perte, la détérioration, la diminution, l'affectation ou la modification mesurable des conditions chimiques, physiques et biologiques d'habitats, d'écosystèmes, d'éléments naturels et de ressources, ainsi que de leur interaction et des services environnementaux qu'ils fournissent» (Jones et autres, 2015).

Au Brésil, le décret fédéral n° 43349/02 définit la politique nationale en matière de biodiversité. Il prévoit que «la valeur d'usage de la biodiversité est déterminée par les valeurs culturelles et inclut l'usage direct et indirect, la faculté d'un usage futur et, également, la valeur intrinsèque y compris les valeurs écologiques, génétiques, sociales, économiques, scientifiques, éducatives, culturelles, récréatives et esthétiques» (Jones et autres, 2015). Dans deux cas tranchés au cours des dernières années, en 2012²⁵ et 2015²⁶ respectivement, la Cour supérieure de justice a interprété cette disposition — conjointement avec le principe de réparation intégrale des dommages — comme imposant entre autres l'indemnisation au titre de la perte des services écosystémiques interrompus. Ces services ont notamment servi à évaluer les dommages inhérents à l'abattage d'arbres natifs et exotiques dans une zone entourant un parc national, conformément à une méthodologie élaborée dans une étude brésilienne inspirée elle-même de l'étude de Constanza et autres (1997) contestée par le Nicaragua et par le rapport Payne et Unsworth. La perte estimée s'élève à près de 14 millions de dollars des Etats-Unis²⁷.

VII. La méthodologie utilisée par la Fundación Neotrópica est compatible avec la pratique couramment observée par les tribunaux et les milieux universitaires costa-riciens

Conformément à la tendance observée dans d'autres pays tropicaux riches en biodiversité, le Costa Rica a également élaboré une série de lignes directrices et de pratiques en matière d'évaluation des dommages environnementaux. La Cour internationale de Justice ayant affirmé dans son arrêt du 16 décembre 2015 que la souveraineté sur le territoire litigieux appartient au Costa Rica et que le Nicaragua, en établissant une présence militaire et en creusant trois caños, avait violé la souveraineté territoriale du Costa Rica, nous estimons que ces normes et pratiques devraient être sérieusement prises en considération par la Cour.

Le Costa Rica a élaboré sa réglementation en matière environnementale relativement tôt, dans les années 1990, et a ainsi adopté une série de textes progressistes comme la loi sur les forêts, la loi sur la biodiversité, la loi organique sur l'environnement, la révision de l'article 50 de la constitution, etc.). Les dommages environnementaux sont définis comme «toute perte ou réduction importante, infligée à un ou plusieurs composants de l'environnement, difficile à réparer voire impossible en cas par exemple de disparition d'une espèce»²⁸.

Les tribunaux et la doctrine reconnaissent au moins deux types de dommages environnementaux : les dommages purs ou écologiques et les dommages écologiques non purs ou privés (González & Peña, 2015). Les dommages écologiques affectent le patrimoine commun de toute la population (biens publics) : eau, air, sol, biodiversité, etc. (Montero-Bustabad, 2012). La même résolution de la Sala Primera [première chambre] de la Cour suprême déclare à propos de ce type de dommages environnementaux qu'il

²⁵ S.T.J., n° 1180078/MG, Rel. Ministre Herman Benjamin, Second Class, DJE 28/02/2012.

²⁶ REsp N° 1410698/MG, Rel. Ministre Humberto Martins, Second Class, arrêt du 23 juin 2015.

²⁷ Enquête civile n° 007/2011 (DOC-0145-2012-FLORA).

²⁸ Sala Primera de la Corte Suprema de Justicia. N.675-2007 de las 10:40 horas del 21/09/2007.

«affecte la flore, la faune, le paysage, l'air, l'eau, le sol c'est-à-dire l'environnement. Ces dommages affectent l'écosystème en inhibant ses fonctions naturelles. Ils portent atteinte ou affaiblissent les composants de la nature et de l'environnement ... Il s'agit de dommages portés à l'environnement sous forme d'une altération ou d'une destruction totale ou partielle affectant indirectement la qualité de vie de tous les êtres vivants de la planète.»²⁹

Parmi les notions juridiques progressistes associées à ce concept figurent des critères relatifs à la charge de la preuve et à l'obligation pour l'État d'agir en présence de dommages environnementaux purs. En ce qui concerne la charge de la preuve, la jurisprudence penche en faveur de son renversement en cas de dommages environnementaux, compte tenu du principe de précaution tel qu'il est appliqué dans la loi costa-ricienne sur la biodiversité. Comme indiqué à l'article 109 de cette même loi : «La charge de la preuve de l'absence de contamination, dégradation ou effets illégaux pèse sur la personne ayant sollicité une autorisation, un permis ou un accès à la biodiversité ou qui est accusée d'avoir commis des dommages environnementaux»³⁰. En ce qui concerne l'obligation pour l'État d'agir en présence de dommages environnementaux purs, les critères juridiques indiquent l'absence de tout délai de prescription (Montero-Bustabad, 2012).

Dans le même ordre d'idées, la doctrine juridique prône l'évaluation exhaustive des dommages environnementaux (González & Peña, 2015). Au Costa Rica, cette doctrine reconnaît également que, malgré la difficulté inhérente à l'évaluation pécuniaire de bon nombre de ces dommages et aux risques d'arbitraire pesant sur cet exercice, on ne saurait considérer un dommage environnemental comme non susceptible d'indemnisation pour la simple raison qu'il est difficile à apprécier (Montero-Bustabad, 2012).

Ces concepts ont été exprimés de manière méthodique par les tribunaux et les milieux universitaires. En ce qui concerne la littérature économique, plusieurs études exposent les pratiques d'évaluation pécuniaire les plus récentes. Dans notre rapport consacré à l'évaluation pécuniaire en l'instance, nous mentionnons l'étude de Mary L. Moreno décrivant l'expérience acquise au Costa Rica jusqu'en 2005 en matière d'évaluation économique « des services fournis par la biodiversité » pour reprendre les termes de cet auteur (l'étude est parue l'année de l'évaluation par les Nations Unies des écosystèmes pour le millénaire).

L'étude démontre l'évolution radicale des études d'évaluation qui portent désormais sur plusieurs types d'écosystèmes et appliquent toute la gamme des méthodes VTE. En matière d'évaluation pécuniaire des dommages environnementaux, la tendance actuelle consiste à appliquer la méthode dite IPS puisqu'elle a été élaborée par l'*Instituto de Políticas para la Sostenibilidad* [institut des politiques de durabilité (IPS)] du Costa Rica (Moreno, 2005).

L'année dernière, un autre rapport — basé sur les connaissances les plus récentes et publié par le centre international des politiques en faveur du développement durable de l'Université nationale (CINPE-UNA) — a procédé à l'analyse des tendances de la littérature spécialisée et à son évolution. Il confirme l'application, dans les publications récentes consacrées aux dommages environnementaux, d'approches inspirées du cadre élaboré par l'IPS (Aguilar-González & Segura Bonilla, 2016).

L'appendice 3 au présent rapport confirme cette tendance des scientifiques en reproduisant une opinion technique de Moreno qui est le coordinateur des recherches au sein du CINPE-UNA (l'un des centres universitaires les plus prestigieux spécialisés dans l'environnement et l'économie écologique au Costa Rica) et de Segura qui est chercheur au sein de la même institution. Pour reprendre les propos de l'intéressé :

²⁹ *Ibid.*

³⁰ Tribunal Contencioso Administrativo, Sección IV. N. 4399-2010 de las 10:40 horas del 14/12/2010.

«Nous avons analysé minutieusement les références théoriques sur les méthodologies d'évaluation économique des services environnementaux et d'évaluation des dommages causés aux services écosystémiques au Costa Rica et appliqué plusieurs de ces méthodologies aux niveaux national et international. Parmi les différentes méthodologies utilisées pour évaluer le dommage causé à l'environnement que nous avons trouvées et qui ont été utilisées dans des travaux ... la méthodologie de l'Instituto de Políticas de Sostenibilidad, IPS [institut des politiques durables] est la plus utilisée au Costa Rica.»

Au niveau des tribunaux, le Costa Rica ne dispose pas à proprement parler d'une juridiction spécialisée compétente en matière d'environnement. Dans ce domaine, la plupart des affaires pénales et civiles sont jugées par les juridictions pénales et agraires. De plus, les affaires dans lesquelles l'Etat est mis en cause en sa qualité d'autorité chargée d'appliquer la loi et les normes juridiques environnementales relèvent du tribunal administratif des contentieux. Toutes ces juridictions ont progressivement évolué de manière à acquérir les compétences techniques requises pour juger des affaires portant sur l'environnement. Néanmoins, compte tenu de sa nature, le tribunal administratif pour l'environnement (Tribunal Ambiental Administrativo, TAA) du ministère de l'environnement est de loin celui qui jouit de la plus grande expérience en la matière. Dans la prochaine section, nous examinerons plus en détail la jurisprudence la plus récente de cette instance — concernant l'application de méthodes d'évaluation pécuniaire des dommages environnementaux à la pointe du progrès — de manière à compléter la justification de notre choix en faveur du cadre méthodologique utilisé dans le présent rapport.

A. Pratique du tribunal administratif pour l'environnement du Costa Rica en matière d'évaluation des dommages environnementaux

Le tribunal administratif pour l'environnement (TAA) a été créé en 1995 par une loi³¹ afin de conférer davantage de célérité et de transparence à la justice environnementale au Costa Rica par rapport aux procédures existantes. Le TAA est une instance décentralisée rattachée au ministère de l'environnement (MINAE) et compétente dans l'ensemble du pays. Il peut agir sur demande ou de sa propre initiative. Son domaine de compétence inclut les procédures et les sanctions à l'encontre des auteurs de dommages environnementaux³². Pour s'acquitter de ses devoirs, il peut déterminer le montant de l'indemnisation appropriée des dommages. A cette fin, il a recours aux divers services spécialisés du MINAE pour l'aider dans son travail. Ces services sont légalement tenus de lui prêter assistance.

Dans sa pratique, le TAA n'a pas choisi de méthodologie officielle d'évaluation pécuniaire. Certains dénoncent cette attitude (Sánchez, 2009). Nous pensons quant à nous qu'il a agi judicieusement en appliquant progressivement plusieurs méthodologies selon la spécificité du contexte socioécologique et des circonstances de chaque affaire et en n'hésitant pas à recourir fréquemment à de nouvelles méthodes.

Le TAA a publié en 2014 un guide des indicateurs pour l'évaluation économique des dommages environnementaux infligés aux ressources marines côtières. Cet ouvrage — parrainé par le conservatoire de la nature et rédigé avec la collaboration de l'ONG technique PRETOMA — a pour objet, selon ses auteurs, «d'amener les membres du TAA à utiliser ces concepts en vue de déterminer, en fonction de leurs propres critères, si un rapport d'évaluation de dommages environnementaux englobe les éléments nécessaires pour lui conférer une fiabilité technique et si les indicateurs d'évaluation des dommages environnementaux dans divers environnements marins côtiers sont suffisamment pertinents pour assurer ladite fiabilité» (MINAE-Tribunal ambiental Administrativo, 2014).

³¹ Costa Rica. Loi organique sur l'environnement, 28 septembre 1995, articles 103 et suiv.

³² *Ibid.*, art. 111.

Le guide suggère un cadre englobant trois composants et définissant au profit du TAA une méthode à la pointe du progrès fondée sur l'approche axée sur les services écosystémiques, les techniques d'estimation de la VET et la méthode IPS d'évaluation pécuniaire des dommages environnementaux (MINAE-Tribunal ambiental Administrativo, 2014). Il convient de relever que ce cadre composite est exactement celui que nous avons adopté pour procéder à notre propre estimation pécuniaire en l'instance.

Le guide contient en outre un chapitre relatif aux indicateurs applicables aux écosystèmes des mangroves en vue de permettre l'application du cadre fondé sur les services écosystémiques à ce biome particulier. Il contient une remarque intéressante sur l'évolution des applications d'évaluation formulée à l'issue d'une comparaison entre une évaluation faite en Colombie par la cour des comptes en 1998 et une autre évaluation faite en 2010 en recourant à l'approche axée sur les services écosystémiques. L'évaluation effectuée en 2010 a abouti à une valeur pécuniaire 13 fois supérieure à celle de 1998 (MINAE-Tribunal ambiental Administrativo, 2014). Le guide figure en tant que document officiel sur le site Web du TAA à l'adresse <http://tribunalambiental.go.cr/portfolio-item/manual-de-indicadores-para-la-valoracion-economica-de-danos-ambientales>, d'où il ne peut toutefois pas être téléchargé. Pour procéder au téléchargement, il convient de procéder depuis le site Web de l'ONG PROTEMA (<http://www.premota.org/wp-content/uploads/2015/01/VALORACION-ECONOMICA-MARINO-COSTERA.pdf>).

De plus, le réseau national des zones de conservation (SINAC) est l'entité la plus active en matière de fourniture au TAA d'évaluations pécuniaires des dommages environnementaux. Nous avons demandé au TAA de nous indiquer quelle est la méthodologie la plus couramment utilisée dans ce domaine. L'appendice 4 au présent rapport contient deux notes du tribunal dans lequel celui-ci admet avoir «tenu compte des dossiers administratifs dûment finalisés par [lui] en 2015 et 2016, que ce soit par le biais de l'adoption d'un acte final ou bien de l'homologation d'un accord de conciliation». Dans la même note, il est précisé que : «dans les 69 dossiers complétés devant le tribunal administratif pour l'environnement pendant les années susmentionnées, la méthodologie IPS domine largement s'agissant d'évaluer les dommages environnementaux, puisqu'elle a été utilisée dans 34 % des cas.» (Solano, 28 juillet 2017).

B. Protocole du SINAC et méthodologie de l'IPS

Il me semble important pour comprendre les conclusions du TAA d'expliquer les paramètres que le SINAC utilise aujourd'hui pour procéder à ces évaluations. Comme indiqué dans la note du tribunal, «en vertu de la directive SINAC-DE-1156 du 23 mai 2014, l'évaluation des dommages environnementaux effectuée par le personnel du réseau national des zones de conservation doit obligatoirement respecter les lignes directrices du 'Protocole d'évaluation économique des dommages environnementaux' publiées la même année. Selon ce document, quatre méthodologies permettent de procéder à cette évaluation économique au prix d'un ajustement en fonction des circonstances de l'espèce :

- a) la méthodologie IPS d'évaluation économique des dommages environnementaux qui est recommandée s'agissant de modifier l'utilisation d'un terrain, les feux de forêt et les dommages infligés à des zones humides, même si elle peut être appliquée à la quasi-totalité des situations affectant des ressources naturelles ;
- b) la méthodologie ACOSA d'évaluation économique des dommages environnementaux qui est recommandée en cas d'extraction (de produits ou de produits dérivés), de braconnage et de trafic d'espèces appartenant à la flore ou à la faune sauvages ;
- c) la méthodologie AC-HN d'évaluation économique des dommages environnementaux qui est recommandée en cas de dommages provoqués par l'abattage et la récolte d'arbres dans des

zones agricoles et non forestières, dans les régions dépourvues de forêts riveraines et dans les zones de protection de la forêt ; et

- d) la méthodologie ACMIC d'évaluation économique des dommages environnementaux — conçue à l'origine pour la zone de conservation marine de l'île de Coco — qui est recommandée dans les cas impliquant des dommages pour l'environnement marin, s'agissant notamment de pêche illégale ou d'exploitation illégale d'espèces marines.

Le protocole ne limite pas expressément les options d'évaluation à ces quatre méthodologies, mais encourage l'adoption de critères communs de sélection d'une méthode. De plus, il fournit des détails sur le contenu des rapports d'évaluation, sur le personnel censé intervenir (en prônant un travail multidisciplinaire en présence de situations complexes) et sur d'autres questions juridiques et procédurales (SINAC, 2014).

Il convient de rappeler que la méthodologie IPS tente de mesurer les dommages environnementaux en déterminant l'état de l'environnement avant et après son endommagement (voir la figure 2). Selon notre propre rapport d'évaluation pécuniaire³³, il convient lors de son application de distinguer entre trois composants. Le premier est le coût de la réparation c'est-à-dire la valeur du dommage biophysique. Le deuxième est le coût social généré par la perte d'avantages consécutive aux effets des dommages sur l'état de conservation de l'environnement naturel et sur la qualité et la quantité des flux fournis par le capital naturel. Le troisième est la valeur de la production totale extraite s'agissant d'activités extractives (Barrantes & Di Mare, 2001).

³³ Voir l'équation numéro 5, page 30.

Figure 2
Représentation graphique d'un dommage environnemental.
 Source : Barrantes & Di Mare, (2001)

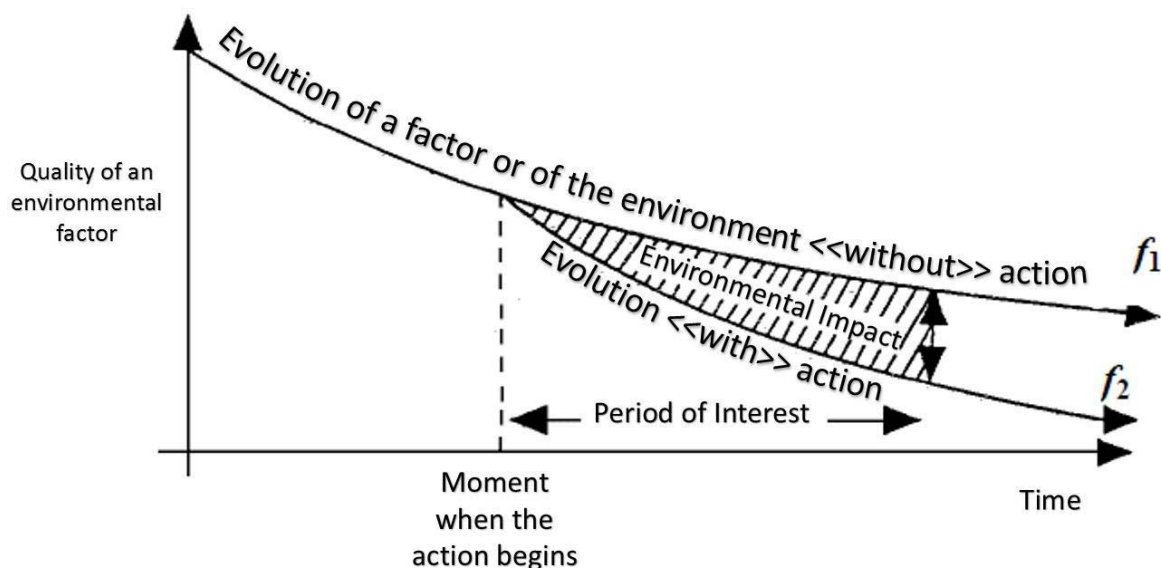


Figure 2 : Représentation graphique d'un dommage environnemental. Source : Barrantes & Di Mare, (2001)

Légendes :

- | | |
|-----------------------------|---|
| — Quality of an... | — Qualité d'un facteur environnemental |
| — Evolution of a factor... | — Évolution d'un facteur ou de l'environnement « hors » de toute action |
| — Environmental Impact | — Impact environnemental |
| — Evolution « with » action | — Évolution « en présence » d'une action |
| — Period of Interest | — Période à prendre en considération |
| — Moment when... | — Moment où l'action débute |
| — Time | — Temps |

La méthodologie propose l'évaluation de l'état initial des ressources naturelles concernées en mesurant le potentiel de fourniture des flux ou des services écosystémiques bénéficiant à la société. L'estimation des coûts sociaux considère les avantages perdus en raison des dommages environnementaux causés. Il est donc nécessaire de déterminer le groupe d'avantages fourni par l'environnement naturel ayant été affecté et la manière dont ces avantages ont diminué en raison de la perturbation dudit environnement (Barrantes & Di Mare, 2001 ; Vega, 2004).

Gerardo Barrantes de l'IPS rend compte de l'usage répandu de la méthodologie dans la note reproduite à l'appendice 5. Il signale que, en raison de sa reconnaissance internationale, la méthodologie est appliquée dans divers pays latino-américains et sert par exemple à élaborer des politiques et à régler des contentieux en Equateur et en Colombie, ainsi qu'à former le personnel des organismes compétents au Paraguay et au Honduras.

C. Application de la méthodologie du transfert d'avantages par le CINPE-UNA en vue de l'évaluation des zones humides costa-riciennes

Une observation finale s'impose pour prouver la validité du cadre méthodologique appliqué dans notre rapport d'évaluation. Comme Morano et Segura l'ont signalé dans leur note (appendice 3), ils « nous travaillons actuellement sur un projet de recherche intitulé « *Valoración de los Servicios Ecosistémicos de siete humedales Ramsar de Costa Rica* » [évaluation des services écosystémiques de sept zones humides RAMSAR du Costa Rica] pour le réseau national des zones

de conservation (SINAC) et ledit ministère. A cette fin, nous avons recours à la méthodologie internationalement reconnue sous le nom de *transfert de valeurs*. Il est généralement recouru au transfert d'avantages — plus généralement désigné sous l'appellation *transfert de valeurs* — en cas d'impossibilité de procéder à une étude détaillée par manque de ressources budgétaires et/ou de temps, lorsque le but de l'exercice est de mesurer les avantages (Morano & Segura, 20 juillet 2017).

Cette affirmation confirme incontestablement la validité du recours à la méthode basée sur le transfert d'avantages dans notre rapport d'évaluation pécuniaire. De plus, dans sa lettre au vice-ministre costa-ricien des affaires étrangères, David Batker cite un exemple d'application de la méthode dans le domaine de l'élaboration de politiques pertinentes en Amérique latine (appendice 6). Earth Economics (www.eartheconomics.org/) est l'une des ONG techniques les plus importantes se consacrant à l'évaluation des services écosystémiques au monde entier. En Amérique latine, elle utilise entre autres la méthode basée sur le transfert d'avantages dans le cadre de ses travaux réalisés en Équateur, en Colombie, au Costa Rica, au Panama et au Pérou (Batker, 28 juillet 2017).

Nous pensons avoir prouvé sur la base des antécédents et des preuves techniques et juridiques présentés jusque-là que notre cadre méthodologique en trois parties constitue une synthèse valable des méthodes les plus récentes en matière d'évaluation des dommages environnementaux au niveau international et plus particulièrement dans les pays tropicaux riches en biodiversité comme le Costa Rica. Nous avons produit suffisamment de preuves du respect des normes imposées au Costa Rica par ledit cadre et de son applicabilité plausible à des zones humides telles que la zone humide d'importance internationale du nord-est des Caraïbes (reconnue par RAMSAR).

Examinons maintenant les allégations des experts du Nicaragua concernant notre choix de services écosystémiques avant de rejeter leur remise en cause de nos calculs spécifiques.

VIII. Les calculs de la valeur pécuniaire des dommages ont été effectués de manière prudente, appropriée et circonspecte

Nous allons maintenant développer les arguments déjà présentés, dans le cadre de la présente procédure, dans notre rapport d'évaluation et dans nos addenda explicatifs de novembre 2016 afin de rejeter la remise en cause par le Nicaragua, sur la base du rapport de Payne & Unsworth (2017), de notre application du cadre méthodologique. En vue de valider encore mieux ladite application, nous soumettons à l'examen de la Cour une note technique dans laquelle l'ONG spécialisée Earth Economics évalue la solidité de notre rapport d'évaluation pécuniaire (appendice 6). Selon un membre de cette organisation, «[e]n ce qui concerne l'affaire spécifiquement en cause et l'analyse fournie par Neotrópica, j'estime cette dernière solide et prudente» (Batker, 28 juillet 2017).

A. Sélection minutieuse et circonspecte des services écosystémiques à évaluer

Comme indiqué dans nos addenda explicatifs, le processus de sélection des services écosystémiques à prendre en compte en tant que pertes dans l'évaluation pécuniaire des dommages environnementaux a été mené avec minutie, dans le délai imparti et conformément aux informations techniques disponibles confirmant les dommages. A cette fin, le rapport décrit le contexte technique environnemental de l'évaluation et cite en particulier les documents et contributions utiles, ainsi que leur emplacement spécifique. Dans le tableau 2³⁴, nous avons mis en évidence les faits pertinents sur le plan technique qui corroborent les pertes attestées. Les faits constatés et les éléments d'appréciation techniques disponibles — tels qu'ils ont été communiqués

³⁴ Voir la page 11 de la traduction anglaise du rapport d'évaluation

par des professionnels qualifiés — constituent le lien de causalité avec les dommages allégués. Nous avons en outre évalué les faits et leur lien de causalité avec notre équipe technique multidisciplinaire en consultation avec le SINAC. Comme nous l'avons illustré plus haut dans la figure 1, nous avons ensuite cherché à valider notre analyse en effectuant une inspection sur le terrain sous la forme d'un survol aérien (Aguilar-González, 18 novembre 2016).

Sur la base de ces preuves, nous avons procédé à une sélection préliminaire de biens et services écosystémiques en vue d'une évaluation. Le tableau 8 de la traduction anglaise du rapport³⁵ présente cette liste préliminaire (Aguilar-González et autres, 2016). Il indique, pour mieux démontrer la sélectivité de notre processus, le degré de facilité de réalisation d'une évaluation des biens et services concernés et de transférabilité, selon les règles énoncées par Liu et autres (2010), des valeurs pécuniaires estimées — depuis des écosystèmes analogues situés à d'autres endroits — aux fins de l'application de la méthode basée sur le transfert d'avantages. Nous avons également documenté dans ce tableau l'ampleur des dommages de chaque catégorie dans la zone étudiée, les réserves et les flux perceptibles dans cette dernière et la mesure dans laquelle il était possible (à l'époque de la rédaction du rapport) de vérifier les pertes provoquées. Nous sommes parvenus à une liste de 11 catégories de biens et services présélectionnés. À l'issue d'un examen approfondi des données disponibles, nous n'en avons retenu que six pour l'évaluation pécuniaire des dommages imputables et nous avons sélectionné huit catégories pour une description qualitative, comme indiqué dans les tableaux 8 et 11³⁶ de notre rapport d'évaluation (Aguilar-González, 18 novembre 2016).

Il convient de noter que la sélection méticuleuse des services écosystémiques destinés à être évalués sur le plan pécuniaire réduit sensiblement le risque de redondance. De ce point de vue, nous pouvons affirmer que le fait d'avoir sélectionné seulement 6 catégories parmi les 22 susceptibles de faire l'objet d'une évaluation pécuniaire a permis d'abaisser considérablement ledit risque. Ce choix est même considéré comme excessivement circonspect dans l'avis qualifié de Joshua Farley (appendice 11) de l'Université du Vermont qui, après avoir également étudié notre rapport, a conclu : «[l]e rapport a été méticuleusement préparé et repose sur une solide documentation. Il utilise les techniques les plus modernes pour déterminer la valeur pécuniaire des services écosystémiques» (Farley, 1^{er} août 2017).

Une certaine redondance fonctionnelle des écosystèmes est naturelle. Comme indiqué dans un rapport publié récemment par la Commission européenne, la diversité fonctionnelle

« reflète la diversité des rôles écologiques indispensables au fonctionnement d'un écosystème. Lorsque plusieurs espèces semblent assumer le même rôle, on présume être en présence d'une «redondance fonctionnelle» : en d'autres termes, on suppose, sur la base des connaissances actuelles, que toutes les espèces ne sont pas indispensables au fonctionnement de l'écosystème ... Pourtant, face au changement global, le fait de disposer de différentes espèces jouant des rôles analogues pourrait constituer un avantage vital. La stabilité pourrait en effet être confortée dès lors que plus d'une seule espèce s'acquitte du même rôle dans la mesure où le déclin d'une espèce pourrait être compensé par le maintien ou l'accroissement de la population d'une autre, surtout si chacune d'entre elles réagit différemment aux perturbations et aux modifications de l'environnement. » [Traduction du Greffe.]

Le Nicaragua accepte notre sélection de la plupart des services écosystémiques dans notre évaluation pécuniaire, tout en rejetant notre inclusion du contrôle de la formation/érosion des sols et de l'atténuation des risques naturels. En adoptant cette position, il fait fi des 14 sources de preuves produites au cours de la procédure pour justifier l'inclusion de l'atténuation des risques naturels et des 12 autres sources identifiées pour justifier le contrôle de la formation/érosion des

³⁵ *Ibid.*, page 43.

³⁶ *Ibid.*, page 48.

sols dans le tableau 12³⁷ de notre rapport d'évaluation. Ledit tableau répertorie ces sources, lesquelles ont déjà fait l'objet d'une numérotation et d'une explication dans le tableau 2³⁸, ainsi que d'une description détaillée des données techniques pertinentes qu'elles contiennent et de leur emplacement dans le dossier (Aguilar-González et autres, 2016).

Cette inclusion est approuvée dans les remarques scientifiques formulées par Colin Thorne dans le cadre de son analyse du rapport Kondolf rédigé afin de justifier cette exclusion dans le contre-mémoire du Nicaragua (Kondolf, 2017). Ledit avis scientifique prouve que les conclusions de Kondolf sont incorrectes en ce qui concerne le contrôle de la formation/érosion des sols. Pour Thorne :

«Sur la base des preuves susmentionnées et de notre compréhension actuelle de la formation, de la fertilité et de l'érodabilité du sol ainsi que de la résilience des plantes au stress physique, aux maladies et aux agents pathogènes influant sur la santé de leurs rhizosphères, les activités du Nicaragua ont sans aucun doute exercé un impact sur les services de contrôle de la formation de l'érosion du sol dans les zones affectées et il faudra au moins plusieurs décennies pour que les sédiments déposés par le fleuve et remplissant les *caños* se transforment en sol totalement fonctionnel. Il en va ainsi parce que les processus de formation du sol sont indissociablement liés à la croissance et à la maturation de la forêt secondaire se développant dans les zones dégagées, un phénomène qui ... prend entre plusieurs dizaines d'années et plusieurs siècles. Dans la mesure où ..., la forêt secondaire ne pourra jamais remplacer la forêt primaire que le Nicaragua a abattue et le sol qui vivait en harmonie avec les arbres anciens ne pourra jamais être totalement recréé.» (Thorne, 2017.)

De plus, Thorne informe également la Cour de la conclusion incorrecte formulée dans le contre-mémoire du Nicaragua concernant la pertinence du service d'atténuation des risques naturels dans la zone :

«[e]n concluant que les activités du Nicaragua n'ont eu aucun impact sur la capacité de la zone contestée à atténuer les risques naturels, Kondolf laisse totalement de côté le fait que la zone humide d'eau douce et son écosystème constituent eux-mêmes des biens précieux risquant aussi d'être victimes de risques naturels inhérents à la faible altitude des zones humides et à leur proximité de la mer des Caraïbes. ... A mon avis, les risques naturels atténués par la zone humide incluent les inondations côtières, l'intrusion d'eau salée et l'érosion côtière. » (Thorne, 2017.)

Dans le même ordre d'idées, Thorne met en avant la perte de ce service pour toutes les personnes bénéficiant d'une zone humide Ramsar, en l'occurrence le peuple costa-ricien qui est propriétaire de ce bien public et, également, les habitants d'autres pays (dans la mesure où ladite zone a été désignée comme revêtant une importance internationale).

Pourtant, il convient de reconnaître que les populations locales dépendent également de ce service. Nous avons mentionné dans notre rapport d'évaluation une étude effectuée en 2013 par des techniciens de la zone de conservation de Tortuguero (ACTo) pour évaluer un changement de catégorie de gestion de la zone protégée de Calero, Machuca et des îles Portillos³⁹. Cette étude contient le témoignage de 26 détenteurs d'un permis d'utilisation de terrains situés près du site endommagé et d'un nombre à peu près égal de propriétaires d'infrastructures, y compris des membres de la communauté d'El Jobo (Monge et autres, 2013). Par conséquent, nous disposons de

³⁷ *Ibid.*, pages 50 et 51 de la traduction anglaise du rapport d'évaluation.

³⁸ *Ibid.*, page 11 de la traduction anglaise du rapport d'évaluation.

³⁹ Le rapport peut être consulté et téléchargé à l'adresse :<https://drive.google.com/file/d/0B2pWR5tBjIFTamFhbE4ydE5aUzg/view?usp=sharing>.

suffisamment de preuves attestant non seulement que la zone humide elle-même (et ceux qui en bénéficient en tant que zone protégée publique et site Ramsar), mais également les habitants locaux dépendent du service écosystémique d'atténuation des risques naturels fourni par la zone endommagée.

Il nous paraît important de mentionner, comme preuve de la pertinence de ce service pour la zone, les conséquences ou l'absence de conséquences du coup direct lui ayant été porté en 2016 par l'ouragan Otto. Nous avons donc reproduit dans l'appendice 9 une note technique émanant de Laura Rivera, directrice de la zone de conservation de Tortuguero où l'intéressée traite de cette question.

Dans sa note, Rivera déclare :

«aux endroits où la couverture forestière était très dense, une bonne partie des troncs d'arbres sont restés debout, même si d'autres sont tombés. Après avoir observé d'autres zones affectées dépourvues de couverture forestière, nous avons pu conclure que l'effet du vent sur les arbres isolés est apparemment supérieur, parce que la plupart d'entre eux gisaient à terre. Nous suggérons donc qu'une forte densité végétale permet un «filtrage» des courants d'air qui se traduit par une réduction de la pression exercée sur chaque arbre ou palme... Certains bâtiments ont été affectés, principalement ceux situés dans des zones ouvertes ou sur les bords des lagunes. Dans la zone de Puerto Lindo, la ressource forestière a été fortement endommagée, tandis que les maisons près des forêts ou entourées de forêts ne semblent pas avoir souffert.» (Rivera, 31 juillet 2017.)

La même note contient également des preuves photographiques des déclarations de son auteur.

B. Estimation prudente de la valeur du bois sur pied

Concernant ce sujet, le Nicaragua émet plusieurs critiques que nous avons recensées dans une liste pour y répondre de manière méthodique. Payne et Unsworth réproouvent notre approche consistant à multiplier l'inventaire des arbres abattus par les prix obtenus de sources officielles, après application d'une réduction par un facteur de volume exploitable d'environ 50 %.

- 1) Les experts du Nicaragua déforment notre approche. Selon eux, nous supposons que 50 % du stock de bois sur pied auraient pu être récoltés en vue de leur vente si le Nicaragua n'avait pas commis les actions qui lui sont reprochées. De plus, ils prétendent que nos calculs sont obscurs dans la mesure où nous n'avons pas précisé si les prix utilisés sont ceux du bois sur pied.
- 2) Les experts du Nicaragua déforment également nos calculs en affirmant que nous supposons qu'il aurait été possible de maintenir une exploitation durable en prélevant la moitié de la croissance annuelle des arbres. De plus, ils nous reprochent de ne pas avoir produit de preuves suffisantes de la capacité de la zone endommagée à être exploitée de manière durable.
- 3) Les experts du Nicaragua critiquent notre comptabilisation de la croissance potentielle des arbres depuis l'année où ils ont été abattus jusqu'à la date de notre estimation (ce que nous désignons sous le terme de « coût d'opportunité ») en faisant valoir qu'elle est incorrecte.
- 4) Les experts du Nicaragua critiquent notre soi-disant absence de prise en considération de la récupération potentielle des services écosystémiques au fil du temps (Payne & Unsworth, 2017).

En ce qui nous concerne :

- 1) Nous ne formulons aucune hypothèse quant au stock de bois sur pied qui aurait pu être récolté si le Nicaragua s'était abstenu de toute action. En fait, ce bois n'aurait jamais dû être exploité de toute façon. Notre application d'un taux de déflation au volume du bois sur pied dans l'hypothèse que seule une partie aurait pu être utilisable vise uniquement à aboutir à une estimation annuelle plus prudente. Force est d'admettre que, lorsque nous avons rempli les tableaux reprenant les données du prix du bois, nous avons oublié d'indiquer qu'il s'agissait effectivement de prix applicables au bois sur pied (comme indiqué par l'office costa-ricien des forêts)⁴⁰ comme le veut l'usage en cas de description d'un stock de ressources n'étant pas censé être enlevé. Le Nicaragua a illégalement supprimé une zone appartenant au patrimoine national et incluant du bois sur pied comme l'un de ses biens.
- 2) Nous ne postulons pas qu'il aurait été possible d'abattre, de manière viable, la moitié des arbres tous les ans. Notre hypothèse est que la dégradation de l'actif se traduira chaque année dans les comptes physiques naturels et économiques du Costa Rica par une diminution de la valeur pécuniaire du patrimoine naturel du pays, jusqu'à ce que l'actif soit complètement reconstitué. C'est la raison pour laquelle nous comptabilisons la perte sur une base annuelle, en déduisant de la valeur annuelle le volume reconstitué au moyen du taux d'actualisation. Cette approche est compatible avec l'établissement par le pays de comptes nationaux verts conformément à l'initiative WAVES, telle qu'elle est décrite en détail dans la section VIII.E.
- 3) Nous avons supposé que la croissance des arbres se serait poursuivie jusqu'à la date de l'évaluation. Nous aurions pu supposer qu'elle se poursuivrait jusqu'à la récupération complète, mais nous avons préféré nous en abstenir afin de rester prudents dans nos estimations. Notre comptabilisation des pertes de biens ne repose sur aucune hypothèse en matière de croissance du volume du bois sur pied dans la zone endommagée pendant la période allant de 2016 à 2066.
- 4) Enfin, comme explicité dans la suite du présent rapport (voir la section VIII.E.), nous avons supposé une récupération potentielle du volume du bois sur pied et, par conséquent, décidé d'appliquer un taux d'actualisation à la valeur actuelle nette du dommage à un horizon prévisionnel de cinquante ans. Les études récentes concluent à un taux moyen de récupération après abattage dans les forêts d'Amérique centrale de 95 % au bout de 141 ans (soit environ 0,71 % par an). Au niveau mondial, les estimations de la même étude concluent, sur la base de l'observation de 166 événements de même nature (Cole et autres, 2014), à un taux de récupération annuelle de 0,41 % après des bouleversements dus à l'action humaine. En pareil cas, le temps de récupération approcherait les 244 ans. En supposant un taux d'actualisation de 4 % pour les calculs de la valeur actuelle nette dans le cadre de notre évaluation pécuniaire, nous partons en fait de l'hypothèse d'un taux de récupération élevé de 1,71 % par an.

⁴⁰ Dans les données de l'office, ils sont exprimés en « pie (col/plt) » qui peut être traduit par « bois sur pied (colones/pouce costa-ricien de bois) ». Ces valeurs représentent généralement entre 20 et 35 % du prix du bois scié sur le marché selon les rapports de l'office costa-ricien des forêts.

Figure 3
Valeur pécuniaire de la perte associée à la disparition d'arbres sur pied pour C2010 et CE2013 avec un taux d'actualisation de 4 % sur cinquante ans

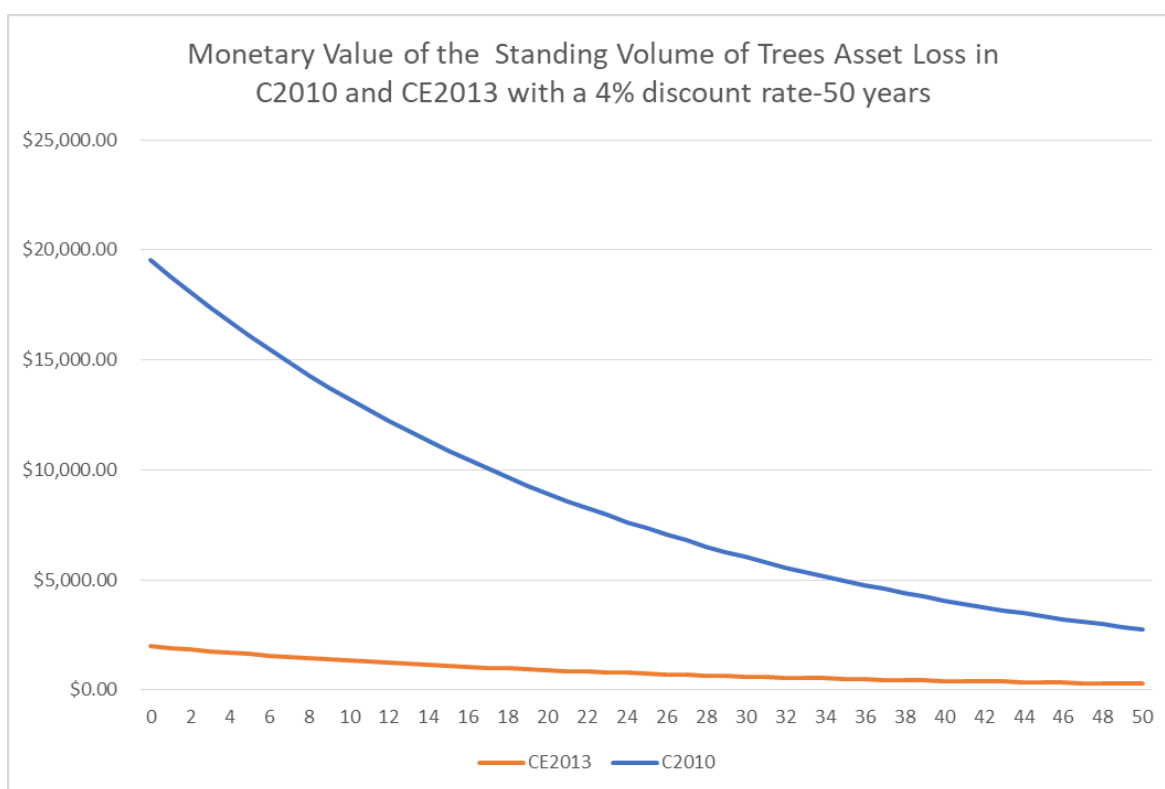


Figure 3. Valeur pécuniaire de la perte associée à la disparition d'arbres sur pied pour C2010 et CE2013 avec un taux d'actualisation de 4 % sur cinquante ans.

Source : auteurs du présent rapport

Légende :

Valeur pécuniaire de la perte associée à la disparition d'arbres sur pied pour C2010 et CE2013 avec un taux d'actualisation de 4 % sur cinquante ans

Comme indiqué dans la figure 3, la valeur du dommage supporté annuellement par les biens sur l'axe C2010 diminue en passant de 19 558,64 à 277,25 dollars des Etats-Unis. On suppose une réduction en pourcentage analogue dans l'estimation pour CE2010.

C. Estimation prudente relative à la formation du sol et à la prévention de son érosion

Nous avons utilisé une approche basée sur le coût de remplacement pour estimer les pertes associées à ce service consécutives aux actions destructrices du Nicaragua. Ce dernier conteste les calculs en faisant valoir que le service n'a pas été perdu et que nous supposons un enlèvement constant pour chaque année pendant toute la période de récupération de cinquante ans (Payne & Unsworth, 2017).

Nous avons déjà présenté suffisamment de preuves de l'inexactitude de l'hypothèse selon laquelle le service n'aurait pas été perdu du fait des actions du Nicaragua. De plus, le rapport de Colin Thorne confirme clairement que la qualité perdue des sols pourrait ne jamais être récupérée au fil du temps.

A propos de nos calculs, Payne et Unsworth (2017) relèvent (dans la note 83 à la page 24 de la version anglaise de leur rapport) une prétendue erreur, à savoir que nous avons utilisé une valeur

de 5,87 dollars des Etats-Unis au lieu de la valeur de 5,78 telle qu'elle est mentionnée dans le document source dont nous nous sommes inspirés (lequel émane du Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica, 2007). Ces deux auteurs ont effectivement découvert une faute de frappe qui n'affecte en rien la validité de nos calculs, puisque la simple multiplication du volume du sol enlevé par le chiffre correct qu'ils citent correspond exactement aux valeurs pécuniaires annuelles que nous avançons. Ces estimations sont extrêmement prudentes, puisque le coût de l'excavation et des travaux de terrassement dans la source que nous avons utilisée ne tient pas compte : 1) des qualités du sol enlevé de la zone endommagée telles qu'elles sont décrites dans le rapport de Thorne et 2) des difficultés d'accès à ladite zone, lesquelles alourdiraient très probablement ce coût.

A titre de remarque importante, il serait incorrect de supposer qu'en utilisant un coût de remplacement et en le projetant sur une période prospective en vue d'estimer la valeur actuelle nette du service écosystémique, nous partons de l'hypothèse que cet enlèvement se reproduira chaque année. Premièrement, le coût de remplacement traduit une approche de préférence révélée ou de prix virtuel et non une évaluation directe. Il s'agit d'une valeur approximative correspondant plus ou moins à la valeur pécuniaire du service écosystémique. Deuxièmement, la perte est également le résultat du dragage illégal du sol dans une zone relevant du patrimoine national.

D. Sélection prudente des valeurs aux fins d'estimations à l'aide de la méthode basée sur le transfert d'avantages

De manière générale, nous avons adopté une approche fondée sur le transfert d'avantages sous forme de valeurs unitaires ajustées en fonction de l'inflation, en raison de contraintes de temps et de ressources. Parmi ces dernières, il convient de signaler l'absence d'accès aux sites endommagés à l'époque où les dommages ont été commis, l'absence d'information sur les prix locaux et le coût élevé — en temps et en ressources — qui aurait dû être supporté pour appliquer les méthodes de la préférence déclarée ou de la préférence révélée ou bien pour créer une fonction de transfert d'avantages. Nous avons agi ainsi pour les quatre services écosystémiques récents repris dans le rapport (matières premières, régulation des émissions de gaz, atténuation des risques naturels, habitat et frayère).

Nous avons utilisé des paramètres rigoureux dans le cadre du processus de sélection, de manière à réduire le plus possible le risque d'erreurs de transfert. Nous avons vérifié l'utilisation des méthodologies sur le site de référence. Nous avons également choisi uniquement des services écosystémiques dotés d'une capacité moyenne ou élevée de transfert (voir le tableau 8⁴¹) (Aguilar-González, 18 novembre 2016). Ces pratiques nous ont permis de pallier les problèmes liés aux erreurs commises sur le site de référence et une partie des erreurs de généralisation signalées dans les études de Liu et autres (2010) et Pascual et autres (2010).

Nous nous sommes également fixé pour règle de sélectionner des études portant sur des sites de référence dotés d'écosystèmes analogues, à savoir des zones côtières humides situées dans des régions tropicales (la plus grande partie de la littérature porte sur des mangroves), ayant été publiées dans des revues après avoir été soumises à un comité de lecture et dont les auteurs se sont efforcés de contrôler les erreurs inhérentes à la généralisation et au site de référence. En ce qui concerne la littérature «grise», nous avons utilisé le processus d'examen d'Earth Economics afin de garantir une qualité des études analogue à celle des publications approuvées par un comité de lecture. Cette manière de procéder nous a paru importante compte tenu du nombre d'études publiées disponibles dans les nations en voie de développement (Aguilar-González et autres, 2016). Précisons également pour être encore plus clairs que, dans le but de contrôler les erreurs de généralisation inhérentes à la date des études, nous avons utilisé uniquement des études parues après l'année 2000 (comme indiqué dans les appendices 1 et 3 de notre rapport d'évaluation). Nous

⁴¹ Page 43 de la traduction anglaise du rapport.

avons estimé qu'un délai de 10 ans avant la commission des dommages serait suffisamment rigoureux pour réduire au minimum ce type d'erreurs.

En règle générale, nous avons adopté l'approche de Constanza et autres (1997) qui consiste à faire la moyenne des valeurs des différents sites de référence, de manière à formuler une estimation ponctuelle. Pourtant, en l'instance, nous avons appliqué d'autres critères en raison des circonstances spécifiques de l'espèce.

Pour répondre aux critiques du Nicaragua relatives aux estimations auxquelles nous avons procédé à l'aide de cette approche, examinons d'abord la question du calcul des matières premières. Dans le tableau 14⁴², nous indiquons une valeur moyenne du service écosystémique par hectare de 175,76 dollars des Etats-Unis sur la base d'une moyenne (Constanza et autres, 1997) des valeurs ajustées en fonction de la devise et de l'inflation indiquée dans la base de données consultée (appendice 3⁴³). Nous avons multiplié cette valeur par le nombre d'hectares affectés dans C2010 et CE2013. En ce qui concerne les matières premières, les zones où les arbres ont été abattus sans être enlevés ont également été comptabilisées (Aguilar-González, 18 novembre 2016).

Les experts du Nicaragua prétendent que, compte tenu de l'intervalle des différentes valeurs, il serait opportun de sélectionner la valeur dans l'étude répondant le mieux aux problèmes de l'évaluation sur le site de référence (Payne & Unsworth, 2017). Ils n'indiquent toutefois pas celle qui conviendrait le mieux dans cette optique. A supposer que nous appliquions les critères d'analogie en matière de proximité, de méthodologie et de milieu socioculturel, cette proposition irait à l'encontre des intérêts du Nicaragua, dans la mesure où l'étude la plus récente — produite à l'aide d'une meilleure méthodologie (télédétection) et réalisée dans un contexte socioculturel et écologique semblable — est celle de Camacho-Valdez, V. et autres (2014). Or, son application entraînerait la sélection d'une valeur par hectare environ trois fois supérieure. A supposer que les experts du Nicaragua déterminent la pertinence de l'étude sur la base du nombre de fois où elle a été citée, ce procédé pourrait s'avérer délicat à mettre en œuvre pour deux raisons : certaines sources n'indiquent pas les statistiques relatives aux articles parus dans toutes les langues et, comme nous l'avons déjà dit, la littérature grise constitue une source importante dans les pays en voie de développement. De plus, on peut raisonnablement prévoir que les articles les plus récents, écrits sur la base de méthodologies révisées, seraient également ceux ayant été le moins cités. Nous préférons donc rester sur notre position [utiliser la méthode recommandée par Constanza et autres (1997)], de sorte que nos estimations revêtent un caractère prudent.

En outre, le périmètre concerné constituant un patrimoine national et une zone RAMSAR, nous n'avons pas à prouver qu'il est effectivement utilisé. Il constitue un bien appartenant à l'humanité et au public costa-ricien et ayant été illégalement détruit. Pourtant, dans la mesure où nous avons établi précédemment la présence de petites communautés et de maisons (en faible nombre, il est vrai) dans la zone, il est évident sur la base des preuves fournies que les personnes concernées, en raison de leur éloignement, font usage des ressources naturelles locales.

Les experts du Nicaragua se déclarent également offusqués parce que nous n'avons pas modélisé le temps de récupération de ce service écosystémique. Un tel effort serait superflu. Nous disposons de données fiables sur l'élément qui aura besoin du plus de temps pour se reconstituer, à savoir les arbres qui, selon le rapport de Thorne, détermineront la dynamique de tout l'écosystème au fil du temps. Sur la base de la méthodologie IPS et comme indiqué dans notre étude d'évaluation et dans la note envoyée par Barrantes (appendice 5), il s'agit donc là de l'élément qui devrait servir de paramètre pour estimer le temps nécessaire à la reconstitution de tout le système (ce qui coïncide avec les conclusions de Thorne sur les étapes successives et la restauration).

⁴² Page 60 de la traduction anglaise du rapport.

⁴³ Page 72 de la traduction anglaise du rapport.

En ce qui concerne nos estimations relatives à la régulation des émissions de gaz, rappelons que, malgré l'identification de plusieurs études de référence, nous avons décidé de nous baser sur les calculs contenus dans l'étude publiée en 2015 par Maureen Arguedas du Centro Agrícola Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) sous la supervision de Miguel Cifuentes, le principal expert du Costa Rica en matière d'estimation des réserves de carbone dans les zones humides. Ce document offre l'avantage de se fonder sur des études contenant des estimations du carbone fixe dans les zones humides costa-riciennes (aussi bien dans la biomasse que dans le sol). Il contient en outre une estimation du stock et de la fixation annuelle (flux) par hectare pour les zones couvertes de mangroves du golfe de Nicoya (Arguedas, 2015). En raison des avantages inhérents à un tel niveau de spécificité et compte tenu du fait que des mangroves ont été identifiées dans la zone affectée (Aray & Mena, 2013), nous avons décidé d'utiliser ces chiffres pour estimer à la fois le stock et les flux perdus de ce service écosystémique. La figure 9⁴⁴ de notre rapport d'évaluation démontre la présence de mangroves dans les zones endommagées. S'agissant d'une thèse non publiée dont le Nicaragua conteste la qualité, nous avons cru bon de reproduire dans l'appendice 8 une lettre de Muhammad Ibrahim, directeur général du CATIE dans lequel l'intéressé déclare :

«[L]a thèse sous forme d'enquête mentionnée plus haut a été conçue, élaborée, publiée et approuvée conformément aux lignes directrices et au processus en vigueur au sein de l'école supérieure du CATIE qui est le plus ancien établissement d'enseignement de troisième cycle dans le domaine de l'agriculture et des ressources naturelles. Les résultats de l'enquête sont conformes aux exigences universitaires en matière de rigueur et de validité.» (Ibrahim, 21 juillet 2017.)

Payne et Unsworth déclarent n'avoir pas tenu compte de l'état respectif des sites. L'étude d'Argueras a en fait été réalisée dans le golfe de Nicoya, c'est-à-dire une zone ayant été davantage affectée que celle de l'île de Portillos située à moins d'un kilomètre du littoral. Dans la mesure où les mangroves dans la zone de cette île sont disposées en minces bandes, nous concluons que les différences entre les deux sites ne sont pas suffisamment importantes pour disqualifier l'estimation utilisée.

En ce qui concerne l'objection tenant à la double comptabilisation qui résulterait de notre hypothèse tenant à l'extraction de matières premières, il s'agit d'un argument fallacieux comme nous l'avons déjà expliqué. Récapitulons : le flux annuel d'accumulation de carbone est comptabilisé comme un actif qui sera perdu chaque année jusqu'à ce que l'écosystème se reconstitue ; il est l'un des éléments expliquant la complexité fonctionnelle des zones humides tropicales recouvertes de forêts dotées d'une capacité extraordinaire de fixation du carbone dans leur biomasse et dans leur sol hydromorphique (Arguedas, 2015). De plus, la question de la surestimation de la valeur de ce service en raison des avantages qu'il procure à la fois aux Costa-riciens et au monde entier est hors sujet, le Costa Rica s'étant vu confier la gestion de son territoire après avoir enregistré la zone humide comme un site Ramsar. Cette constatation vaut pour tous les services écosystémiques évalués. Les puits de carbone — qu'ils soient enfouis dans la biomasse ou dans le sol — sont situés au Costa Rica. En raison de leur statut de biens publics, ils appartiennent à l'ensemble de la nation. Par ailleurs, l'exercice d'évaluation des dommages environnementaux en cause porte sur la question de savoir si les actions du Nicaragua ont affecté la capacité du Costa Rica à fournir ces actifs naturels ou services écosystémiques, et non sur celle de savoir qui en bénéficie.

En ce qui concerne l'estimation de l'atténuation des risques naturels, nous confirmons le choix de notre source : Barbier et autres (2002). Cette étude cite une valeur de 2 387,42 dollars des Etats-Unis par hectare et par an pour la prévention des inondations, valeurs que nous avons ajustées en fonction de l'inflation. Nous convenons avec Payne et Unsworth (2017) que, en l'espèce, il aurait été préférable de recourir à l'approche fondée sur les moyennes, à l'étude la plus récente (en

⁴⁴ Page 55 de la traduction anglaise du rapport.

provenance du Mexique) ou à la valeur établie dans le contexte le plus proche (c'est-à-dire à Belize). Dans tous les cas, l'estimation obtenue aurait été supérieure à la nôtre, comme indiqué dans l'appendice 3⁴⁵. Ainsi que nous l'avons précisé dans nos addenda explicatifs, nous avons choisi la valeur la plus faible parmi toute la gamme des études sélectionnées. Ceci parce que, comme indiqué dans les rapports techniques et confirmé à l'issue de la visite sur le terrain, la zone concernée est faiblement peuplée : les villes voisines sont situées à quatre kilomètres, quelques maisons sont bâties sur les méandres du fleuve, le SINAC dispose d'une infrastructure du côté costa-ricien et on trouve une piste d'atterrissage du côté nicaraguayen (Aguilar-González, 18 novembre 2016). Nous allons démontrer, comme nous l'avons déjà fait, que l'annualisation de cette perte n'entraîne aucune double comptabilisation.

En ce qui concerne les allégations du Nicaragua relatives aux estimations portant sur les services d'habitat et de frayère, rappelons que les valeurs ont été estimées sur la base de la moyenne des études visant des zones humides côtières abritant des mangroves au Mexique, aux Philippines et en Thaïlande (voir l'appendice 3). Enfin, il convient de noter qu'il s'agit là d'un service environnemental dont les valeurs peuvent, elles aussi, être facilement transférées.

E. La prise en compte des valeurs annuelles des pertes pendant tout le temps nécessaire à la reconstitution ne s'analyse pas en une double comptabilisation, mais en une application adéquate de la méthodologie IPS

Le Nicaragua prétend, en ce qui concerne toutes nos estimations, que nous avons procédé à une double comptabilisation dans la mesure où nous annualisons la valeur des pertes en vue de calculer la valeur actuelle nette des dommages. Comme nous l'avons déjà suggéré, les flux et les stocks de ressources endommagées par le Nicaragua appartiennent certes au patrimoine de l'ensemble des Costa-riciens et, au-delà, du genre humain, mais ils n'en sont pas moins placés sous la gestion du Costa Rica. Par conséquent, ce pays souffre d'une perte de sa capacité à garantir la fourniture de ces ressources pendant tout le temps nécessaire à leur reconstitution.

Dans le cadre de leurs obligations internationales, les Etats parties à la convention sur la biodiversité sont de plus en plus tenus de surveiller l'application de cet instrument et de rendre compte. Le Nicaragua et le Costa Rica, comme les autres parties, ont par conséquent le devoir de présenter périodiquement leur rapport national à la conférence des parties. Le Costa Rica a procédé à six inventaires de ses émissions depuis 1996, afin de mesurer le succès de sa politique en matière de conformité à la convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC) et, notamment, de vérifier l'atteinte de ses objectifs en matière de neutralité carbone. De plus, le Costa Rica est l'un des 18 pays qui, depuis quelques années, participent à un projet pilote parrainé par la Banque mondiale visant à élaborer des comptes monétaires verts annuels dans le cadre du programme WAVES.

Comme l'a confirmé Edgar Gutiérrez du ministère de l'environnement du Costa Rica (appendice 7) :

«Dans le cadre de son initiative WAVES (Wealth Accounting and Valuation of Ecosystem Services), la Banque mondiale a soutenu la création des premiers comptes environnementaux au Costa Rica. Un comité directeur a été formé pour piloter ce processus. Il comprenait des représentants du ministère de l'environnement et de l'énergie (MINAE), du ministère des finances, du ministère des politiques et de la planification économiques (MIDEPLAN), de l'institut national des statistiques et des recensements (INEC) et de la banque centrale du Costa Rica (BCCR). La banque centrale du Costa Rica est l'institution chargée de l'élaboration technique des comptes. En novembre 2016, l'unité des statistiques environnementales a été créée au sein de la

⁴⁵ Page 72.

division économique de la BCCR. Cette entité est responsable de l'élaboration des comptes environnementaux qui seront publiés et mis à jour un rythme annuel ... En 2014, le pays a formellement entamé la création de comptes pour l'eau et la forêt. En juin 2015, il a également entamé la création du compte de l'énergie. Les premiers résultats de ces comptes environnementaux ont été publiés au niveau national et à celui de la Banque mondiale en mai 2016.» (Gutiérrez, 1^{er} août 2017.)

Par conséquent, ces dommages et leur valeur pécuniaire doivent être annualisés et ladite valeur doit être calculée — pendant tout le temps nécessaire à la reconstitution — comme la valeur présente d'une annuité, de manière à déduire chaque année la perte en valeur de l'actif concerné. C'est pourquoi ils doivent être estimés de la même manière que la valeur actuelle nette (VED) d'une source d'avantages à caractère social exprimée sous forme de la somme des futurs avantages (ou perte desdits avantages comme c'est le cas en l'occurrence) à caractère social. L'équation s'écrirait donc comme suit⁴⁶ :

$$SC_t = \sum_1^t BSE / (1 + r)^t;$$

où

SC = le coût social au moment t,

BSE = la valeur pécuniaire de la perte des avantages générée par les effets sur l'état de conservation de l'environnement naturel, ainsi que sur la qualité et la quantité des flux de biens et services (sélectionnés comme étant représentatifs de l'ensemble des biens et services fournis par l'écosystème) qui étaient fournis initialement par le capital naturel de la zone HCN affectée,

R = le taux d'actualisation utilisé pour calculer la valeur actuelle du flux de biens et services fournis par l'écosystème,

t = le temps qui sera nécessaire à la zone HCN pour revenir à son état initial de conservation ou, à supposer qu'un tel processus s'avère impossible, à un état de reconstitution réputé suffisant.

Cette méthode convient pour comptabiliser lesdites pertes annualisées, contrairement à celle proposée par Payne et Unsworth (2017). Pour un exemple d'application conviviale de l'équation susmentionnée, voir le site <https://financialmentor.com/calculator/present-value-of-annuity-calculator> qui permet notamment de vérifier des estimations.

Le manuel de la FAO sur les comptes environnementaux et économiques en matière d'exploitation forestière applique une approche analogue pour estimer les actifs forestiers. Plus spécialement, en ce qui concerne la valeur actuelle nette du bois sur pied, il utilise les équations suivantes :

$$V_t = \sum A_{t,r} v_{t,r} \text{ for } = 1, \dots, T-1$$

$$v_{t,r} = \frac{P_t q_r}{(1 + r)^{T-r}}$$

avant d'expliquer : « La valeur totale du bois sur pied, V, est la somme de v (la valeur par hectare des arbres de la même classe d'âge) pondérée par A (la superficie totale des arbres de la classe d'âge en cause), tandis que T représente l'âge au moment de l'abattage, p t le prix du bois sur pied et qT le rendement du bois à l'âge réel au moment de l'abattage. La valeur est réduite selon un taux r correspondant au temps restant jusqu'à la récolte T» (Lange, 2004).

⁴⁶ Comme présenté dans l'équation (7) dans notre rapport d'évaluation, page 49.

Comme Gerardo Barrantes l'a fait remarquer en analysant cette question (appendice 5) :

«[e]n ce qui concerne le coût social, il est nécessaire de procéder au moins à une quantification portant sur la période requise par les opérations de restauration, dans la mesure où par la suite la fonctionnalité des écosystèmes sera rétablie, de sorte que la population jouira des nouveaux avantages qu'ils offrent. Pendant cette période, il est nécessaire d'indemniser la population affectée au titre de la perte de certains avantages comme les effets des biens et services fournis gratuitement par l'écosystème notamment en mettant à sa disposition des infrastructures, des services sociaux et des structures de santé.»

Nous avons opté pour la prudence en choisissant une période de temps de cinquante ans, dans la mesure où nous estimons — comme indiqué dans notre rapport d'évaluation — que les arbres dans la zone endommagée étaient bien plus âgés. Le rapport de Thorne confirme notre estimation, puisqu'il avance un temps de récupération bien plus long que celui indiqué dans l'avis de Kondolf (Thorne, 2007). Par conséquent, nous soutenons que, contrairement aux affirmations de Payne et Unsworth, notre annualisation des pertes pendant cinquante ans ne génère aucun problème de double comptabilisation.

F. Le taux d'actualisation choisi correspond au rythme de reconstitution de l'écosystème

Le Nicaragua prétend que nous avons commis une erreur dans la comptabilisation de plusieurs services écosystémiques sélectionnés en excluant toute reprise de la fourniture des services au fil du temps. Ce n'est pas le cas. L'une des raisons pour lesquelles nous avons soigneusement opté pour un taux d'actualisation de 4 % dans notre évaluation tient à ce que ledit taux doit correspondre à la vitesse de récupération de l'écosystème. Par conséquent, comme indiqué dans la figure 12⁴⁷ de notre rapport d'évaluation, la valeur annuelle des dommages environnementaux diminuera progressivement au fur et à mesure de la récupération des services écosystémiques.

Comme indiqué dans nos addenda explicatifs, notre sélection d'un taux d'actualisation se fonde sur la littérature récente. Selon le rapport TEEB, différents taux sociaux d'actualisation devraient être utilisés en fonction des scénarios, avec un taux nul en cas d'investissement en faveur de la durabilité environnementale et d'autres taux en cas d'investissement public d'un autre type (Vardakoulias, 2013).

L'une des principales économistes de Synapse Economics, Liz Stanton, a résumé en 2010 la situation concernant les taux d'actualisation utilisés en affirmant que la sagesse commande de choisir un taux comparable au taux d'intérêt à court terme (3 à 5 %) pour calculer la valeur aujourd'hui d'actifs qui existeront dans les 20 à 30 ans à venir et un taux légèrement inférieur pour les actifs prévus dans une période prospective plus longue (Stanton, 2010). L'administration Obama a opté pour une position plus prudente en recommandant un taux d'actualisation compris entre 2,5-3 et 5 % pour déterminer le coût social du carbone dans le cadre d'une analyse portant sur plusieurs centaines d'années à venir (Interagency Working Group on Social Cost of Carbon, United States Government, 2010).

Goulder et Williams (2012) décrivent les taux d'actualisation implicites utilisés dans trois études influentes relatives aux politiques visant à lutter contre le changement climatique, lesquels varient entre 1,4 et 4,3 %. Lesdites études incluent l'ouvrage décisif publié par Nicholas Stern en 2007 et intitulé «The Economics of Climate Change : The Stern Review». Cette étude reconnaît la nécessité de distinguer entre les taux de performance financiers et les taux utilisés dans des situations où l'essentiel tient à l'effet sur le bien-être social comme c'est le cas en l'espèce. L'étude

⁴⁷ Page 61.

confirme les difficultés inhérentes à la gestion de la subjectivité en matière de définition des fonctions de bien-être social. De plus, elle considère l'effet de l'incertitude sur ces estimations, lequel appelle à une diminution des taux à long terme (Goulder et Williams, 2012). Cette dernière proposition a été retenue dans d'autres rapports qui constatent de nouveau l'absence de consensus sur des taux spécifiques et suggèrent le recours à des taux dégressifs dans le cadre d'une approche pragmatique en se référant à des études recommandant des taux de 4 % pour les cinq premières années, de 3 % pour la période allant de la 6^e à la 25^e année, de 2 % pour la période allant de la 26^e à la 75^e année, de 1 % pour la période allant de la 76^e à la 300^e année et de 0 % pour les périodes prospectives à plus long terme (Cunningham, 2009).

Le Royaume-Uni utilise une approche à peu près analogue pour actualiser les coûts et les avantages des projets sociaux, qui consiste à appliquer un taux de 3,5 % pour les 30 premières années et un taux inférieur pour les années suivantes (Vardakoulis, 2013). Compte tenu de la constatation au niveau international de la difficulté liée à la définition de points d'inflexion dans les situations où des taux différentiels pourraient être utilisés et de la poursuite des débats internationaux sur la question, notre étude adopte une approche prudente consistant à appliquer un taux légèrement plus élevé que ceux généralement trouvés dans la littérature et les études réalisées pour Crucitas au Costa Rica, à savoir 4 %. Il représente la moyenne des taux présentés par Stanton (2010) et suggérés par l'administration Obama pour le coût social du carbone. Il constitue également le taux le plus modéré suggéré par Goulder et Williams (2012).

Dans le cadre d'une méta-analyse portant sur 283 événements ayant perturbé des forêts et sur la reconstitution de ces dernières, tels qu'ils sont décrits dans 71 études portant sur quatre régions tropicales, des scientifiques ont estimé que, dans la plupart des cas, la reconstitution à 95 % de l'environnement prend entre 100 et 500 ans, corroborant ainsi la position adoptée par Thorne dans son rapport. En Amérique centrale, pour les 85 événements recensés, la durée médiane est de 141 ans. Comme indiqué plus haut (voir la section VIII.B. consacrée à l'estimation prudente de la valeur du bois sur pied), l'étude estime aussi que les taux annuels de reconstitution (reforestation) varient entre une valeur médiane de 2,84 % en présence de graves perturbations peu fréquentes à 0,41 % en présence de changements climatiques et de perturbations provoqués par des activités humaines (Cole et autres, 2014). Au vu de ces taux, notre choix paraît circonspect.

IX. La méthodologie proposée par le Nicaragua sous-estime gravement les dommages environnementaux

A l'issue de cette analyse des préoccupations exprimées dans les rapports techniques du Nicaragua, nous ne doutons pas de la supériorité de l'approche que nous avons choisie et de l'application que nous en avons faite par rapport aux deux propositions du Nicaragua. Les hypothèses formulées dans lesdits rapports sont erronées depuis la comparaison déplacée entre des dommages environnementaux survenus au début des années 1990 dans des conditions quasiment désertiques jusqu'aux nombreux postulats posés en complète contradiction avec les faits avérés de l'espèce tels qu'ils ont été prouvés au cours de la présente instance. Les hypothèses des experts du Nicaragua étant incorrectes, les résultats de leurs calculs aboutissent à une sous-évaluation de la valeur pécuniaire des dommages provoqués à Isla Portillos. Deux points méritent d'être soulevés concernant leur calcul final, prétendument plus adéquat, qui débouche sur une estimation pécuniaire de presque 30 000 dollars des Etats-Unis.

A. L'approche axée sur le coût de remplacement ne convient pas à l'estimation de ce type de dommages

Les experts du Nicaragua proposent l'application d'une approche axée sur le coût de remplacement et reposant sur les normes datées de l'UNCC. Pour reprendre les mots de Rudolf de Groot,

«pour autant que je connaisse la littérature pertinente et sur la base de mes propres études, le coût de remplacement (au niveau des écosystèmes) est en fait celui qui convient le moins parmi toutes les méthodes d'évaluation de la valeur (effet de bien-être) des avantages des écosystèmes (et de leurs services) et, par conséquent, de ce que deviendrait ledit effet de bien-être après la perte d'un écosystème, dans la mesure où ce coût n'est pas lié aux avantages réels (valeurs) fournis par l'écosystème intact. Les valeurs indiquées dans l'article de 2014 se fondent en fait sur un ouvrage de ma plume paru en 2012 qui dresse un aperçu détaillé des valeurs monétaires établies pour tous les principaux biomes (complexes écosystémiques) et pour les zones humides côtières qui, je suppose, constituent l'objet du présent différend. La valeur totale des zones humides côtières, y compris les mangroves, est d'au moins 190 000 dollars des Etats-Unis par hectare et par an (elle a été établie sous la forme d'une moyenne entre 139 points de valeur, ce qui fait de ce type de biomes l'un des mieux étudiés au monde). Sur ces 139 points, seuls une quinzaine ont été calculés avec la méthode du coût de remplacement, les autres méthodes — qu'il s'agisse des prix sur le marché, du revenu des facteurs et du coût des dommages évités — ayant eu les faveurs des auteurs des études dans la grande majorité des cas.» (de Groot, 28 juillet 2017.)

B. Les taux incitatifs appliqués aux paiements au titre de services écosystémiques sont erronés

Le choix discutable d'une méthodologie de remplacement dans le rapport de Payne et Unsworth (2017) est aggravé par un autre choix malheureux, à savoir celui d'une valeur pécuniaire pour calculer leur «coût de remplacement». Ces auteurs admettent utiliser le même prix que celui versé aux entités privées pour conserver, gérer et améliorer des parcelles de terre en vue de la fourniture de services écosystémiques, en choisissant le tarif pratiqué par l'International Institute for Environment and Development (IIED) au Costa Rica. Ils supposent que ce prix constitue une valeur appropriée qu'il convient de multiplier par le nombre d'hectares endommagés. Ils appliquent ensuite la version non annualisée de l'estimation de la valeur actualisée à un temps de récupération qui leur semble approprié sur la base des informations de Kondolf.

Le premier problème tient à leur raisonnement selon lequel les tarifs pratiqués par le FONAFIFO (Fonds national pour le financement des forêts) constituent de bons indicateurs du marché. Le mécanisme de paiements au titre de services écosystémiques (PES) du Costa Rica est loin de constituer un système de permis négociables dans des conditions de marché pures. La grande majorité des fonds utilisés dans le cadre du PES proviennent d'une taxe de vente prélevée sur les transactions portant sur les combustibles fossiles (Sánchez & Navarrete, 2017).

De plus, ces tarifs ne s'appliquent pas aux zones protégées relevant du domaine public, lesquelles sont exclues du système PES du FONAFIFO. Par ailleurs, aucun PES en vigueur au Costa Rica n'a été conçu pour les zones humides. En outre, même en ce qui concerne les forêts, ce système n'envisage pas tous les services écosystémiques supplémentaires qui devraient être pris en considération dans le cadre d'une évaluation de dommages environnementaux. Tous ces facteurs expliquent que les tarifs proposés sont extrêmement peu fiables en tant que mesure de la valeur pécuniaire des services écosystémiques du Costa Rica et mènent forcément à une sous-estimation.

Pour reprendre les termes du directeur du FONAFIFO, Jorge Mario Rodríguez (appendice 10) :

« Il me paraît important de clarifier qu'il s'agit là d'un mécanisme utilisé par le Gouvernement costa-ricien pour verser une compensation monétaire à certains propriétaires de forêts au titre de leurs efforts de conservation, compte tenu du fait que la société dans son ensemble bénéficie d'une variété de services fournis par cette

végétation sous forme de protection et d'amélioration de l'environnement (... Par conséquent, les propriétaires de ces forêts supportent un fardeau supérieur à celui des autres citoyens et assument des responsabilités qu'il convient de reconnaître, notamment lorsque l'utilisation de leurs biens est soumise à certaines contraintes telles que celles formulées à l'article 19 de la loi sur les forêts ... En ce qui concerne les deuxième et troisième questions relatives aux zones humides qui correspondent au périmètre ayant souffert des dommages environnementaux provoqués par le Nicaragua, il nous paraît indispensable de rappeler que, depuis ses débuts en 1997, le programme de paiements au titre de services environnementaux exclut les zones appartenant au gouvernement costa-ricien, lesquelles sont gérées par le réseau national des zones de conservation (SINAC). Cette exclusion répond à plusieurs considérations : premièrement, s'agissant de biens appartenant à l'Etat, aucun bois ne peut être récolté par le détenteur dans la mesure où la législation couvrant les zones sauvages protégées (quel que soit le type de gestion dont elles font l'objet) empêche l'utilisation de leurs ressources ; deuxièmement, le programme de paiements au titre de services environnementaux est un instrument conçu pour influencer sur le comportement des propriétaires de forêts privées et non pour bénéficier à l'Etat. Depuis 20 ans qu'il existe, ce programme n'a jamais permis le moindre paiement à l'Etat ou au réseau national des zones de conservation : les seuls paiements autorisés sont ceux versés à une personne privée physique ou morale. ...

Enfin, je tiens à répéter qu'il n'est pas correct de considérer les mécanisme de financement des services environnementaux établi par le Fonds national de financement des forêts comme un moyen d'indemniser ou de chiffrer des dommages causés à l'environnement . Ces services ont été définis et leur valeur, estimée dans le but de favoriser des initiatives de conservation des forêts — il s'agit d'une modeste rétribution offerte par la société en contrepartie des efforts déployés dans le domaine de la conservation...

Les dommages environnementaux, eux, font intervenir une notion différente sur les plans juridique et technique : il s'agit non plus de la protection des forêts mais d'actions humaines qui leur ont porté atteinte et touchent, au-delà de la forêt elle-même, un écosystème plus vaste dont différents éléments, biotiques ou abiotiques, peuvent subir des dommages successifs ou d'ampleur variable. L'évaluation des dommages causés à l'environnement ne saurait aboutir au versement d'une somme modique, par exemple au titre du service assuré par l'environnement pendant une certaine durée (généralement un an), car une telle somme ne rendrait jamais compte du prix de remplacement de la ressource ou de sa valeur estimée. Les dommages à l'environnement sont infiniment plus complexes ; leur portée temporelle excède une année, et la remise en état peut prendre des décennies, voire se révéler impossible...

Pour les raisons susmentionnées, les tarifs sur lesquels reposent les paiements environnementaux effectués par le FONAFIFO ne sauraient en aucune circonstance être considérés comme une référence pour procéder à une estimation économique de l'indemnisation de dommages environnementaux, dans la mesure où, comme cela ressort de la pratique administrative et de la jurisprudence, la valeur desdits dommages est nettement supérieure.» (Rodríguez, 20 juillet 2017.)

A nos yeux, le raisonnement qui précède est solide et démontre amplement le caractère totalement sujet à caution de l'estimation de Payne et Unsworth. La validation de cette dernière, caractérisée par une minoration marquée, aggraverait les dommages infligés aux intérêts costa-riciens et créerait un précédent en matière de responsabilité au profit des auteurs d'actions illicites analogues à celle commise par le Nicaragua dans la région costa-ricienne d'Isla Portillos.

IX. Conclusion

Afin de permettre au Costa Rica de respecter le délai lui ayant été imparti par la Cour pour traiter de la question de la méthodologie utilisée pour estimer la valeur pécuniaire des dommages environnementaux causés par le Nicaragua en l'instance, nous avons présenté des précédents juridiques, politiques et judiciaires justifiant le choix de l'approche adoptée dans notre rapport. Nous avons complété ces précédents par des informations techniques pertinentes et des avis d'expert. Pour résumer, nous pensons avoir apporté la preuve que :

1) La méthodologie utilisée par la Fundación Neotrópica est largement reconnue au niveau international, y compris en ce qui concerne l'application à des pays riches en biodiversité comme le Costa Rica

A cet égard, nous avons résumé — pour faciliter la compréhension du lecteur — les deux phases de notre étude, à savoir la définition d'un cadre méthodologique en trois parties et son application en sept étapes. Nous nous sommes ensuite concentrés sur l'examen des sources juridiques et économiques internationales afin de trouver des preuves validant deux des trois composants dudit cadre : l'approche axée sur les services écosystémiques et la technique d'estimation des transferts d'avantages que Payne et Unsworth (2017) ont décrites comme n'étant pas suffisamment rigoureuses et reconnues pour être utilisées dans ce type d'estimations monétaires.

Nous avons communiqué suffisamment de preuves attestant du caractère infondé de cette opinion. L'étude de la jurisprudence et de la doctrine, ainsi que l'évolution de la pensée économique, confirment que les précédents en matière de pratiques internationales invoqués par le Nicaragua (principalement les normes de l'UNCC) pour justifier son argumentation sont datés et antérieurs à la reconnaissance de l'approche axée sur les services écosystémiques, notamment en matière de conservation de la biodiversité. Les décisions récentes de la conférence des Parties à la convention sur la diversité biologique, l'évolution de la jurisprudence aux Etats-Unis et en Europe ainsi que l'avis autorisé d'experts dans ce domaine (comme Robert Constanza et Rudolf de Groot) démontrent que l'approche axée sur les services écosystémiques utilisée par la Fundación Neotrópica est reconnue dans la pratique internationale et ne saurait être assimilée à un simple «outil de sensibilisation».

Nous avons également démontré que la technique d'estimation axée sur le transfert d'avantages est largement utilisée. Bien plus, sur la base de décisions de la conférence des Parties à la convention sur la diversité biologique, de documents et d'extraits de la littérature économique, nous avons retracé les efforts visant à améliorer l'applicabilité de la technique et à tirer parti de sa facilité d'utilisation dans les pays disposant de revenus faibles ou moyens. Ces sources reconnaissent que l'avantage de la technique tient à ce qu'il n'est pas toujours possible d'affecter les ressources requises pour appliquer tout l'éventail des méthodes d'évaluation pécuniaire dans les délais impartis par les décideurs politiques ou les tribunaux. Les efforts menés jusqu'à une période récente ont permis de fixer une série de critères facilitant le choix entre les différentes applications de cette méthodologie d'estimation largement reconnue.

Nous avons également présenté des extraits de la littérature pertinente et des avis d'experts concernant la manière dont les différents documents RAMSAR reconnaissent la validité — parmi toute la gamme des méthodes d'évaluation pécuniaire de la VTE — à la fois du cadre fondé sur les services écosystémiques et de la méthode axée sur le transfert d'avantages. De plus, nous avons documenté l'influence de l'approche axée sur les services écosystémiques et de la méthodologie du transfert d'avantages sur l'évolution juridique récente constatée dans des pays tropicaux riches en biodiversité comme le Costa Rica et plus particulièrement l'utilisation spécifique de l'article fondateur de Constanza et autres (1997) dans ces cas de figure.

2) La méthodologie utilisée par la Fundación Neotrópica est compatible avec la pratique couramment observée par les tribunaux et les milieux universitaires costa-riens

Nous avons documenté l'évolution juridique et économique du Costa Rica en soulignant le caractère progressiste de sa législation et de sa jurisprudence et la conformité de notre méthodologie à la pratique courante observée par les juridictions et les milieux universitaires costa-riens. Ce constat nous permet de valider le troisième composant de notre cadre méthodologique, à savoir la méthodologie IPS d'évaluation des dommages environnementaux. Les critères et la pratique du tribunal administratif pour l'environnement, ainsi que le protocole énonçant les normes en matière d'évaluation des dommages environnementaux élaboré par le SINAC, confortent notre décision de recourir à cette méthodologie dans la mesure où elle est la plus employée dans le pays aux fins requises. Cette reconnaissance dépasse les milieux universitaires costa-riens. En raison de sa solidité, la méthodologie IPS est en effet appréciée et appliquée dans plusieurs pays d'Amérique latine.

Il convient de signaler l'application actuelle par le centre international des politiques en faveur du développement durable (CINPE) de l'Université nationale de la méthodologie du transfert d'avantages aux fins d'évaluation de sept zones humides RAMSAR au Costa Rica. Cette étude contribuera à mettre en œuvre la politique relative aux zones humides dans l'ensemble du pays et démontre l'acceptation de cette technique d'estimation dans les plus hautes sphères universitaires.

3) Les calculs de la valeur pécuniaire des dommages ont été effectués de manière prudente, appropriée et circonspecte

Nous avons examiné les allégations de Payne et Unsworth (2017) — et aussi, indirectement, de Kondolf — relatives à notre application de cette méthodologie. Plus spécialement, nous avons de nouveau décrit le processus de sélection et les preuves produites pendant la procédure en vue de justifier notre sélection des services écosystémiques à évaluer. Nous concluons que ledit processus nous a permis de réduire le risque de redondance.

Nous nous sommes particulièrement attachés, en invoquant des avis d'experts et des rapports techniques, à réfuter les arguments du Nicaragua selon lesquels ni l'érosion/formation du sol ni l'atténuation des risques naturels ne devraient être prises en considération. Thorne (2017) nous a permis de rejeter cette critique en détaillant la composition des sols dans ce type de zones humides et l'importance de la zone considérée compte tenu de sa reconnaissance internationale, de son statut de zone relevant du domaine public et de sa capacité à se protéger elle-même. En outre, nous avons de nouveau apporté la preuve que la région est habitée par une population dépendant de ce service. Par ailleurs, les preuves techniques communiquées par le SINAC attestent de l'importance de ce même service dans la zone de Portillos, compte tenu des événements naturels survenus récemment en rapport avec l'ouragan Otto.

En ce qui concerne l'application des méthodes d'évaluation choisies, nous avons écarté les doutes et réfuté les objections du Nicaragua relatives aux évaluations effectuées sur la base des méthodologies de l'évaluation directe ou de la préférence révélée (pour le bois sur pied et la formation/prévention de l'érosion du sol). De plus, nous avons passé en revue les choix opérés en matière d'application de la méthodologie du transfert d'avantages aux quatre services écosystémiques sélectionnés, ainsi que les critères sur lesquels ils reposent. Nous en concluons que nos calculs sont appropriés et prudents dans les limites des informations disponibles. Nous concluons également que, dans toute la mesure du possible, nous avons réduit la possibilité de parti pris susceptible d'affecter l'application de la méthodologie du transfert d'avantages.

Le Nicaragua fait valoir qu'en annualisant nos estimations des services écosystémiques pendant une période de reconstitution pouvant aller jusqu'à cinquante ans, nous procédons en fait à

une double comptabilisation. Nous avons réfuté cet argument en démontrant la nécessité de traiter lesdits services comme la valeur actuelle nette d'une annuité, compte tenu des engagements du pays en matière de génération de rapports environnementaux. Cette pratique n'équivaut pas à une double comptabilisation, mais à une application adéquate de la méthodologie IPS. En ce qui concerne notre période prospective de reconstitution de cinquante ans, l'analyse par Thorne de l'objection de Kondolf apporte suffisamment de preuves scientifiques pour réfuter l'argumentation du Nicaragua. Elle conforte également nos prévisions selon lesquelles les composants de l'écosystème de la zone endommagée qui mettront le plus de temps à se reconstituer sont les arbres abattus (puisque les arbres plantés à leur place mettront en moyenne plus de 100 ans pour atteindre une taille comparable).

En ce qui concerne la comptabilisation d'une partie des services écosystémiques choisis, le Nicaragua prétend que nous avons commis une erreur en écartant d'emblée toute possibilité de reprise de l'offre desdits services au fil du temps. Nous prétendons pour notre part que, en appliquant un taux d'actualisation pour estimer la valeur actuelle nette, nous avons pris en considération la reconstitution de l'écosystème. Nous avons comparé ce choix avec les données de Thorne relatives aux stades successifs et aux taux de reconstitution de la forêt tropicale dans la littérature récente et sommes parvenus à la conclusion qu'il était suffisamment circonspect.

Nous avons terminé l'analyse méthodologique en identifiant deux erreurs majeures dans la méthode d'évaluation proposée par le Nicaragua. Tout d'abord, elle est datée et inadéquate et tend par conséquent à sous-estimer les dommages comme cela ressort de l'avis autorisé de Rudolf de Groot et de l'évolution de la littérature et des normes juridiques que nous avons mentionnées. Plus inquiétant, le choix d'une valeur sur la base du tarif des paiements effectués au Costa Rica dans le cadre du PES traduit une incompréhension de la nature de ce système par Payne et Unsworth (2017) dans la mesure où de multiples raisons s'opposent à ce que ledit tarif soit utilisé en l'espèce. En outre, il n'est tout simplement pas applicable aux zones protégées relevant du domaine public.

Nous avons demandé à deux experts de rédiger des notes afin d'évaluer nos estimations. Nous avons sollicité l'aide de David Batker de Earth Economics, l'une des ONG internationales ayant acquis le plus d'expérience dans ce domaine et un ardent défenseur de l'évaluation pécuniaire de l'écosystème (appendice 6). Nous avons également sollicité — à titre d'examen par un pair — le concours de Joshua Farley de l'Université du Vermont (appendice 11) connu pour ne pas croire en l'évaluation pécuniaire. Ces deux spécialistes ont conclu que notre rapport constituait une application méthodologique appropriée. Nous soumettons leur opinion, dans le cadre du présent rapport, aux fins d'examen par la Cour.

Pour terminer, nous ne doutons pas de la supériorité de l'approche que nous avons choisie et de l'application que nous en avons faite sur les deux propositions du Nicaragua. Nous maintenons par conséquent notre estimation de 2 880 745,82 dollars des Etats-Unis

X. Références

[Non reproduites]

APPENDICE 1

NOTE DU PROFESSEUR ROBERT CONSTANZA

Australian National University
Crawford School of Public policy
26 juillet 2017
Vice-ministre des affaires étrangères et des cultes
République du Costa Rica

Cher vice-ministre,

L'objet de la présente lettre est de dissiper quelques malentendus et erreurs concernant ma recherche telles qu'elles figurent dans le rapport de Cymie R. Payne et Robert E. Unsworth — relatif à l'évaluation des dommages environnementaux — daté du 26 mai 2017 et préparé dans le cadre de l'examen de l'affaire relative à *Certaines activités menées par le Nicaragua dans la région frontalière—Indemnisation (Costa Rica c. Nicaragua)*.

Selon les auteurs dudit rapport : « Costanza et autres (2014), dans leur actualisation d'un document de 1997 sur lequel se fonde Neotrópica, n'incluent pas l'évaluation des dommages comme l'une des applications examinées selon eux dans le cadre de cette approche » [traduction non officielle] (p. 18 et 19). Le tableau 1 dans Costanza et autres auquel se rapporte ce commentaire répertorie « certaines utilisations potentielles de l'évaluation des services écosystémiques » (p. 154). Il est précédé d'une remarque indiquant que la liste n'est pas exhaustive et il n'exclut pas expressément l'évaluation des dommages comme l'une des applications. Cette évaluation peut être considérée comme un mode d'« analyse des politiques », c'est-à-dire une application incluse dans la liste.

Les auteurs prétendent également que « [c]e cadre, et plus particulièrement l'étude de Costanza et autres, est vivement critiqué et rejeté par les économistes classiques en raison de son incompatibilité avec les principes et pratiques sains pertinents en la matière ». Sur ce point les auteurs mentionnent notre article novateur et fondateur de 1997 : Constanza, R., R. d'Arge, R. de Groot, S. Farber, M. Grasso, B. Hannon, K. Limburg, S. Naeem, R. V. Oneill, J. Paruelo, R. G. Raskin, P. Sutton et M. van den Belt, « The value of the world's ecosystem services and natural capital », *Nature* 387: 253-260. Ils relèvent certaines des premières critiques suscitées par ledit article, lesquelles ont toutes été réfutées comme erronées ou découlant simplement d'une mauvaise interprétation de nos résultats (voir, par exemple, Constanza et autres, 2014). Cet article de 1997 a été par la suite cité plus de 17 000 fois dans Google Scholar ce qui le classe, selon l'ISY Web of Science, à la deuxième place parmi toutes les parutions citées dans le domaine de l'écologie/environnement. Il a suscité une augmentation sensible du nombre de recherches scientifiques consacrées aux services écosystémiques qui constituent désormais le thème de plus de 3 000 articles par an. Il a également inspiré des projets et des initiatives institutionnelles supplémentaires, dont l'évaluation par les Nations Unies des écosystèmes pour le millénaire [Millennium Ecosystem Assessment] ; le rapport du PNUE sur l'économie des écosystèmes et de la biodiversité (TEEB) ; TruCost ; le partenariat Ecosystem Services Partnership (ESP) ; l'Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES) ; le document d'orientation « Biodiversité, stratégie de l'UE à l'horizon 2020 » ; et bien d'autres. Toutes ces initiatives attestent que l'approche axée sur les services écosystémiques est désormais reconnue et largement acceptée.

L'évaluation des dommages environnementaux s'avère difficile, se heurte à des problèmes et suscite des controverses sur des points de détail. Il en sera toujours ainsi et, de fait, il ne saurait en être autrement compte tenu du caractère complexe de ces systèmes et des services qu'ils

fournissent. Pourtant, l'approche axée sur lesdits services est devenue un moyen important et fiable de comprendre et de les évaluer ainsi que d'apprécier les dommages qui leur sont infligés.

Veillez agréer, etc.

Le titulaire de la chaire de politique publique,
Crawford School of Public policy,
Australian National University,
132 Lennox Crossing,
Canberra ACT 0200, Australie,
(Signé) Professeur Robert CONSTANZA.

APPENDICE 2

NOTE DE RUDOLF DE GROOT

Wageningen University
Wageningen UR
Groupe des sciences de l'environnement, analyse des systèmes environnementaux
Date : 28 juillet 2017
Adresse postale : P.O. Box 47
6700 AA Wageningen
Pays-Bas
Adresse pour les visiteurs
Campus Wageningen
Building 100
Droevendaalsesteeg, 3a
6708 PB Wageningen
Adresse Internet : www.wageningenuniversity.nl
Courrier électronique : dolf.degroot@wur.nl
Téléphone : + 00 31 (0) 317 48 22 47
Fax : + 00 31 (0) 317 41 90 00
Destinataire : Alejandro Solano Ortiz
Vice-ministre des affaires étrangères

Concerne : Votre lettre du 17 juillet concernant la demande d'indemnisation introduite contre le Nicaragua au titre des dommages environnementaux infligés aux zones humides costa-riciennes

Cher Monsieur Ortiz,

Merci pour votre lettre du 17 juillet. Je crois comprendre que deux questions principales sont en jeu : 1) l'équipe technique du Nicaragua prétend que seule la méthode du coût de remplacement (CR) convient pour calculer le coût économique (pécuniaire) de la perte des zones humides costa-riciennes et 2) selon l'article que j'ai publié en 2014 (et dont l'auteur principal est Robert Constanza), l'approche d'évaluation axée sur les services écosystémiques (SE) n'est pas suffisamment rigoureuse pour calculer les coûts des pertes infligées à l'écosystème, dans la mesure où nous «n'incluons pas l'évaluation de ces pertes en tant qu'utilisation de l'évaluation des services écosystémiques».

Ces deux affirmations sont totalement imprécises et, en fait, erronées :

- 1) En ce qui concerne le premier point : d'après mes connaissances de la littérature et mon expérience, la méthode du coût de remplacement (à l'échelle de l'écosystème) constitue en réalité la moins adaptée de toutes les méthodes pour apprécier la valeur (effet sur le bien-être) des bienfaits procurés par les écosystèmes (et leurs services) et, partant, les éventuelles répercussions de la perte d'un écosystème, car elle n'est pas liée aux bienfaits (valeurs) effectivement associés à l'écosystème intact. Les valeurs communiquées dans l'article de 2014 se fondent en fait sur ma publication de 2012 qui donne un aperçu détaillé des valeurs pécuniaires de tous les principaux biomes (ensembles écosystémiques) et des zones humides côtières qui, je suppose, sont en jeu dans le présent différend. La valeur totale des zones humides côtières, y compris les mangroves, est d'au moins 190 000 dollars des Etats-Unis/ha/an (soit la moyenne de 139 points de valeur, ce qui en fait l'un des types de biomes les plus étudiés au monde). Sur ces 139 points de valeur, environ 15 seulement se fondent sur le CR, car la plupart correspondent au prix du marché, au revenu des facteurs et au coût des dommages évités

- 2) Je ne suis pas certain de bien comprendre la logique de l'affirmation selon laquelle nous n'aurions pas « inclus l'évaluation de la perte de l'écosystème dans l'évaluation de l'utilisation des services de l'écosystème » de sorte que « l'approche SE [axée sur les services écosystémiques] n'est pas suffisamment solide pour calculer les coûts de la perte de l'écosystème ». De toute façon, NOUS AVONS BIEN inclus « l'évaluation de la perte de l'écosystème » dans notre calcul de la valeur économique totale (VET) des écosystèmes intacts ; ainsi, le coût des dommages évités constitue une méthode d'évaluation importante et acceptée, dans la mesure où elle insiste sur les services gratuits fournis par la nature — notamment les services de régulation comme la purification de l'eau, la prévention de l'érosion, la pollinisation, la séquestration du carbone et bien d'autres — et les sommes colossales que la société devrait acquitter en l'absence desdits services pour parer les conséquences de cette perte en matière de santé, d'érosion, de perte des récoltes, de changement climatique, etc.

En ce qui concerne la solidité des études d'évaluation SE, et notamment des études VET : en raison de la complexité des écosystèmes (en qualité de fournisseurs des services écosystémiques, c'est-à-dire de l'offre) et de la société humaine (en qualité d'utilisatrice des systèmes écosystémiques, c'est-à-dire de la demande), tout calcul de la VET est intimement lié à une période et un contexte donnés et, par conséquent, comporte une grande marge d'incertitude. Nous voulions simplement lancer un avertissement dans notre article de 2014 pour que les gens prennent conscience de la nécessité d'utiliser avec prudence les valeurs pécuniaires indiquées dans nos études et celles des tiers et pour recommander d'effectuer un travail empirique dans le cadre de tout processus de prise de décision. Pourtant, ces études d'évaluation de l'écosystème initial requièrent beaucoup de temps, d'argent et de ressources souvent indisponibles de sorte que, en pareilles circonstances, les études dites de « transfert d'avantages » constituent la seule option réaliste. Le nombre des études d'évaluation des services écosystémiques et de bases de données SE augmentant rapidement [c'est notamment le cas de celles produites dans le cadre du partenariat Ecosystem Services (www.es-partnership.org)], la solidité desdites études de transfert d'avantages croît, elle aussi, à un rythme soutenu et je ne doute pas que, à condition d'être convenablement effectuées, elles traduisent mieux l'effet de bien-être réel que les calculs (estimations) avancés par les tenants d'une utilisation de remplacement (par exemple un barrage, une ferme d'élevage de crevettes ou bien le développement de sites récréatifs sur la côte) lesquels se fondent sur les valeurs du marché et sur des prévisions pouvant changer précipitamment en fonction des circonstances politiques économiques et, par définition, excluent la plupart des externalités.

J'espère que vous trouverez ces informations utiles et je vous souhaite de réussir dans cette entreprise, dont je vous prierais de me communiquer l'issue.

Veillez agréer, etc.

Le groupe des sciences de l'environnement,
analyse des systèmes environnementaux
et président du partenariat Ecosystem Services
(www.es-partnership.org),
(Signé) Rudolf DE GROOT.

P.-S. : J'ai également communiqué à M. Aguilar-Gonzalez l'étude de 2012, ainsi que le supplément contenant des informations extrêmement détaillées sur la valeur pécuniaire des services écosystémiques des principaux biomes.

APPENDICE 3

UNA
Université nationale
Costa Rica

CINPE
Centre international des politiques en faveur du développement
durable

20 juillet 2017
UNA-CINPE-DI-OFIC-048-
2017

M. Alejandro Solano Ortiz,
Vice-ministre des affaires
étrangères et des cultes
San José, Costa Rica

Cher Monsieur,

En réponse à votre demande telle qu'elle est exposée dans la note DVM-137-2017, les soussignés — Mary Luz Moreno Diaz et Olman Segura Bonilla — tous deux économistes dûment enregistrés auprès de l'Association professionnelle des sciences économiques, professeurs et chercheurs spécialisés dans le domaine de l'économie des ressources naturelles et de l'écologie et membres du Centre international des politiques en faveur du développement durable (CINPE) de l'Universidad Nacional — déclarent et attestent ce qui suit :

Nous avons analysé minutieusement les références théoriques sur les méthodologies d'évaluation économique des services environnementaux et d'évaluation des dommages causés aux services écosystémiques au Costa Rica et appliqué plusieurs de ces méthodologies aux niveaux national et international. Parmi les différentes méthodologies utilisées pour évaluer le dommage causé à l'environnement que nous avons trouvées et qui ont été utilisées dans des travaux tels que « *La Valoración económica de los servicios que brinda la biodiversidad: la experiencia de Costa Rica* » [évaluation économique des services fournis par la biodiversité : l'expérience costa-ricienne] rédigé par M. Moreno pour l'INBio-National Biodiversity Institute, 2005 [INBio-institut national pour la biodiversité] et « *Estado del Arte en Metodologías de Valoración de los Servicios Ecosistémicos y el Daño Ambiental* » [état des connaissances en matière de méthodologies d'évaluation des services écosystémiques et des dommages environnementaux] paru en 2016 et dont M. Segura est l'un des auteurs, la méthodologie de l'*Instituto de Políticas de Sostenibilidad*, IPS [institut des politiques durables] est la plus utilisée au Costa Rica.

En 2001, l'IPS a créé une méthodologie destinée initialement au *Sistema Nacional de Áreas de Conservación* [réseau national des zones de conservation] sous l'égide du ministère costa-ricien de l'environnement et de l'énergie (MINAE).

Par ailleurs, nous travaillons actuellement sur un projet de recherche intitulé « *Valoración de los Servicios Ecosistémicos de siete humedales Ramsar de Costa Rica* » [évaluation des services écosystémiques de sept zones humides RAMSAR du Costa Rica] pour le réseau national des zones de conservation (SINAC) et ledit ministère. A cette fin, nous avons recours à la méthodologie internationalement reconnue sous le nom de *transfert de valeurs*. Il est généralement recouru au transfert d'avantages — plus généralement désigné sous l'appellation *transfert de valeurs* — en cas d'impossibilité de procéder à une étude détaillée par manque de ressources budgétaires et/ou de temps, lorsque le but de l'exercice est de mesurer les avantages

Il convient de noter que, à ce stade de l'étude, nous ne saurions avancer les valeurs calculées des services écosystémiques des différentes zones humides, dans la mesure où les chiffres dont nous disposons résultent d'un calcul préliminaire et où les données doivent être encore calibrées et ajustées. Nous nous sommes engagés à compléter l'étude d'évaluation d'ici la fin août 2017. Les résultats obtenus serviront à faciliter la mise en œuvre de diverses mesures au titre des politiques nationales, telles que la politique sur les zones humides.

Veillez agréer, etc.

(Signé) Docteur en économie,
Mary Luz MORENO DIAZ.

(Signé) Docteur en économie,
Olman Segura BONILLA.

APPENDICE 4

Tribunal administratif pour l'environnement
Ministère de l'environnement et de l'énergie
San José, 18 juillet 2017
722-17-TAA

M. Arnaldo Brenes Castro
Ministère des affaires étrangères
S.O.

Monsieur,

J'ai l'honneur de répondre à votre note 07-AM-2017.

En ce qui concerne votre demande de communication de statistiques sur l'utilisation de la méthodologie IPS aux fins de l'évaluation économique des dommages environnementaux effectuée par le ministère de l'environnement et de l'énergie du Costa Rica (MINAE) au cours des deux dernières années, nous avons tenu compte des dossiers administratifs dûment finalisés par ce tribunal en 2015 et 2016, que ce soit par le biais de l'adoption d'un acte final ou bien de l'homologation d'un accord de conciliation.

Cette analyse révèle que le réseau national des zones de conservation (SINAC) a recours à plusieurs méthodologies pour procéder à l'évaluation économique des dommages environnementaux, à savoir : IPS, VALCA, ACOPAC et d'autres. Dans le cas présent et afin de pouvoir répondre à votre question, je peux affirmer que, dans les dossiers complétés devant le tribunal administratif pour l'environnement (TAA) pendant les années susmentionnées, la méthodologie IPS était plus fréquemment employée que les autres. Il convient de noter que ladite évaluation constitue un outil technique essentiel dans la résolution des affaires soumises à notre instance.

Afin de vous fournir davantage d'informations concernant les méthodologies d'évaluation économique des dommages environnementaux utilisés par le réseau national des zones de conservation (SINAC), je joins à la présente note le document SINAC-SE-PPC-183-2017 du 3 juillet 2017, tel qu'il est signé par Juan Carlos Villegas Arguedas en qualité de directeur intérimaire du service de prévention, protection et contrôle, ainsi que le protocole pour l'évaluation économique des dommages environnementaux préparé lui aussi par le SINAC (document SINAC-DE-1156), daté du 23 mai 2014 et signé par Rafael Gutierrez Rojas en qualité de directeur exécutif.

Je demeure à votre entière disposition pour toute question supplémentaire.

Veillez agréer, etc.

La vice-président,
Tribunal administratif pour l'environnement,
(Signé) Maricé MONTOYA NAVARRO.

Tribunal administratif pour l'environnement
Ministère de l'environnement et de l'énergie

San José, 28 juillet 2017
734-17-TAA

M. Arnoldo Brenes Castro
Ministère des affaires étrangères
S.O.

Cher Monsieur,

J'ai l'honneur de clarifier la réponse qui vous a été communiquée par ce bureau dans sa note n° 772-17-TAA du 18 juillet 2017.

Comme indiqué dans ladite note, pour rédiger notre réponse, nous avons tenu compte des dossiers administratifs ayant été dûment finalisés par ce tribunal en 2015 et en 2016, que ce soit dans le cadre de l'adoption d'un acte final ou de l'homologation d'un accord de conciliation.

A cet égard, il convient de mentionner que, en vertu de la directive SINAC-DE-1156 du 23 mai 2014, l'évaluation des dommages environnementaux effectuée par le personnel du réseau national des zones de conservation doit obligatoirement respecter les lignes directrices du «Protocole d'évaluation économique des dommages environnementaux» publiées la même année. Selon ce document, quatre méthodologies permettent de procéder à cette évaluation économique au prix d'un ajustement en fonction des circonstances de l'espèce :

- a) la méthodologie IPS d'évaluation économique des dommages environnementaux qui est recommandée s'agissant de modifier l'utilisation d'un terrain, les feux de forêt et les dommages infligés à des zones humides, même si elle peut être appliquée à la quasi-totalité des situations affectant des ressources naturelles ;
- b) la méthodologie ACOSA d'évaluation économique des dommages environnementaux qui est recommandée en cas d'extraction (de produits ou de produits dérivés), de braconnage et de trafic d'espèces appartenant à la flore ou à la faune sauvages ;
- c) la méthodologie AC-HN d'évaluation économique des dommages environnementaux qui est recommandée en cas de dommages provoqués par l'abattage et la récolte d'arbres dans des zones agricoles et non forestières, dans les régions dépourvues de forêts riveraines et dans les zones de protection de la forêt ; et
- d) la méthodologie ACMIC d'évaluation économique des dommages environnementaux — conçue à l'origine pour la zone de conservation marine de l'île de Coco — qui est recommandée dans les cas impliquant des dommages pour l'environnement marin, s'agissant notamment de pêche illégale ou d'exploitation illégale d'espèces marines.

Ce point étant clarifié et pour répondre à votre demande d'information formulée dans la note n° 07-AM-2017, je peux vous indiquer que dans les 69 dossiers complétés devant le tribunal administratif pour l'environnement pendant les années susmentionnées, la méthodologie IPS domine largement s'agissant d'évaluer les dommages environnementaux, puisqu'elle a été utilisée dans 34 % des cas. Il convient également de noter que l'évaluation économique des dommages environnementaux constitue un outil technique essentiel, dont il convient de tenir compte pour résoudre les affaires traitées par cette instance.

Je demeure à votre disposition pour toute question supplémentaire.

La vice-présidente,
Tribunal administratif pour l'environnement,
(Signé) Ruth SOLANO VASQUEZ.

APPENDICE 5

26 juillet 2017

M. Alejandro Solano Ortiz,
Vice-ministre des affaires étrangères et des cultes
République du Costa Rica

Cher Monsieur,

Vous m'avez demandé, dans la note DVM-137-2017, de vous indiquer les pays où la méthodologie de l'Instituto de Políticas para la Sostenibilidad (IPS) [institut des politiques de durabilité] d'évaluation économique des dommages environnementaux sert ou a servi. Permettez-moi tout d'abord d'apporter quelques précisions.

- 1) La méthodologie a été appliquée dans plusieurs affaires au Costa Rica, telles que celles mentionnées ci-dessous et auxquelles j'ai participé. Ces affaires ont été examinées dans le cadre de différentes procédures judiciaires au niveau national :
 - a) Evaluation des dommages environnementaux provoqués par l'incendie ayant ravagé Químicos Holanda dans la province de Limón. Cette étude avait été commandée par le *Secretaria Técnica Nacional Ambiental* [secrétariat technique national à l'environnement] (SETENA), juin-avril 2008.
 - b) Evaluation économique des dommages environnementaux infligés au fleuve Pacuare : affaire Cooperativa agroindustrial de Palma de Aceite RL (fichier 38-01-TAA). Ce projet a été réalisé par l'*Instituto de Políticas para la Sostenibilidad* (IPS) [institut des politiques de durabilité] en collaboration avec le tribunal administratif pour l'environnement (TAA), ministère costa-ricien de l'environnement et de l'énergie (MINAE), Costa Rica, avril 2004.
 - c) Evaluation des dommages environnementaux provoqués dans le parc national de Palo Verde par les eaux de drainage du district d'irrigation d'Arenal Tempisque. Ce rapport a été rédigé par la commission pour l'évaluation des dommages environnementaux de la zone de conservation d'Arenal Tempisque rattachée au réseau national des zones de conservation (SINAC), juillet 2003.
 - d) Evaluation économique des dommages environnementaux infligés au fleuve Bebedero par l'épandage de vinasse. J'étais membre de l'équipe affectée à ce projet par l'Institut des politiques de durabilité (IPS). Le projet a été réalisé à la demande de la zone de conservation d'Arenal Tempisque, Costa Rica, septembre 2001-janvier 2002.

Il convient de noter que la méthodologie IPS est l'une des trois ayant été formalisées au Costa Rica par le bureau du procureur général de la République [Procuraduría General de la República] en vue de son application dans les affaires de dommages environnementaux et que, dans plusieurs cas de figure, le réseau national de zones de conservation (SINAC) l'applique systématiquement.

- 2) La méthodologie IPS a également été appliquée par le *Programa de Reparación Ambiental Social* [programme de réparation environnementale et sociale] (PRAS) du ministère équatorien de l'environnement (MAE) dans deux projets auxquels j'ai participé :

- a) Evaluation économique des dommages environnementaux : affaire des oléoducs de pétrole brut. Programme de réparation environnementale et sociale (PRAS), ministère équatorien de l'environnement, 2011.
- b) Evaluation économique des dommages environnementaux : affaire des exploitations minières illégales en Équateur. Programme de réparation environnementale et sociale (PRAS), ministère équatorien de l'environnement, 2011.

Le PRAS s'est également servi de la méthodologie IPS dans le cas d'autres affaires portant sur des dommages environnementaux, ce qui en fait un outil d'usage courant au sein de l'institution.

- 3) Il est important d'ajouter que la méthodologie IPS a servi d'outil d'évaluation des dommages environnementaux dans une procédure engagée en Colombie contre une société d'exploitation pétrolière du nom de HOCOL au titre du lancement d'un programme dit *Programa Sísmico Clarinero Norte 3D* [programme sismique en 3D de Clarinero Norte]. Cette affaire est née d'une dénonciation par la famille Arismendi, laquelle a suscité la participation de CORPPORINOQUIA, du bureau du procureur général, du ministère de l'environnement et de l'autorité nationale de délivrance des autorisations environnementales. Compte tenu de l'évolution de la situation, HOCOL a été contrainte de procéder à une analyse des dommages environnementaux lui étant imputés.

En dehors de ces activités consacrées à l'application de la méthodologie dans plusieurs affaires au cours de la période 2002-2016, l'IPS dispense également plusieurs programmes de formation en Amérique latine à l'intention de praticiens et d'agents publics de différentes disciplines. Ces programmes visent à renforcer la gestion et l'évaluation des dommages environnementaux. En ce qui concerne la formation du personnel d'organismes officiels, des cours ont été dispensés par l'institut au personnel technique du bureau du procureur général du Paraguay et également du ministère public du Honduras.

En général, l'évaluation des dommages environnementaux implique l'établissement de l'état de conservation des écosystèmes avant et après la commission desdits dommages, grâce à l'application d'indicateurs soigneusement pondérés et valorisés. La différence entre les deux états de conservation traduit l'ampleur des dommages causés. Du point de vue économique, il convient d'examiner deux dimensions fondamentales des dommages : le coût de la restauration des conditions des écosystèmes affectés et le coût social des avantages perdus en raison de l'endommagement desdits écosystèmes

En ce qui concerne le coût de la restauration, il est nécessaire de déterminer les ressources à restaurer, l'ampleur des dommages causés, ainsi que les exigences liées au processus de restauration et le temps requis pour mener celui-ci à bien. En ce qui concerne le délai de restauration, il importe d'identifier la ressource qui sera la plus longue à restaurer, de manière à ce que les autres ressources puissent être reconstituées dans l'intervalle. Dans la mesure où un acte donné peut affecter simultanément une ou plusieurs ressources naturelles, le coût total doit correspondre à la somme de tous les coûts particuliers associés à la reconstitution de chacune des ressources affectées.

En ce qui concerne le coût social, il est nécessaire de procéder au moins à une quantification portant sur la période requise par les opérations de restauration, dans la mesure où par la suite la fonctionnalité des écosystèmes sera rétablie, de sorte que la population jouira des nouveaux avantages qu'ils offrent. Pendant cette période, il est nécessaire d'indemniser la population affectée au titre de la perte de certains avantages comme les effets des biens et services fournis gratuitement par l'écosystème notamment en mettant à sa disposition des infrastructures, des services sociaux et des structures de santé.

Je reste volontiers à votre disposition pour vous aider dans toute la mesure du possible

Programme de mastère en politique économique orienté plus
particulièrement vers l'écologie et le développement durable

email : gerardo@ips.or.cr

Tél : + 506 8303 3226

(Signé) Gerardo Barrantes MORENO M.Sc.

APPENDICE 6

NOTE DE DAVID BATKER (EARTH ECONOMICS)

28 juillet 2017

Destinataire : S.E. M. Alejandro Solano Ortiz,
Vice-ministre des affaires étrangères
Costa Rica

Expéditeur : David Batker
Président, Earth Economics
Tacoma, Washington, Etats-Unis

Concerne : Cour de justice internationale, affaire relative à *Certaines activités menées par le Nicaragua dans la région frontalière (Costa Rica c. Nicaragua)*-Indemnisation

Cher vice-ministre Solano Ortiz,

Veillez trouver ci-joint mes commentaires concernant l'utilisation des outils d'évaluation des services écosystémiques dans le cadre de l'évaluation des dommages environnementaux.

En dehors du contexte de l'affaire relative à *Certaines activités menées par le Nicaragua dans la région frontalière-Indemnisation (Costa Rica c. Nicaragua)*, actuellement examinée par la Cour de Justice internationale, Earth Economics est heureux de communiquer des informations concernant son travail en matière d'évaluation des services écosystémiques et l'application de cet outil aux évaluations des dommages environnementaux. L'annexe A contient des détails sur cet aspect de notre travail.

En ce qui concerne l'affaire spécifiquement en cause et l'analyse fournie par Neotrópica, j'estime cette dernière solide et prudente. Neotrópica s'est contenté d'examiner les zones directement impactées alors que les actes sanctionnés/avalisés par le gouvernement nicaraguayen pourraient avoir altéré toute l'hydrologie de la zone en raison du creusement des nouveaux canaux. La zone affectée sera probablement plus étendue que celle des canaux creusés, des forêts abattues et des zones humides bouleversées. Par exemple, l'abattage d'arbres entraîne fréquemment des pertes supplémentaires dues au chablis, c'est-à-dire au déracinement des arbres voisins qui ne sont plus protégés.

L'analyse effectuée par la Fundación Neotrópica est de type classique et correspond aux meilleures pratiques des économistes du monde entier. L'évaluation des services écosystémiques est une approche valide en matière d'évaluation des dommages environnementaux. La Fundación Neotrópica est parvenue à identifier six services écosystémiques ayant été affectés et évalués, ainsi que huit services supplémentaires ayant été affectés, mais pas évalués. La simple existence de ces derniers signifie que les résultats représentent une sous-estimation de l'intégralité des dommages. De plus, Neotrópica n'a pas calculé les dommages qui se feront encore ressentir au bout de cinquante ans alors que, faute d'une restauration suffisante, les effets nocifs pourraient persister pendant une période beaucoup plus longue.

Neotrópica a évalué 6 des 14 services écosystémiques identifiés comme ayant été endommagés. Les paragraphes qui suivent contiennent mes commentaires sur ces six services, sur

la manière dont Neotrópica les a évalués, ainsi que sur les critiques formulées par le Nicaragua à propos de ladite évaluation.

Bois d'œuvre : Le rapport des experts nicaraguayens admet pleinement que des arbres ont été endommagés et que ces dommages représentent une perte financière qui doit être compensée. La valeur avancée par Neotrópica est raisonnable. Plus les arbres sont épais, plus leur quantité de fibres augmente chaque année. Ainsi, les arbres ayant été abattus auraient vu leur circonférence et leur quantité de fibres augmenter annuellement beaucoup plus rapidement que celles des arbres plantés pour les remplacer. De plus, la quantité brute de bois d'œuvre produite ne «rattrapera pas» la production de la forêt originale au cours des 50 prochaines années. Les consultants du gouvernement nicaraguayen atténuent l'importance du bois d'œuvre et n'avancent pas une valeur crédible. Ce bois est une ressource appréciable dont la valeur augmente chaque année. Il s'agit d'un bien public que le système de comptabilité nationale devrait impérativement évaluer chaque année au même titre que les autres comptes verts. En fait, le Costa Rica est l'un des 18 pays pour lesquels la Banque mondiale travaille, dans le cadre de son programme WAVES, sur l'intégration de la valeur des écosystèmes dans le système de comptabilité nationale.

Fibres et énergie : Le rapport des experts nicaraguayens admet pleinement que des matières premières ont été endommagées et que ces dommages représentent une perte financière qui doit être compensée. Il s'agit en effet de ressources renouvelables récoltées chaque année et l'approche adoptée en la matière par Neotrópica paraît judicieuse.

Régulation des émissions de gaz : Le rapport des experts nicaraguayens admet pleinement que la séquestration de carbone (régulation des émissions de gaz) a été affectée et que ce dommage représente une perte financière qui doit être compensée. Le fait d'appartenir à l'Organisation des Nations Unies et d'être partie au statut de la Cour internationale de justice équivaut presque complètement à adhérer aux obligations énoncées dans l'accord de Paris sur le climat conclu sous l'égide de l'ONU. La Cour ne saurait continuer à trancher les différends entre Etats parties ou à appliquer le droit international sans reconnaître que les actes alimentant le changement climatique génèrent des dommages environnementaux et que les mêmes nations ont reconnu le coût social du carbone. L'approche de Neotrópica est correcte en ce sens qu'elle procède à l'estimation de la diminution de séquestration du carbone et qu'elle reconnaît que cette perte se reproduit chaque année.

Atténuation des risques naturels : J'ai étudié la valeur des écosystèmes en termes d'atténuation des risques naturels depuis 1985 et rédigé des rapports pour l'Etat de Louisiane ainsi que pour l'agence fédérale des situations d'urgence des Etats-Unis [US Federal Emergency Management Agency (FEMA)]. Cette dernière a adopté le système de valeurs en dollars par acre que Earth Economics avait utilisé dans son outil avantage/coût pour l'étude de l'atténuation des dommages inhérents aux inondations et aux ouragans infligés aux infrastructures privées et publiques dans chacun des 50 Etats fédérés. Earth Economics a été sélectionné à deux reprises par la FEMA pour calculer les valeurs BTM (c'est-à-dire les valeurs obtenues à l'aide de la méthode des transferts d'avantages) de l'atténuation des risques naturels, lesquelles ont été reprises dans la politique adoptée par cet organisme.

Les nations d'Amérique centrale sont particulièrement vulnérables aux ouragans et aux inondations. Ces deux risques naturels sont atténués par les écosystèmes et par les éléments endommagés par les actions du gouvernement nicaraguayen. Le rapport des experts nicaraguayens prétend à tort que les zones endommagées ne contribuent pas à l'atténuation des risques naturels. Au contraire, les grosses tempêtes s'affaiblissent lorsqu'elles rencontrent des obstacles physiques. La norme en matière de mesure de la valeur d'atténuation d'un système naturel repose sur une estimation par unité de superficie (en l'occurrence l'hectare) et a été appliquée scrupuleusement par Neotrópica. Les ondes de tempête (marées géantes, vagues gigantesques et tsunamis) perdent de leur force au contact des barrières de corail, des vasières, des mangroves, des plages, du bois sur pied et des sinuosités des fleuves et des deltas. Les actes du gouvernement nicaraguayen ont

clairement perturbé les systèmes procurant ces avantages, lesquels sont désormais perdus. D'autres études menées en Louisiane et en Europe révèlent des valeurs en dollars par hectare supérieures aux sommes totales très prudentes avancées par Neotrópica.

Habitat et frayère : Le rapport des experts nicaraguayens admet pleinement que des zones d'habitat et de frayère ont été endommagées et que ces dommages représentent une perte financière qui doit être compensée. Pourtant, les mêmes experts tentent de diminuer la valeur desdites zones comme s'il s'agissait d'un stock et non d'un flux. Or, la valeur de l'habitat et des frayères constitue un flux annuel appréciable. Par exemple, tout estuaire sert chaque année à la fois de frayère et d'habitat pour les larves de poissons, ce qui permet une activité de pêche commerciale et de subsistance sur le littoral. Neotrópica a judicieusement et avec prudence assimilé le calcul des futurs dommages pour l'habitat et la frayère comme un flux (et non un stock d'avantages comme l'avancent les consultants nicaraguayens dans le cadre d'une approche incorrecte).

Formation des sols / Contrôle de l'érosion : Les forêts tropicales créent des sols et réduisent leur érosion. Les aires de coupe sont sujettes à des glissements et des mouvements de terrain, ainsi qu'à l'érosion. Ces services écosystémiques sont clairement présents en l'espèce, possèdent une valeur en dollars et devraient être inclus dans l'évaluation des dommages. Neotrópica aborde le problème en recourant à une méthodologie et des valeurs pertinentes. Le rapport des experts nicaraguayens est à la fois incorrect et incomplet, de sorte qu'il sous-estime gravement les dommages infligés au Costa Rica

De plus

Le dragage des canaux facilite l'intrusion des eaux salées jusqu'à un point situé plus en amont du fleuve. En réduisant la sinuosité de ce cours d'eau et en ouvrant une voie directe vers l'intérieur des terres, les canaux véhiculent également l'eau des orages plus haut dans le bassin, ce qui a pour effet d'accroître le volume des inondations. De plus, l'arrivée massive d'eau salée en cas de gros orages risque de tuer la faune et la flore d'eau douce dans la réserve.

Les dommages se sont produits dans une zone d'habitat critique que la population costa-ricienne a érigée en zone protégée pour des raisons tenant à la fois à la beauté du lieu, à la nécessité de préserver la diversité biologique, à la volonté de préserver ce lieu pour les générations futures et au désir de conserver ces ressources. Nombre de Costa-riens ont été lésés par cette invasion et cette destruction illicites d'un trésor national, tout comme le serait une famille victime d'une intrusion et d'un vol à son domicile. Ce coût-là n'a pas été pris en considération et la Cour devrait comptabiliser ce dommage important. Sur la base de mon expérience en matière de dommages environnementaux, j'estime que ce coût est à lui seul aussi élevé, si ce n'est plus, que celui des dommages commerciaux et écosystémiques évalués par Neotrópica.

Globalement, le rapport des experts nicaraguayens recommande l'imposition d'une amende dérisoire de 84 294 dollars des Etats-Unis qui, si elle était confirmée, équivaldrait à une parodie de justice, dans la mesure où huit services écosystémiques endommagés n'ont pas été évalués dans l'étude, que des dommages affectant un périmètre allant au-delà de la zone directement impactée n'ont pas été comptabilisés dans l'évaluation en dollars et que chaque évaluation (à l'exception de celle du bois d'œuvre) a été calculée avec la plus grande prudence. Il est donc clair que la valeur avancée par Neotrópica est largement inférieure au montant réel des dommages et qu'elle devrait donc être adoptée en l'état par la CIJ, voire augmentée dans la mesure où le préjudice autre que les dommages sur le marché n'a pas été évalué en dollars.

En près de 20 ans d'existence, Earth Economics a travaillé à de nombreuses reprises sur des projets d'évaluation de services écosystémiques. Nous estimons que cette méthode convient à la résolution des différends nationaux et internationaux, car elle permet d'estimer l'ampleur relative des dommages environnementaux et de calculer une indemnisation adéquate. L'annexe A au présent document répertorie des affaires judiciaires, des consultations et divers projets sur lesquels

Earth Economics a travaillé et qui prouvent que la méthode ESV est largement reconnue comme un outil précis d'estimation des dommages environnementaux. De plus, ces exemples illustrent la manière dont la méthode peut être légalement appliquée en matière d'élaboration d'une politique ou de prise de décisions.

Veillez agréer, etc.

(Signé) Le président,
David BATKER.

APPENDICE 7

San José, 1^{er} août 2017

DM-725-2017

République du Costa Rica
Ministère de l'environnement et de l'énergie
Cabinet du ministre

M. Manuel González Sanz
Ministre des affaires étrangères

Cher ministre González,

Dans le contexte de la préparation des pièces écrites à laquelle travaille actuellement le ministère des affaires étrangères et des cultes en vue de leur soumission à la Cour internationale de Justice en vue d'exiger du Nicaragua la réparation de dommages en l'affaire *Certaines activités menées par le Nicaragua dans la région frontalière (Costa Rica c. Nicaragua)* et conformément à votre demande orale, j'ai le plaisir de vous communiquer des informations relatives au système costa-ricien de comptabilisation du capital naturel.

Le système de comptabilisation du capital naturel (CCN) costa-ricien a été élaboré en recourant aux normes du système de comptabilité environnementale et économique des Nations Unies, tel qu'il a été approuvé par la commission de statistique de l'ONU. Les comptes créés dans le CCN permettent la quantification intégrée de la valeur biophysique et économique des ressources naturelles et de leur impact sur la richesse nationale. Ils permettent également de générer une série d'indicateurs favorisant l'analyse de l'offre et de l'utilisation des ressources naturelles, ainsi que de leur interaction avec les différentes activités économiques du pays. Les comptes environnementaux sont censés former un outil utile au processus de prise de décision et d'élaboration de politiques publiques.

Le cadre central du système de comptabilité économique et environnementale (cadre central du SCEE) est la norme de statistique internationale servant à l'établissement des comptes environnementaux au Costa Rica. Il respecte une structure comptable cohérente conforme au système de comptabilité nationale (SCN) de 2008. Ces deux normes sont directement alignées et le SCN est la principale source des concepts, définition et normes comptables à la base du SCEE. Les comptes environnementaux composent un système de comptabilité satellite dérivé du SNC.

Dans le cadre de son initiative WAVES (Wealth Accounting and Valuation of Ecosystem Services), la Banque mondiale a soutenu la création des premiers comptes environnementaux au Costa Rica. Un comité directeur a été formé pour piloter ce processus. Il comprenait des représentants du ministère de l'environnement et de l'énergie (MINAE), du ministère des finances, du ministère des politiques et de la planification économiques (MIDEPLAN), de l'institut national des statistiques et des recensements (INEC) et de la banque centrale du Costa Rica (BCCR). La banque centrale du Costa Rica est l'institution chargée de l'élaboration technique des comptes. En 2014, le pays a formellement entamé la création de comptes pour l'eau et la forêt. En juin 2015, il a également entamé la création du compte de l'énergie. Les premiers résultats de ces comptes environnementaux ont été publiés au niveau national et à celui de la Banque mondiale en mai 2016.

En novembre 2016, l'unité des statistiques environnementales a été créée au sein de la division économique de la BCCR. Cette entité est responsable de l'élaboration des comptes environnementaux qui seront publiés et mis à jour un rythme annuel. Des efforts sont déployés actuellement pour renforcer les comptes existants et en élaborer d'autres comme le compte des services écosystémiques (CSE) ou le compte des dépenses liées à la protection de l'environnement (CDPE). Le CDPE sera publié pour la première fois d'ici la fin de l'année avec le soutien de la CEPALC. La création d'autres comptes environnementaux devrait suivre dans les prochaines années.

Les premiers résultats des comptes peuvent être consultés à l'adresse suivante : http://www.bccr.fi.cr/cuentas_ambientales. Des tableaux statistiques et des documents de travail sont aussi publiquement disponibles. Les informations contenues dans les comptes environnementaux servent à concevoir des politiques et des stratégies en faveur du développement durable dans des domaines tels que la gestion des ressources en énergie et en eau, la surveillance et l'exploitation des ressources forestières et l'interaction entre ces richesses et l'économie.

Veuillez agréer, etc.

Le ministre de l'environnement et de l'énergie,
(Signé) Edgar E. GUTIÉRREZ ESPELETA.

[cachet du ministère costa-ricien de l'environnement et de l'énergie]

APPENDICE 8

CATIE

Solutions pour l'environnement et le développement

21 juillet 2017

DG-368/2017

Alejandro Solano Ortiz
Vice-ministre des affaires étrangères et des cultes
Costa Rica

Cher Monsieur le vice-ministre Solano,

Merci pour votre aimable note du 17 juillet dernier dans laquelle vous demandez à Miguel Cifuentes de soutenir et de valider les résultats exposés dans la thèse de maîtrise de notre collègue Maureen Argueda intitulée «Evaluation économique des services écosystémiques découlant de la mangrove du golfe de Nicoya».

M. Cifuentes a subi hier une intervention chirurgicale et n'est donc pas en mesure de répondre. Je lui ai cependant parlé, ainsi qu'à d'autres collègues, pour préparer la présente réponse.

La thèse sous forme d'enquête mentionnée plus haut a été conçue, élaborée, publiée et approuvée conformément aux lignes directrices et au processus en vigueur au sein de l'école supérieure CATIE qui est le plus ancien établissement d'enseignement de troisième cycle dans le domaine de l'agriculture et des ressources naturelles. Les résultats de l'enquête sont conformes aux exigences universitaires en matière de rigueur et de validité.

N'hésitez pas à me contacter de nouveau en cas de besoin.

(Signé) Le directeur général,
Muhammad IBRAHIM, Ph.D.

APPENDICE 9

Réseau national des zones de conservation
Zone de conservation de Tortuguero
Direction des ressources forestières et de la vie sylvestre
Service de la gestion forestière

[logo du réseau national des zones de conservation (SINAC)]

[logo du ministère costa-ricien de l'environnement et de l'énergie (MINAE)]

3 août 2017
ACTo-GMRN-EPMF-2017

M. Alejandro Solano Ortiz
Vice-ministre
Ministère des affaires étrangères et des cultes

SUJET : Quelques observations sur les effets de l'ouragan Otto sur les espaces inclus dans la zone de conservation de Tortuguero

Cher vice-ministre,

Après le passage de l'ouragan Otto le 24 novembre 2017 sur la zone de conservation de Tortuguero (ACTo), nous avons organisé un survol des espaces affectés le 26 novembre.

Cette initiative visait plusieurs objectifs, dont l'observation des dégâts laissés par le passage de l'ouragan et, également, la détection de changements ayant éventuellement modifié le paysage. Certaines observations sont répertoriées ci-dessous.

EN CE QUI CONCERNE LES DÉGÂTS

Globalement, les principaux dégâts sont concentrés sur les forêts et les zones humides situées à l'intérieur de la réserve naturelle nationale Barra del Colorado et du couloir frontalier entre le Costa Rica et le Nicaragua. Une perte de la canopée a pu être établie à la fois dans la zone de Ceros Coronel, Puerto Lindo et Laguna Samay, surtout entre Laguna Aqua Dulce, Laguna de Atrás, Isla Portillos et l'embouchure du fleuve San Juan ; la chute de branches, de cimes d'arbres ou d'arbres entiers a provoqué une déchirure complète de la canopée et un impact visuel très fort.

Il convient de mentionner que, aux endroits où la couverture forestière était très dense, une bonne partie des troncs d'arbres sont restés debout, même si d'autres sont tombés. Après avoir observé d'autres zones affectées dépourvues de couverture forestière, nous avons pu conclure que l'effet du vent sur les arbres isolés est apparemment supérieur, parce que la plupart d'entre eux gisaient à terre. Nous suggérons donc qu'une forte densité végétale permet un «filtrage» des courants d'air qui se traduit par une réduction de la pression exercée sur chaque arbre ou palme.

Certains bâtiments ont été affectés, principalement ceux situés dans des zones ouvertes ou sur les bords des lagunes. Dans la zone de Puerto Lindo, la ressource forestière a été fortement

endommagée, tandis que les maisons près des forêts ou entourées de forêts ne semblent pas avoir souffert.

EN CE QUI CONCERNE LA MODIFICATION DU PAYSAGE

Comme indiqué plus haut, la forêt a été la ressource la plus endommagée par Otto dans la zone de conservation Barra del Colorado et le couloir frontalier entre le Costa Rica et le Nicaragua. L'exubérance et la verdure de la zone ont définitivement cédé la place à un environnement plus désolé, ce qui crée un choc visuel. Cependant, l'ampleur des dégâts varie, dans la mesure où les zones éloignées du littoral ont été moins touchées et où les effets les plus visibles concernent les endroits situés le plus près de la trajectoire de l'ouragan. On passe ainsi de zones dont quelques branches ont été brisées et où des palmes ont perdu quelques feuilles à d'autres zones où les arbres privés de cimes et de palmes sont plus nombreux et où les feuilles sont toutes disposées dans la même direction et, enfin, à des zones où la canopée a disparu et où les palmes ont été couchées par la force du vent.

CONSIDÉRATIONS

- Les ressources forestières (y compris les écosystèmes des zones humides) constituent la ressource la plus affectée par l'ouragan.
- Le paysage a été profondément modifié, les dégâts étant de plus en plus apparents au fur et à mesure que l'on se rapproche de la trajectoire de l'ouragan.
- La densité accrue des zones forestières a permis à de nombreux arbres de rester debout après avoir perdu leurs cimes, tandis que dans les zones moins denses ou sans couverture forestière la plupart des arbres ont succombé aux effets du vent.
- On peut affirmer que la présence de zones forestières a permis de «filtrer» (atténuer) les courants d'air et de protéger jusqu'à un certain point la ressource contre les forces ayant endommagé l'écosystème. On peut donc considérer ce phénomène comme un service écosystémique. Par le jeu du hasard, dans le cadre de la journée internationale des zones humides (2 février), la convention relative aux zones humides d'importance internationale particulièrement comme habitats de la sauvagine (plus connue sous le nom de «convention de Ramsar») a publié un ouvrage sur le thème des zones humides en tant que facteur de réduction des catastrophes.
- Il s'avère que les infrastructures entourées de zones forestières ont moins subi des dommages directs que les autres.

Les quelques photographies et images qui suivent illustrent nos propos.



SISTEMA NACIONAL DE ÁREAS DE CONSERVACIÓN
ÁREA DE CONSERVACIÓN TORTUGUERO
DIRECCIÓN DE RECURSOS FORESTALES Y VIDA SILVESTRE
DEPARTAMENTO DE MANEJO FORESTAL



Foto 1 y 2. Vista parcial de casa a orillas del río San Juan (en finca Aragón) antes y después (encerrada en círculo) del paso del huracán Otto. Nótese que la misma estaba en una zona desprovista de bosque y fue considerablemente afectada.



3 / 7
Dirección: Estación Experimental Los Diamantes,
Jiménez, Pocosí, Limón
Tel. (506)27102929 • Fax: (506)27107673 •
www.acto.go.cr

Photographies n^{os} 1 et 2. Vue partielle d'une maison située sur la berge du fleuve San Juan (à Finca Aragón) avant et après (voir le cercle en pointillé dans le coin inférieur droit de la photographie n° 2) le passage de l'ouragan Otto. On peut noter que ce bâtiment est situé dans une zone dépourvue de forêts et qu'il a été fortement endommagé.

N° 1

Lieu : Finca Aragón (Isla Portillos) et fleuve San Juan

Coordonnées géographiques : 10,927989/-83,985713

Référentiel : WGS 84

Date de la photographie : 21 novembre 2016

N° 2

Lieu : Finca Aragón (Isla Portillos) et fleuve San Juan

Coordonnées géographiques : 10,927989/-83,985713

Référentiel : WGS 84

Date de la photographie : 21 novembre 2016



SISTEMA NACIONAL DE ÁREAS DE CONSERVACIÓN
ÁREA DE CONSERVACIÓN TORTUGUERO
DIRECCIÓN DE RECURSOS FORESTALES Y VIDA SILVESTRE
DEPARTAMENTO DE MANEJO FORESTAL



Foto 3 y 4. Casos opuestos sobre afectación del huracán. Mientras que en la foto 3 se dio la pérdida total de la vivienda, en el caso de la foto 4 la vivienda no mostró ninguna afectación (a pesar de haber zonas impactadas que se extienden fuera de la imagen, encerradas en círculos). Nótese la diferencia de cobertura alrededor de cada caso. Ambas fotografías fueron tomadas el mismo día (26 de noviembre, 2016).

4/7



Dirección: Estación Experimental Los Diamantes,
Jiménez, Puntarenas, Lirión
Tel. (506)27102929 • Fax: (506)27107673 •
www.acto.go.cr

Photographies n^{os} 3 et 4. Cas opposés des effets de l'ouragan. Alors que la maison de la photographie n^o 3 a été totalement détruite, celle de la photographie n^o 4 est intacte (malgré la présence de zones affectées à proximité, voir les cercles en pointillé). Notez la différence de la couverture forestière dans chaque cas. Les deux photographies ont été prises le même jour (26 novembre 2016).

N^o 3

Lieu : Barra de Colorado, près de l'embouchure du fleuve
Coordonnées géographiques : 10,80550/-83,59609
Référentiel : WGS 84
Date de la photographie : 26 novembre 2016

N^o 4

Lieu : Cerros Coronel
Coordonnées géographique : 10,69583/-83,64570
Référentiel : WGS 84
Date de la photographie : 26 novembre 2016



SISTEMA NACIONAL DE ÁREAS DE CONSERVACIÓN
ÁREA DE CONSERVACIÓN TORTUGUERO
DIRECCIÓN DE RECURSOS FORESTALES Y VIDA SILVESTRE
DEPARTAMENTO DE MANEJO FORESTAL

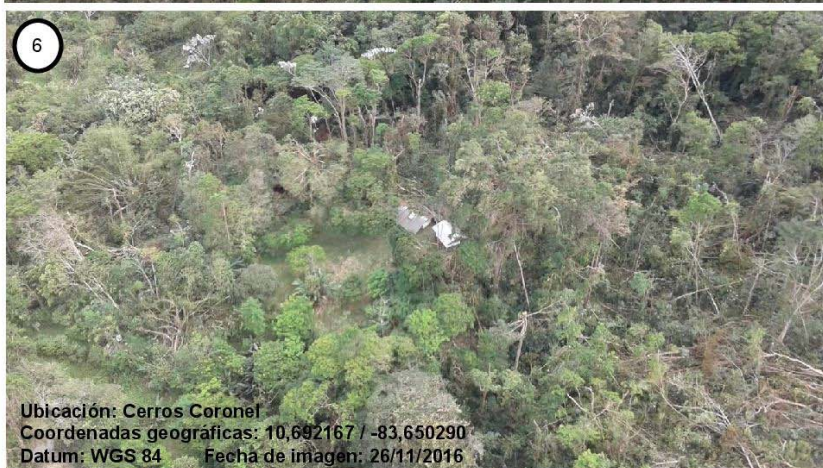


Foto 5 y 6. Vista parcial de áreas de bosque afectado y viviendas ubicadas dentro del mismo. Nótese que en este caso las viviendas no sufrieron daños a pesar de que en la zona el ecosistema fue fuertemente impactado.

5 / 7



Dirección: Estación Experimental Los Diamantes,
Jiménez, Pacoquí, Limón
Tel. (506)27102929 • Fax: (506)27107673 •
www.acto.go.cr

Photographies n^{os} 5 et 6. Vue partielle de la forêt affectée et des maisons qu'elle abrite. Notez que, dans ce cas précis, les maisons n'ont subi aucun dommage alors qu'elles se trouvent dans une zone où l'écosystème a beaucoup souffert.

Nº 5

Lieu : Cerros Coronel
Coordonnées géographiques : 10,691753/-83,648426
Référentiel : WGS 84
Date de la photographie : 21 novembre 2016

Nº 6

Lieu : Cerros Coronel
Coordonnées géographiques : 10,692167/-83,650290
Référentiel : WGS 84
Date de la photographie : 26 novembre 2016



SISTEMA NACIONAL DE ÁREAS DE CONSERVACIÓN
ÁREA DE CONSERVACIÓN TORTUGUERO
DIRECCIÓN DE RECURSOS FORESTALES Y VIDA SILVESTRE
DEPARTAMENTO DE MANEJO FORESTAL



Ubicación: Santa Teresita, Isla Portillos
Coordenadas geográficas: 10,89418 / -83,66677
Datum: WGS 84 Fecha de imagen: 26/11/2016

Foto 7. Vista parcial de caída masiva de árboles en áreas de potrero. A diferencia de este sector, puede observarse que las áreas alrededor con cobertura boscosa muestran mayoritariamente troncos descopados en pie. Al fondo de lado derecho el río San Juan.



Ubicación: Isla Portillos
Coordenadas geográficas: 10,89418 / -83,66677
Datum: WGS 84 Fecha de imagen: 07/11/2016

Imagen 8. Vista parcial por medio de imagen aérea de zona relativa a foto 7 previo al paso del huracán.



6 / 7
Dirección: Estación Experimental Los Diamantes,
Jirónes, Poocet, Limón
Tel. (506)27102929 • Fax: (506)27107673 •
www.acto.go.cr

Photographie n° 7. Vue partielle d'une zone déboisée où de nombreux arbres ont été déracinés. En revanche, dans les zones couvertes de forêt, seules les cimes ont été arrachées et les arbres sont restés debout. On peut distinguer la rive du fleuve San Juan dans le coin supérieur droit de la photographie.

Photographie n° 8. Vue partielle d'une image satellite de la zone apparaissant dans la photographie n° 7 avant le passage de l'ouragan

N° 7

Lieu : Santa Teresita, Isla Portillos
Coordonnées géographiques : 10,89418/-83,66677
Référentiel : WGS 84
Date de la photographie : 21 novembre 2016

N° 8

Lieu : Isla Portillos
Coordonnées géographiques : 10,89418/-83,66677
Référentiel : WGS 84
Date de la photographie : 7 novembre 2016



SISTEMA NACIONAL DE ÁREAS DE CONSERVACIÓN
ÁREA DE CONSERVACIÓN TORTUGUERO
DIRECCIÓN DE RECURSOS FORESTALES Y VIDA SILVESTRE
DEPARTAMENTO DE MANEJO FORESTAL

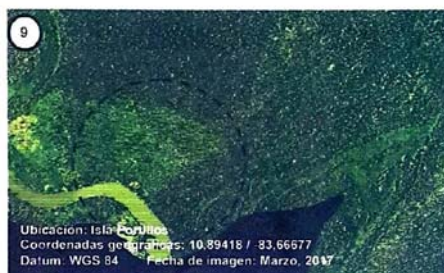


Imagen 9. Vista parcial por medio de imagen satelital de zona relativa a foto 7 posterior al paso del huracán. Nótese como el área con árboles aislados se muestra descubierta por completo, a diferencia de las zonas con bosque, las cuales mantienen una estructura bien diferenciada.

Ubicación: Isla Portillos
Coordenadas geográficas: 10,89418 / 83,66677
Datum: WGS 84 Fecha de imagen: Marzo, 2017

Cordialmente,

Ing. Laura Rivera Quintanilla
DIRECTORA ACTO

URD/GS/As 2017-01-29/17

C: Archivo de Dirección, Área de Conservación Tortuguero



717
Dirección: Estación Experimental Los Diamantes,
Jiménez, Pocosí, Limón
Tel. (504)27102929 • Fax: (504)27107673 •
www.mta.go.cr

Photographie n° 9. Vue partielle d'une image satellite de la zone apparaissant dans la photographie n° 7 après le passage de l'ouragan. Notez comment la zone abritant des arbres isolés est totalement dépourvue de protection, contrairement aux zones boisées dont la structure est bien différenciée.

Lieu : Isla Portillos

Coordonnées géographiques : 10,89418/-83,66677

Référentiel : WGS 84

Date de la photographie : mars 2017

Veillez agréer, etc.

La directrice,
zone de conservation de Tortuguero,
(Signé) Laura RIVERA QUINTANILLA.

APPENDICE 10

Ministère costa-ricien de l'environnement et de l'énergie (MINAE)

Fonds national pour le financement des forêts (FONAFIFO)

Vendredi 23 juin 2017

DG-OF-154-2017

M. Alejandro Solano
Vice-ministre
Ministère des affaires étrangères et des cultes

Cher Monsieur,

J'ai l'honneur de répondre à la question relative au tarif appliqué par le Fonds national pour le financement des forêts dans le cadre du programme actuel de paiement des services environnementaux.

A ce propos, il convient de mentionner que, selon l'article 22 de la loi sur les forêts n° 7575 du 16 avril 1969, les paiements au titre de services environnementaux

« visent à compenser les propriétaires ou les occupants d'une parcelle pour les services environnementaux qu'ils rendent à la société dans le cadre de leur effort de conservation, à condition qu'ils n'aient pas abattu d'arbres au cours des deux ans précédant la demande de certificat et pendant la durée de validité de ce dernier ».

Il importe de préciser que les paiements effectués par le FONAFIFO relèvent d'un mécanisme financier visant à préserver les zones forestières fournissant des services environnementaux et non à financer la restauration de zones de ce type ou à compenser la perte de tels services.

Il convient de rappeler que le concept de paiement au titre de services environnementaux renvoie à des actions et des politiques à caractère économique ayant pour but d'appliquer des mesures conservatoires ou de prévention afin que les écosystèmes et les forêts importants ne subissent pas de dommages et soient préservés à l'intention des générations futures. Ce concept se fonde sur le fait que les personnes physiques ou morales possédant ces ressources supportent un fardeau disproportionné par rapport aux bénéfices engrangés par la société et, par conséquent, devraient être indemnisées. En fait, compte tenu des avantages que la société retire de leurs efforts de protection des ressources naturelles — et plus particulièrement des forêts (protection des ressources hydriques, diminution des émissions de gaz à effet de serre, protection des sols, biodiversité et bien d'autres services) —, ces propriétaires devraient voir leur rôle reconnu par le biais d'une rémunération équitable au titre de leur action importante. Ce mécanisme pourrait être financé de nombreuses manières : impôts, droits, contributions volontaires, etc.

On aurait tort de considérer les paiements au titre de services environnementaux comme des indemnités versées en raison d'un dommage environnemental subi, dans la mesure où il n'existe aucune correspondance entre les biens endommagés (contamination, perte de végétation, impact sur les ressources hydriques, atteinte à la biodiversité, etc.) et les paiements effectués dans le but de favoriser la conservation d'une forêt ou d'un écosystème. En ce qui concerne le Fonds national pour le financement des forêts, le tarif établi pour les différentes catégories de paiement des

services environnementaux a été conçu comme un moyen de promouvoir les efforts de conservation et de permettre aux propriétaires de financer des initiatives durables.

Le paiement des services environnementaux n'implique ni une indemnisation au titre de la dépréciation des biens ni un paiement des prix sur le marché — ou d'une valeur pécuniaire équivalente — au titre de services environnementaux spécifiques. Parmi les autres aspects jouant un rôle, il convient de mentionner la prise en considération impérative des valeurs sociales, politiques et environnementales au moment d'élaborer des politiques et de rendre des décisions. Dans le cas spécifique du Costa Rica, les facteurs majeurs suivants doivent être pris en compte afin de définir la valeur à payer pour chaque hectare : disponibilités budgétaires du pays et nombre d'hectares censés être protégés dans le cadre du système. Ces éléments n'apparaissent pas dans l'équation d'évaluation économique des services environnementaux.

De même, il convient de rappeler que le concept de dommages inclut des actions beaucoup plus complexes, lesquelles doivent être évaluées dans une perspective multidisciplinaire des sciences environnementales et autres. Lesdites actions doivent être quantifiées et suivies pendant des années, voire des décennies, compte tenu de l'équilibre délicat de ses ressources.

Au vu des raisons mentionnées plus haut, les tarifs établis par le FONAFIFO ne sauraient en aucune circonstance être considérés comme un paramètre de calcul de la valeur économique aux fins de réparation de dommages environnementaux, valeur qui est nettement plus élevée que celle reconnue par la pratique administrative et la jurisprudence du pays.

Veuillez agréer, etc.

Le directeur général,
Fonds national pour le financement des forêts,
(Signé) Jorge Mario RODRIGUEZ ZÚÑIGA.

Ministère costa-ricien de l'environnement et de l'énergie (MINAE)
Fonds national pour le financement des forêts (FONAFIFO)

San José, 20 juillet 2017
DG-OF-174-2017

M. Alejandro Solano Ortiz
Vice-ministre des affaires étrangères et des cultes

Cher Monsieur,

J'ai le plaisir de faire suite à votre note DVM-137-2017 envoyée cette année et de répondre à vos questions dans l'ordre où elles ont été posées :

- 1) Vous indiquez que, selon les représentants nicaraguayens, le *Fondo Nacional de Financiamiento Forestal* (Fonds national pour le financement des forêts) verse 294 dollars des Etats-Unis par hectare au titre des services environnementaux et que ce montant peut servir de référence pour estimer les dommages environnementaux.

Il me paraît important de clarifier qu'il s'agit là d'un mécanisme utilisé par le gouvernement costa-ricien pour verser une indemnisation à certains propriétaires de forêts au titre de leurs efforts de conservation, compte tenu du fait que la société dans son ensemble bénéficie d'une

variété de services fournis par cette végétation sous forme de protection et d'amélioration de l'environnement (la loi n° 7575 sur les forêts cite aux titres desdits services^o: «[...] l'atténuation des émissions de gaz à effet de serre (fixation, réduction, séquestration, stockage et absorption) ; la protection des eaux à usage urbain, rural ou hydroélectrique ; la protection durable de la biodiversité ; les applications scientifiques et pharmaceutiques ; la recherche en génétique ; la protection des écosystèmes et de diverses formes de vie ; ainsi que la préservation d'un site naturel splendide à des fins touristiques et scientifiques») (art. 3, par. K). Par conséquent, les propriétaires de ces forêts supportent un fardeau supérieur à celui des autres citoyens et assument des responsabilités qu'il convient de reconnaître, notamment lorsque l'utilisation de leurs biens est soumise à certaines contraintes telles que celles formulées à l'article 19 de la loi sur les forêts (voir plus haut).

Cette intention ressort clairement du premier paragraphe de l'article 22 de la loi sur les forêts qui correspond au début du chapitre II intitulé «Incitations à la conservation». Ledit paragraphe prévoit expressément que : « [I]e certificat de conservation d'une forêt a été créé en vue de rémunérer le propriétaire ou l'occupant au titre des services environnementaux générés par la conservation de leurs forêts, à condition que l'intéressé n'ait procédé à aucune coupe de bois au cours des deux années précédant la demande de certificat ou bien pendant la durée de validité de ce dernier, laquelle ne peut pas être inférieure à 20 ans [...] ».

- 2) En ce qui concerne les deuxième et troisième questions relatives aux zones humides qui correspondent au périmètre ayant souffert des dommages environnementaux provoqués par le Nicaragua, il nous paraît indispensable de rappeler que, depuis ses débuts en 1997, le programme de paiements au titre de services environnementaux exclut les zones appartenant au gouvernement costa-ricien, lesquelles sont gérées par le réseau national des zones de conservation (SINAC). Cette exclusion répond à plusieurs considérations : premièrement, s'agissant de biens appartenant à l'État, aucun bois ne peut être récolté par le détenteur dans la mesure où la législation couvrant les zones sauvages protégées (quel que soit le type de gestion dont elles font l'objet) empêche l'utilisation de leurs ressources ; deuxièmement, le programme de paiements au titre de services environnementaux est un instrument conçu pour influencer sur le comportement des propriétaires de forêts privées et non pour bénéficier à l'Etat. Depuis 20 ans qu'il existe, ce programme n'a jamais permis le moindre paiement à l'État ou au réseau national des zones de conservation : les seuls paiements autorisés sont ceux versés à une personne privée physique ou morale. L'article 46 de la loi sur les forêts déclare explicitement que les mécanismes de promotion et la création du Fonds national pour le financement des forêts visent à financer les petits et moyens producteurs. Cette disposition se lit comme suit : « Le Fonds national pour le financement des forêts a été créé dans le but de financer, au bénéfice des petits et moyens producteurs et au moyen de l'attribution de crédits et autres incitations, la gestion (avec ou sans intervention) des zones forestières, le boisement ou la reforestation [...] ».
- 3) Enfin, j'aimerais rappeler qu'il est incorrect d'assimiler le paiement de services environnementaux institué par le Fonds national pour le financement des forêts à un mécanisme d'indemnisation ou d'évaluation de dommages environnementaux. Ces services se sont vus affecter une valeur dans le cadre des mesures positives visant à encourager les initiatives de conservation de la forêt au titre d'une modeste rétribution par la société des efforts de préservation déployés par les propriétaires.
- 4) Les dommages environnementaux relèvent d'un concept différent sur les plans juridique et technique. Il ne s'agit plus de protéger la forêt, mais de réagir à des actions humaines l'ayant endommagée et de transcender la notion de forêt pour considérer celle-ci comme un large écosystème ayant subi divers bouleversements du point de vue de son intégrité biotique et abiotique. L'évaluation des dommages environnementaux ne saurait se limiter à de modestes mesures comme le paiement du service environnemental disparu pendant une certaine période (généralement d'un an), dans la mesure où ledit paiement ne tient jamais compte du coût de remplacement de la ressource ou de sa valeur estimée. Les dommages environnementaux sont

donc bien plus complexes : leurs effets se font ressentir pendant plus d'un an et leur réparation peut prendre plusieurs dizaines d'années et même, dans certains cas, s'avérer impossible.

Pour les raisons susmentionnées, les tarifs sur lesquels reposent les paiements environnementaux effectués par le FONAFIFO ne sauraient en aucune circonstance être considérés comme une référence pour procéder à une estimation économique de l'indemnisation de dommages environnementaux, dans la mesure où, comme cela ressort de la pratique administrative et de la jurisprudence, la valeur desdits dommages est nettement supérieure.

Veillez agréer, etc.

Le directeur général,
(Signé) Jorge Mario RODRIGUEZ ZÚÑIGA.

APPENDICE 11

NOTE DU PROFESSEUR JOSHUA FARLEY

Université du Vermont
Département du développement communautaire et
de l'économie appliquée

1^{er} août 2017

En réponse à une demande du vice-ministre des affaires étrangères du Costa Rica, Alejandro Solano Ortiz, j'ai soigneusement étudié le rapport intitulé «Evaluation pécuniaire des dommages à l'environnement résultant de la construction de *caños* et de l'arrachage d'arbres et de végétation par le Gouvernement nicaraguayen sur le territoire costa-ricien d'Isla Portillos, déposée en application de l'arrêt de la Cour internationale de Justice du 16 décembre 2015» par la Fundación Neotrópica. Les paragraphes qui suivent résument mon analyse.

Le rapport a été méticuleusement préparé et repose sur une solide documentation. Il utilise les techniques les plus modernes pour déterminer la valeur pécuniaire des services écosystémiques. Bien que cet exercice soit quelque peu controversé, il est fréquemment utilisé par les décideurs politiques et les juridictions du monde entier s'agissant de déterminer les coûts et avantages de diverses politiques ou actions. Par exemple, les auteurs du rapport appliquent les méthodes et citent les travaux de Earth Economics, dont les évaluations sont désormais utilisées par l'agence fédérale des situations d'urgence des États-Unis (FEMA).

Les auteurs soulignent à maintes reprises la prudence dont ils ont fait preuve pour procéder à leurs estimations pécuniaires. Personnellement, je crains qu'ils aient fait preuve d'une prudence excessive et ce pour plusieurs raisons.

Premièrement et de toute évidence, l'étude ne précise la valeur pécuniaire que de six catégories de services écosystémiques tout en procédant à une analyse qualitative de huit autres et en en mentionnant encore huit autres. Le mot «écologie» est construit sur la racine grecque *oikos* qui signifie aussi *maison*. La valeur d'une maison est déterminée par tous les avantages qu'elle procure. Exclure systématiquement la valeur pécuniaire de la plupart de ces avantages conduirait à une sous-estimation grossière de la valeur de la maison. Il en va de même en ce qui concerne l'exclusion systématique de la valeur de divers avantages procurés par les écosystèmes.

Deuxièmement, la plupart des études consacrées à l'évaluation de services écosystémiques, y compris plusieurs travaux utilisés dans l'étude en question, se fondent sur le consentement à payer ou CAP. La vraie question n'est pas de savoir combien les Costa-riens sont prêts à payer pour des services écosystémiques qu'ils possèdent déjà, mais plutôt le montant de l'indemnisation qu'ils auraient exigée pour renoncer volontairement à ces services (consentement à recevoir ou CAR). De nombreuses études révèlent que les évaluations pécuniaires des services écosystémiques basés sur le CAR dépassent largement celles basées sur le CAP (Horowitz & McConnell, 2002).

Troisièmement, les ressources essentielles au bien-être de l'homme sont caractérisées par une demande inélastique. Par définition, une diminution de 1 % de la quantité entraîne une augmentation de la valeur supérieure à 1 %. Par exemple, la faible réduction de l'offre de pétrole pendant l'embargo décrété par l'OPEC en 1973-74 a provoqué une augmentation des prix de 400 %. Toute vie dépend des services écosystémiques fournis par des systèmes sains, de sorte que

lesdits services sont encore plus essentiels que le pétrole alors que la quantité et la qualité des écosystèmes du monde entier vont en diminuant. Leur valeur pécuniaire devrait augmenter rapidement et la valeur des transferts d'avantages ajustée à la hausse en conséquence. Dès lors, l'analyse des auteurs de l'étude devra également tenir compte de l'augmentation rapide des valeurs pendant les 50 prochaines années.

Quatrièmement, j'avance qu'un taux d'actualisation de 4 % est bien trop élevé pour les services écosystémiques au cours des 50 prochaines années, notamment parce que l'analyse suppose des valeurs constantes desdits services. Garantir la fourniture durable de services écosystémiques est une question d'éthique et de justice, tandis que les justifications en faveur d'une actualisation se basent uniquement sur l'efficacité (Daly, 2014). A supposer qu'on insiste pour les utiliser, les taux d'actualisation appliqués aux ressources durables devraient être aussi faibles que possible (Stern, 2006 ; Voinov et Farley, 2007 ; Weitzman, 1998).

J'aimerais également commenter l'argument apparent du Nicaragua selon lequel ce pays ne devrait supporter que les coûts de remplacement et non la valeur des services perdus. Si le Nicaragua avait détruit des maisons et d'autres infrastructures construites de la main de l'homme et non des écosystèmes, il serait manifestement déraisonnable de prôner le remplacement de ces infrastructures au cours des 50 prochaines années, dans la mesure où une telle solution ne tiendrait pas compte des 50 années de service que celles-ci auraient pu autrement fournir. La même logique s'applique en l'espèce.

Pour conclure, j'aimerais formuler quelques observations au risque d'énoncer des arguments peu pertinents du point de vue strictement juridique. Dans les affaires de droit civil, il s'agit généralement d'apporter réparation à l'individu lésé. Cela s'applique certainement en l'espèce. Dans les affaires de droit pénal, en revanche, il s'agit souvent de pénaliser l'auteur de l'infraction afin de dissuader ceux qui seraient tentés à l'avenir de l'imiter. De mon point de vue, la destruction environnementale en question était un acte criminel et il serait plus efficace de pécher par une indemnisation excessive que par une indemnisation insuffisante.

Veillez agréer, etc.

Le professeur de développement des communautés et
d'économie appliquée,
membre de l'Institut Gund pour l'économie écologique,
205 B Morrill Hall
Université du Vermont
Burlington, VT 05405
Tél. : 802-656-2989
Fax : 802-656-1423
(Signé) Joshua FARLEY.

Références bibliographiques :

Daly, H. (2014). *From Uneconomic Growth to a Steady-State Economy*. New York: Edward Elgar.

Horowitz, J.K. & McConnell, K.E. (2002). A Review of WTA/WTP Studies. *Journal of Environmental Economics and Management*, 44(3), 426-447.

Stern, N. (2006). *Stern Review: The Economics of Climate Change*. Retrieved from Cambridge.

Voinov, A. et Farley, J. (2007), "Reconciling sustainability, systems theory and discounting", *Ecological Economics*, 63(1), 104-113.

Weitzman, M.L. (1998). "Why the Far-Distant Future Should Be Discounted at Its Lowest Possible Rate", *Journal of Environmental Economics and Management*, 36(3), 201-208.

ANNEXE 2

**ANALYSE DU RAPPORT DE M. G. M. KONDOLF (CMNI, ANNEXE 2),
PAR M. COLIN R. THORNE (2017)**

Analyse du rapport de G.M. Kondolf (annexe 2)

dans le

**CONTRE-MÉMOIRE DE LA RÉPUBLIQUE DU NICARAGUA
SUR LA QUESTION DE LA RÉPARATION**

(2 juin 2017)

par

Colin R. Thorne

Le 28 juillet 2017

Contexte

Je m'appelle Colin Thorne et suis professeur de géographie physique à l'Université de Nottingham. J'ai été prié par le Costa Rica de préparer un rapport d'expertise indépendant pour la Cour internationale de justice en réponse à l'annexe 2 au Contre-mémoire du Nicaragua, qui a été soumis à la Cour le 2 juin 2017, dans l'affaire relative à *Certaines activités menées par le Nicaragua dans la région frontalière (Costa Rica c. Nicaragua)*. L'annexe 2, qui date du mois de mai 2017, a été élaborée par G. Mathias Kondolf. Elle est intitulée «Examen de la demande d'indemnisation du Costa Rica dans le delta du fleuve San Juan». Son texte figure aux pages 151 à 162, et les images justificatives aux pages 163 à 188.

Mes qualifications

J'occupe la chaire de géographie physique de l'université de Nottingham, au Royaume-Uni. Titulaire d'une licence et d'un doctorat en sciences de l'environnement délivrés par l'Université d'East Anglia (Royaume-Uni), je compte plus de 40 années d'expérience professionnelle dans des domaines relatifs à la géographie physique et aux sciences de l'environnement. Mes recherches portent essentiellement sur l'hydraulique fluviale et le transport des sédiments dans les fleuves naturels, modifiés et gérés, notamment en ce qui concerne leurs incidences sur l'érosion, la sédimentation et les risques d'inondation.

Mes rapports d'expertise soumis à ce jour dans le cadre de l'affaire sus-mentionnée

Dans l'affaire relative à *Certaines activités menées par le Nicaragua dans la région frontalière (Costa Rica c. Nicaragua)*, j'ai préalablement soumis les documents ci-dessous.

1. Un rapport d'expert indépendant intitulé «Évaluation de l'impact physique des travaux effectués par le Nicaragua depuis octobre 2010 sur la géomorphologie, l'hydrologie et la

dynamique sédimentaire du fleuve San Juan, ainsi que de leur impact environnemental en territoire costaricien»⁴⁸ qui constitue l'appendice 1 au mémoire du Costa Rica (le **premier rapport**). Dans ce rapport, j'analyse l'impact du *caño* construit entre le San Juan et la lagune de Harbor Head (le **caño de 2010**), ainsi que du programme de dragage dans ce même fleuve par le Nicaragua.

2. Un autre rapport indépendant intitulé «Rapport sur l'impact de la construction de deux nouveaux *caños* sur Isla Portillos»⁴⁹ daté du 10 octobre 2013, élaboré suite aux travaux ultérieurs du Nicaragua dans la partie septentrionale d'Isla Portillos en 2013, et dans le cadre des audiences relatives à la demande en indication de mesures conservatoire formulée par le Costa Rica à l'encontre du Nicaragua (le **second rapport**). Dans ce second rapport, j'analyse l'impact des deuxième et troisième *caños* construits entre le San Juan et la mer des Caraïbes (les *caños* occidental et oriental).

3. Un exposé écrit⁵⁰ pour le contre-interrogatoire mené dans le cadre des audiences sur le fond dans cette l'affaire, élaboré en mars 2015.

Récapitulatif de la méthode de M. Kondolf

La base méthodologique du rapport de M. Kondolf figurant à l'annexe 2 au contre-mémoire du Nicaragua repose sur l'interprétation qualitative d'images de télédétection des zones touchées par les activités du Nicaragua qui sont reproduites aux pages 163 à 188 de ce contre-mémoire. M. Kondolf ne fournit aucune autre observation, mesure ni donnée scientifique ou technique pour étayer ses opinions, qui sont en substance les suivantes :

- 1) les travaux du Nicaragua n'ont pas eu de répercussion sur les services de formation du sol ou de lutte contre l'érosion⁵¹ ;
- 2) ces travaux n'ont également eu aucune répercussion sur la capacité de la zone litigieuse à atténuer les «risques naturels»⁵² ; et
- 3) la reconstitution qui a déjà commencé à l'heure actuelle sur le site laisse présumer des périodes de reconstitution réalistes de 1 à 2 ans pour le remblai des *caños*, 1 à 5 ans pour la repousse des herbes et du sous-bois, et 4 à 5 ans pour la reconstitution d'une forêt susceptible de réaliser la plupart des fonctions escomptées de la part d'une zone boisée⁵³.

⁴⁸ C. Thorne, «Evaluation de l'impact physique des travaux effectués par le Nicaragua depuis octobre 2010 sur la géomorphologie, l'hydrologie et la dynamique sédimentaire du fleuve San Juan, ainsi que de leur impact environnemental en territoire costaricien», octobre 2011 ; contre-mémoire, appendice 1.

⁴⁹ C. Thorne, «Rapport sur l'impact de la construction de deux nouveaux *caños* sur Isla Portillos», 10 octobre 2013 ; demande en indication de nouvelles mesures conservatoires déposée par la République du Costa Rica, 23 septembre 2013, annexe 33.

⁵⁰ C. Thorne, «Exposé écrit», mars 2013 ; demandé par la CIJ dans le cadre des audiences relatives à *Certaines activités menées par le Nicaragua dans la région frontalière (Costa Rica c. Nicaragua)*.

⁵¹ G. M. Kondolf, «Examen de la demande d'indemnisation du Costa Rica dans le delta du fleuve San Juan», mai 2017 ; contre-mémoire du Nicaragua sur la question de l'indemnisation, annexe 2, p. 4 (158).

⁵² *Ibid.*, p. 5 (159).

⁵³ *Ibid.*, p. 6 (160).

Mon évaluation récapitulative de la méthode de M. Kondolf

Dans l'annexe 2, M. Kondolf indique que dans le cadre de l'affaire en l'espèce, il a «effectué cinq survols de l'embouchure du fleuve entre octobre 2012 et octobre 2016 et trois visites sur site au cours de la même période, la toute dernière en octobre 2016»⁵⁴.

Il est indéniable que M. Kondolf a survolé la zone touchée par les activités du Nicaragua et s'est également rendu sur le site pas plus tard qu'en octobre 2016. Ce survol et cette visite lui ont permis d'observer et de constater directement la situation dans les zones touchées. S'il l'avait souhaité, il aurait pu prendre des photos, procéder à des mesures de variables déterminantes (telles que la hauteur des arbres) et recueillir des données techniques (par exemple des mesures précisant les propriétés des sédiments remplissant les *caños*). Ainsi, cela lui aurait permis d'analyser et d'interpréter ses observations et informations comme il convenait, afin de se forger une opinion quant au niveau de reconstitution de l'environnement dans les zones excavées dont la végétation a été enlevée par le Nicaragua. Lors de la préparation de l'annexe 2, cette démarche aurait constitué une méthode scientifique et techniquement fiable.

Les insuffisances de sa méthode me donne à penser que les opinions exposées dans l'annexe 2 au contre-mémoire du Nicaragua sont dépourvues de validité scientifique et technique. Dans la suite du présent rapport, j'explique de manière détaillée les raisons qui m'ont mené à cette conclusion.

Contexte à prendre en compte pour évaluer la méthode de M. Kondolf

Afin d'évaluer les dommages découlant des activités qui sont le sujet de l'affaire en l'espèce, il convient selon moi de prendre en considération le contexte, à savoir le fait que les zones humides touchées ont été désignées d'importance internationale en vertu de la convention de Ramsar relative aux zones humides (telle que définie à Ramsar en 1971) et que le Nicaragua a donc été malavisé de creuser le *caño* de 2010 (pour les motifs exposés dans le Rapport Ramsar 2010). Il s'ensuit que le creusement de *caños* supplémentaires en 2013 était tout aussi malencontreux. Afin de cerner le contexte, il est utile de rappeler la teneur de ces deux documents.

La convention de Ramsar (1971) spécifie ce qui suit :

- a) le principal critère permettant de considérer une zone humide comme un site d'importance internationale est qu'elle «contient un exemple représentatif, rare ou unique de type de zone humide naturelle ou quasi naturelle de la région biogéographique concernée»⁵⁵. L'importance des zones humides désignées comme étant d'importance internationale est ensuite expliquée par la vision pour la Liste de Ramsar concernant une telle désignation, qui est : «[é]laborer et maintenir un réseau international de zones humides importantes pour la conservation de la diversité biologique mondiale et la pérennité de la vie humaine, en préservant leurs composantes, processus et avantages/services écosystémiques».⁵⁶
- b) Le but de désigner une zone humide en tant que site d'importance internationale est clairement explicité dans l'objectif 3 relatif à cette désignation : «[e]ncourager la coopération entre les Parties contractantes, les Organisations internationales partenaires de la Convention et les acteurs locaux lors du choix, de l'inscription et de la gestion des Sites Ramsar»⁵⁷ en vue de

⁵⁴ *Ibid.*, p. 1 (155).

⁵⁵ Secrétariat de la convention de Ramsar, 1971. Convention relative aux zones humides d'importance internationale : cadre stratégique et lignes directrices pour orienter l'évolution de la Liste des zones humides d'importance internationale de la convention sur les zones humides, Ramsar (Iran), sect. 6.1.1, critère 1.

⁵⁶ *Ibid.*, sect. 3.1, par. 10.

⁵⁷ *Ibid.*, sect. 3.2, objectif 3.

rechercher «des occasions de conclure des accords de jumelage ou de gestion en coopération avec d'autres Parties contractantes, pour des zones humides situées le long des voies de migration des espèces, de part et d'autre de frontières communes ou possédant des types de zones humides ou espèces semblables»⁵⁸ et entreprendre «d'autres formes d'actions en coopération entre Parties contractantes, pour démontrer comment parvenir à la conservation et à l'utilisation durable à long terme des Sites Ramsar et des zones humides en général ou aider à le faire»⁵⁹.

- c) Lors de l'évaluation des zones humides, le Secrétariat de la convention de Ramsar a approuvé «l'équation de la valeur totale»⁶⁰ publiée par le Programme des Nations Unies pour l'environnement (DeGroot et al. 2006). Cette équation prend en compte non seulement la valeur commerciale ou de consommation d'une zone humide, mais également sa *valeur intrinsèque*, ce qu'Emmanuel Kant définissait sur le plan philosophique comme sa *dignité* (Kant, 1781). Les composantes de la valeur économique totale du PNUE reconnaissent aux zones humides et à leurs écosystèmes le droit d'existence, sur la base de leurs contributions à la vie sur Terre. Pour cette raison, une zone humide d'importance internationale devrait faire l'objet d'une gestion avisée, car sa valeur revêt une importance au niveau mondial même si sa protection et sa conservation placent ses ressources naturelles au-delà d'une portée commerciale.

Afin de mettre en contexte ma réponse aux insuffisances méthodologiques du rapport de M. Kondolf, je m'en réfère plus spécifiquement au «Rapport de la mission consultative Ramsar n° 69 : zone humide d'importance internationale du nord-est des Caraïbes (Humedal Caribe Noreste), Costa Rica», publié par le Secrétariat de la convention de Ramsar le 17 décembre 2010⁶¹, suite à la construction du *caño* de 2010, mais avant que le Nicaragua ne poursuive l'enlèvement de la végétation et le dragage pour construire les *caños* occidental et oriental.

Le rapport Ramsar 2010 se fonde sur une mission Ramsar menée entre le 27 novembre et le 1 décembre 2010. Il précise les points suivants :

- a) La Humedal Caribe Noreste (HCN), dont fait partie la zone touchée, a été désignée zone humide d'importance internationale le 20 mars 1996.
- b) Cette zone humide inclut des lacs, forêts inondées, fleuves et lagunes d'estuaire qui revêtent une grande importance en tant que site de repos pour les oiseaux migratoires néotropicaux. Elle abrite également plusieurs espèces endémiques de salamandres.
- c) L'importance internationale de la zone humide repose sur les critères suivants.
- i) Elle constitue une zone humide unique ou représentative, étant donné qu'il s'agit d'un site naturel caractéristique de la zone littorale caraïbe du Costa Rica.
 - ii) Elle abrite des espèces et sous-espèces végétales et animales vulnérables ou menacées d'extinction.
 - iii) Elle constitue un haut lieu de la diversité génétique et écologique de la région.

⁵⁸ *Ibid.*, sect. 3.1, par. 21.

⁵⁹ *Ibid.*, sect. 3.2, par. 22.

⁶⁰ De Groot, R.S. Stuij, M.A.M. Finlayson, C.M. Davidson, N., «Valuing wetlands : guidance for valuing the benefits derived from wetland ecosystem services», Rapport technique Ramsar n° 3 (2006)/CBD Technical Series N° 27, 2006, p. 6.

⁶¹ Secrétariat de la convention de Ramsar «Rapport de la mission consultative Ramsar n° 69 : zone humide d'importance internationale du nord-est des Caraïbes (Humedal Caribe Noreste), Costa Rica», 17 décembre 2010 ; publié par le Secrétariat de la convention de Ramsar le 17 décembre 2010 ; mémoire du Costa Rica sur le fond, vol. IV, annexe 147.

- iv) Elle représente une étape obligée pour les oiseaux migrateurs d'Amérique du Nord, et sert de refuge à plus d'un million d'oiseaux qui viennent s'y reposer et s'y nourrir.
 - v) On y dénombre 8 familles, 25 genres et 54 espèces de poissons d'eau douce. Les communautés de ce type de poissons dans les lagunes d'eau douce (80 espèces) sont plus diversifiées que celles vivant dans la mer à proximité (42 espèces) en raison de la grande hétérogénéité structurelle qui y règne, avec toute une variété de végétation aquatique, d'arbres submergés, de vase, de débris, etc.
 - vi) Les écosystèmes aquatiques de la zone humide constituent un site d'étape pour les poissons migrateurs et un site de reproduction pour 26 espèces de poisson. Ils abritent l'une des deux populations de lépisostés tropicaux du Costa Rica et la seule population de lamantins du pays — une espèce déclarée menacée d'extinction.
 - vii) On y trouve 134 espèces d'oiseaux migrateurs essentiellement aquatiques, ainsi que les principales parcelles de yolillo des Caraïbes costa-riciennes.
 - viii) Ces zones humides constituent une source de produits de la pêche pour les habitants de la région.
 - ix) Les zones de plage servent d'aires d'alimentation et de fraie aux tortues vertes (*Chelonia mydas*) et luths (*Dermochelys coriacea*).
 - x) Sur les 779 espèces végétales présentes, 36 sont endémiques au Costa Rica.
 - xi) Ces zones humides abritent un tiers des espèces de la faune du pays qui sont déclarées comme étant menacées d'extinction.
 - xii) Elles comptent probablement quelque 54 espèces d'amphibiens et 110 espèces de reptiles, la plupart relevant de la conservation.
- d) Les données disponibles portant sur la richesse et l'abondance de la faune et la flore terrestres et aquatiques mettent clairement en lumière l'intérêt de la zone en termes de biodiversité, étroitement lié aux caractéristiques de ses écosystèmes terrestres et d'eau douce. De ce fait, la zone humide revêt une importance majeure pour la conservation d'espèces propres au Costa Rica.
- e) Il est essentiel d'assurer la pérennité des profils d'écoulement de l'eau douce afin de préserver la salubrité et la viabilité de cette zone humide à long terme.
- f) Il convient d'éviter la déforestation afin de prévenir l'érosion et la baisse de la recharge de la nappe phréatique.
- g) Afin de maintenir les conditions écologiques de la zone humide, il est nécessaire de restaurer les profils de ruissellement.
- h) Compte tenu de l'état actuel de la zone humide et à la lumière des situations envisagées, il est conseillé d'inclure le site Ramsar Caribe Noreste au Registre de Montreux (qui constitue une liste des zones humides en danger).
- i) L'inscription de sites sur la Liste des zones humides d'importance internationale devrait se fonder «sur leur importance internationale du point de vue écologique, botanique, zoologique, limnologique ou hydrologique» (art. 2.2, par. 2). L'article 3, paragraphe 1, de la convention prévoit que les Parties contractantes «élaborent et appliquent leurs plans d'aménagement de façon à favoriser la conservation des zones humides inscrites sur la Liste et, autant que possible, l'utilisation rationnelle des zones humides de leur territoire».

- j) Le concept d'utilisation rationnelle est l'un des trois piliers de la convention et fait référence au maintien de leurs caractéristiques écologiques, par la mise en œuvre d'approches écosystémiques dans le contexte du développement durable.

Le rapport de la mission consultative Ramsar a établi clairement ce qui suit :

«La construction du canal artificiel [à savoir le *caño* 2010] transformera la lagune de los Portillos [lagune de Harbor Head] et l'île de la zone humide ..., cet écosystème présentant une grande variété d'habitats (hétérogénéité structurelle) ne constituant plus qu'un habitat unique, plus vaste, dominé par les conditions imposées par le fleuve San Juan ... L'inondation partielle de la zone humide liée à la construction du canal artificiel et au dégagement de la végétation risque d'entraîner une modification de la répartition et de l'abondance des espèces terrestres du fait de la perte d'habitat et de la diminution des ressources alimentaires et des abris ; [elle isolerait une partie importante de la zone humide] du reste des zones humides présentes sur Isla Portillos, la transformant en un obstacle pour la faune terrestre à mobilité réduite.»⁶²

En dépit des recommandations de Ramsar, le Nicaragua a construit deux autres *caños*, suite à la publication de ce rapport de mission.

C'est dans le contexte de la vision globale et des valeurs partagées par toutes les parties à la Convention (Ramsar 1971), et plus précisément des motifs permettant d'identifier les zones humides situées dans la HCN comme des sites d'importance internationale endommagés par les activités du Nicaragua et, de ce fait, en danger (Ramsar 2010), que j'ai examiné la méthode de M. Kondolf afin d'y faire suite.

Réponse synthétique à l'opinion de M. Kondolf

L'approche méthodologique de M. Kondolf l'a conduit à se forger l'opinion que les travaux du Nicaragua n'avaient pas eu de répercussion sur les services de formation du sol et de lutte contre l'érosion, n'avaient eu aucune répercussion sur la capacité de la zone litigieuse à atténuer les «risques naturels», et que la reconstitution qui a déjà commencé à l'heure actuelle sur le site laissait présumer des périodes de reconstitution réalistes de 1 à 2 ans pour le remblai des *caños*, 1 à 5 ans pour la repousse des herbes et du sous-bois, et 4 à 5 ans pour le rétablissement de forêts adéquates pour réaliser la plupart des fonctions escomptées de la part d'une zone boisée.

Selon moi, compte tenu des insuffisances dont souffre la méthode scientifique de M. Kondolf concernant la formation du sol, le processus d'érosion, le risque d'inondation et le remplacement des forêts primaires et secondaires, ses vues sont dépourvues de fondement. Cet aspect est lourd de conséquence car, si ses opinions étaient acceptées, elles rendraient inopérantes la plupart des mesures de protection actuellement mises en œuvre pour les zones humides d'importance internationale au sein du Nicaragua du fait de leur inscription sur la Liste de Ramsar. En effet, les vues de M. Kondolf pourraient être interprétées, sciemment ou involontairement, comme signifiant que les dégâts causés par le dragage, le creusement de canal et le déboisement dans les zones humides protégées en vertu de la convention de Ramsar sont, dans une large mesure, sans importance et, en tout état de cause, limités dans le temps, une reconstitution étant escomptée dans un délai de cinq ans tout au plus.

⁶² Secrétariat de la convention de Ramsar «Rapport de la mission consultative Ramsar n° 69 : zone humide d'importance internationale du nord-est des Caraïbes (Humedal Caribe Noreste), Costa Rica», 17 décembre 2010 ; mémoire du Costa Rica sur le fond, vol. IV, annexe 147, p. 124-125.

Réponse détaillée

Dans les sous-parties ci-dessous, j'étaye ma réponse synthétique par mon analyse des insuffisances de la méthode scientifique qui constitue le fondement des première et deuxième opinions de M. Kondolf (relatives aux services de formation du sol ou de lutte contre l'érosion, et à l'absence d'impact sur la capacité de la zone litigieuse à atténuer les risques naturels), en ce qui concerne :

- a) le temps nécessaire aux sédiments déposés par le fleuve et remplissant les *caños* pour se transformer en sols de zone humide, et ;
- b) la raison pour laquelle les perturbations ont sensiblement diminué la capacité des zones humides à atténuer les risques naturels, et le temps requis pour que le niveau de capacité antérieur aux perturbations soit restauré.

Dans ma réponse à la troisième opinion de M. Kondolf (selon laquelle 4 à 5 ans de croissance secondaire seraient suffisants pour permettre la reconstitution de forêts remplissant la plupart des fonctions escomptées de la part d'une zone boisée), j'analyserai sa méthode scientifique en faisant appel à la littérature spécialisée et évaluée par des pairs applicable en l'espèce, afin d'étayer mon avis selon lequel :

- c) en écologie forestière, il est admis que plusieurs des fonctions les plus utiles d'une forêt primaire, telle que celle abattue par le Nicaragua, ne peuvent pas être reproduites par une forêt secondaire, et que quelques dizaines d'années à plusieurs siècles sont nécessaires pour que les arbres d'une forêt secondaire parviennent à maturité et soient en mesure de fournir la plupart des fonctions attendues de la part d'une forêt primaire.

a) *Impact des sédiments déposés par le fleuve qui remplissent les caños et temps nécessaire pour qu'ils se transforment en sols de zone humide*

L'opinion de M. Kondolf selon laquelle les travaux du Nicaragua n'ont pas eu d'impact sur les services de formation du sol ni de lutte contre l'érosion dans les zones boisées humides en raison du remplissage rapide des *caños* est erronée. En effet, il existe une immense différence entre les dépôts récents de matériaux minéraux, de sédiments fluviaux et de sol, et la formation d'un sol organique par des processus naturels biochimiques et physiques nécessite entre des dizaines d'années et plusieurs millénaires. A la page 157 de son rapport, M. Kondolf indique que «les *caños* se sont remplis de sédiments»⁶³. Dans le contexte en l'espèce, il est intéressant de constater qu'il confirme qu'il s'agit bien de *sédiments* et non de *sol* en cours de dépôt dans les *caños*.

A ce sujet, à la page 119 du rapport de la mission Ramsar de 2010, les scientifiques ont noté :

«[o]n peut s'attendre à des changements du sol... Ceci débouchera sur des modifications des caractéristiques géochimiques du sol... Les sédiments du fleuve San Juan modifieront la structure initiale du sol dans la zone humide d'Isla Portillos, puisque les particules du sol de différentes tailles (sable, limon, argile) et les échanges d'ions avec la saturation de surface se mêleront aux différents sédiments et à la qualité

⁶³ G. M. Kondolf, «Examen de la demande d'indemnisation du Costa Rica dans le delta du fleuve San Juan», mai 2017 ; contre-mémoire du Nicaragua sur la question de l'indemnisation, annexe 2, p. 3 (157).

de l'eau provenant du fleuve San Juan et détournés vers la lagune de Los Portillos par le biais du canal artificiel...»⁶⁴

Le fait est que les propriétés des sédiments et du sol divergent pour ainsi dire en tous points, principalement en raison de l'absence relative de matière organique, d'humus et de vie microbienne dans les premiers et de leur abondance dans le second. Il existe des différences considérables entre une masse de sédiments fluviaux récemment déposés (appelés alluvions) et une masse de sol évolué ; dans les paragraphes ci-dessous, j'expliquerai brièvement en quoi sédiments et sols diffèrent et les raisons pour lesquelles quelques dizaines d'années à plusieurs siècles sont nécessaires pour que les processus biologiques, biophysiques et biochimiques de formation du sol convertissent de manière naturelle les sédiments en sol.

Mon compte rendu concorde avec, et se fonde sur, un ensemble croissant de documents qui sont fort bien recensés dans le sixième chapitre d'un ouvrage récent intitulé «The Hidden Half of Nature» (Montgomery and Biklé, 2015). C'est pourquoi je me suis principalement appuyé sur ce chapitre et ces références pour élaborer ce qui suit.

Afin d'expliquer les raisons pour lesquelles les activités du Nicaragua ont nui aux fonctions (ou «services» pour reprendre la terminologie des «services écosystémiques») des sols, de la pédogenèse et de la lutte contre l'érosion naturelle dans les zones touchées, il convient en premier lieu de préciser que 1) si la création des canaux artificiels s'est faite par excavation du sol de la plaine alluviale, ces canaux ont été rempli par des sédiments déposés par le fleuve, et que 2) le sol retiré et/ou exposé du fait du creusement de ces canaux et de l'enlèvement de la végétation s'est formé parallèlement au développement des arbres de la forêt ancienne qui y ont ancré leurs racines.

Le terme sédiment est un terme général qui englobe les particules granulaires issues au départ de l'altération de la roche et présentant un très large éventail de tailles, depuis les blocs de plus de 256 mm de diamètre jusqu'aux particules d'argile de moins de 0,0064 mm (trop petites pour être visibles à l'œil nu). Les sédiments déposés sur le lit du cours inférieur du San Juan sont essentiellement classés comme sable (entre 0,0125 et 2 mm de diamètre), avec toutefois un peu de limon (0,0064 à 0,0125 mm). On trouve peu d'argile dans le lit du fleuve. Les sédiments déposés hors du canal (sur la plaine d'inondation et dans les zones humides adjacentes) sont généralement plus fins, et constitués pour l'essentiel de limon et d'argile. Les photos et échantillons révèlent que les sédiments remplissant les *caños* et s'accumulant dans les zones dégagées sont le plus souvent des sédiments qui ont été déposés dans le lit du fleuve, à savoir un mélange de sable et de limon, avec un peu d'argile.

Le dépôt de ces sédiments procure les matières premières requises pour reconstituer le sol qui a été retiré, mais l'on sait depuis fort longtemps que 1) plusieurs autres composants doivent s'ajouter aux sédiments pour créer un sol, notamment des matières organiques, et 2) que ces matières ont besoin de temps pour se décomposer et produire les composants qui assurent pour l'essentiel la fertilité des sols, ainsi que l'humus qui participe à conférer au sol sa texture et sa structure ouverte caractéristique.

Sous les tropiques, les températures chaudes et l'abondant apport de matières organiques provenant de peuplements végétaux et forestiers denses génèrent habituellement des processus de pédogenèse bien plus puissants que ceux des climats plus froids. Réciproquement, dans des régions humides telles que la HCN, il faut une grande quantité de matières organiques pour créer et maintenir la fertilité des sols, car l'infiltration et le suintement de l'eau du sol entraîne le retrait d'une grande quantité de nutriments. D'une manière générale, il convient de retenir que la transformation des sédiments en sol par des processus naturels de pédogenèse peut prendre entre

⁶⁴ Secrétariat de la convention de Ramsar «Rapport de la mission consultative Ramsar n° 69 : zone humide d'importance internationale du nord-est des Caraïbes (Humedal Caribe Noreste), Costa Rica», 17 décembre 2010 ; mémoire du Costa Rica sur le fond, vol. IV, annexe 147, p. 119.

plusieurs dizaines d'années et plusieurs siècles dans des régions chaudes et humides bénéficiant d'apports abondants en matières organiques et de vigoureux processus de pédogenèse, et nécessiter plusieurs millénaires dans des régions froides et sèches caractérisées par un faible apport en matières organiques et des processus de pédogenèse lents.

Les sols qui soutiennent les forêts âgées et matures dans la HCN ont mis plusieurs siècles à se développer et quantité de matières organiques arrivent tous les jours sur la couverture morte sous forme de feuilles, graines, fruits, noix, écorces, brindilles et branches cassées tombant des gros arbres sur pied, mais aussi de végétaux morts dans les sous-bois, d'excréments d'animaux et, régulièrement, de carcasses en décomposition des animaux eux-mêmes.

Cependant, le long des *caños*, les apports en matières organiques sont diminués, car les arbres âgés ou mûrs ont été abattus et retirés pour laisser la place aux canaux, la végétation jeune qui leur a succédé n'a pas encore constitué une biomasse suffisante pour apporter aux nouveaux sédiments des quantités substantielles de matières organiques, et nombre des habitats requis pour attirer la faune n'existent plus.

Pour ces seuls motifs, plusieurs dizaines d'années sont nécessaires pour que les matières organiques et la fertilité des sols qui forment actuellement les sédiments de remplissage des *caños* puissent se rapprocher de l'état caractéristique des sols qui soutenaient les peuplements forestiers anciens/mâtures enlevés par le Nicaragua pour céder la place aux *caños*.

Les explications ci-dessus reposent sur la pédologie «classique», qui met l'accent sur la physique et la chimie en tant qu'éléments moteurs fondamentaux de la pédogenèse. Or, l'importance de la biologie du sol, en particulier de la microbiologie, est de plus en plus prise en considération et apporte un nouvel éclairage sur la manière dont les activités du Nicaragua ont endommagé d'autres aspects relatifs aux sols, aux processus de pédogenèse et aux fonctions du sol, non seulement le long des *caños*, mais également dans les zones dégagées qui abritaient des forêts matures et/ou anciennes.

De nouvelles recherches (récapitulées brièvement au chapitre 6 de Montgomery et Biklé, 2015) mettent en lumière le rôle prépondérant joué par les micro-organismes — notamment les microbes tels que bactéries, champignons, archées et protistes — dans la pédogenèse et la fertilité des sols. Il y a peu encore, l'on pensait que les microbes étaient tout simplement responsables de la décomposition des matières organiques, qui libéraient des nutriments sous formes solubles accessibles aux végétaux. Or, de nouvelles connaissances scientifiques montrent que jusqu'à 80 % des matières organiques d'un sol peuvent en fait être constitués des restes des microbes proprement-dits.

Par ailleurs, nous savons aujourd'hui que les microbes transforment les matières organiques, et (lorsqu'ils sont morts) se transforment eux-mêmes, en aliments végétaux, et qu'ils nouent en outre des relations symbiotiques complexes avec tous les végétaux vivants, en particulier, les arbres. Ils forment une colonie, ou «halo vivant», autour des racines des arbres matures et anciens, appelée rhizosphère. Cette colonie microbienne absorbe les déchets de la photosynthèse exsudés par les arbres, se nourrit par le recyclage de ces déchets, puis les renvoie aux arbres sous la forme de nutriments et métabolites essentiels à leur croissance et à leurs fonctions (voir la figure 1 ci-dessous).

Cela étant, la relation entre les arbres et les microbes ne se limite pas à cet échange de déchets en guise de nourriture. Si l'immense majorité des microbes forment des relations mutuellement bénéfiques (voir la figure 2 ci-dessous), un petit nombre de microbes pathogènes (virus et certains champignons) attaquent les arbres, les endommagent et vont même jusqu'à entraîner leur mort. Les alliés microbiens des arbres les aident à lutter contre ces assaillants dans un autre type de symbiose. Comment les microbes savent-ils qu'un arbre subit une attaque ? Ce dernier les informe par le biais de signaux et marqueurs chimiques et microbiologiques

sophistiqués que l'on a cerné dans leur ensemble, mais pas de manière détaillée (voir la figure 3 ci-dessous).

L'utilité de toutes ces informations dans le cadre des activités du Nicaragua et des dommages qu'elles ont causé aux sols et aux processus de pédogenèse est la suivante : lorsque les *caños* ont été creusés et la végétation dégagée, ce ne sont pas seulement les arbres et les écosystèmes aviaires, aquatiques et terrestres visibles au-dessus du sol qui ont été dévastés ; sous le sol, un microbiome invisible (constitué de centaines de rhizosphères, comptant plusieurs milliards de microbes distincts) a également été détruit, réduisant ainsi la capacité des zones touchées à se rétablir ou à maintenir leur fertilité, laissant la repousse à la merci des attaques pathogènes, et allongeant le temps nécessaire à la formation d'un nouveau sol dans les zones excavées dans lesquelles la végétation a été enlevée.

Enfin, concernant les fonctions (ou services) de lutte contre l'érosion naturelle, pour expliquer les raisons pour lesquelles les activités du Nicaragua ont eu un impact négatif sur ces fonctions, il suffit de souligner deux aspects liés à l'érodabilité des sédiments et des sols. Tout d'abord, on sait que les sables et limons fins qui présentent les tailles caractéristiques des sédiments remplissant les *caños* constituent les matériaux granulaires les plus facilement entraînés par l'eau sur la Terre. Ainsi, lors d'une inondation fluviale ou côtière majeure, les vitesses de l'eau au sein de la zone humide peuvent sans conteste dépasser celles nécessaires pour entraîner de nouveau, et retirer, les sédiments de la taille des grains de sable et de limon fins, en particulier le long du tracé des *caños* où l'enlèvement de gros arbres permet un écoulement plus rapide qu'avant les perturbations, car le dégagement de ces arbres a entraîné une diminution de la résistance de frottements. Par ailleurs, on sait depuis longtemps que les sédiments et les sols consolidés par les racines de végétaux vivants sont jusqu'à 10 000 fois plus résistants à l'érosion qu'une surface de terre nue équivalente sur le plan des autres aspects.

Si la pédogenèse et la repousse de la végétation indiquent une reprise des fonctions de contrôle de l'érosion dans les zones touchées par les activités du Nicaragua, ces zones ont toutefois été malmenées et plusieurs dizaines d'années seront nécessaires pour que leur résistance à l'érosion retrouve des valeurs antérieures aux perturbations.

D'après les faits décrits ci-dessus et nos connaissances actuelles concernant la pédogenèse, la fertilité et l'érodabilité, ainsi que la manière dont la résilience des végétaux aux contraintes physiques, aux maladies et aux pathogènes est liée à la santé de leurs rhizosphères, il ne fait aucun doute que :

- 1) les activités du Nicaragua ont eu des répercussions sur les services de pédogenèse, de fonction du sol et de lutte contre l'érosion dans les zones touchées ; et
- 2) plusieurs dizaines d'années seront nécessaires pour que les sédiments déposés par le fleuve qui remplissent les *caños* et recouvrent les zones dégagées puissent remplir toutes les fonctions escomptées de la part de sols de forêts matures.

Telle est la situation, car les processus de pédogenèse sont indissociables de la repousse et la maturation de la forêt secondaire qui se développe dans les zones dont la végétation a été dégagée, un processus qui (comme nous l'expliquons dans la partie C ci-dessous) nécessite plusieurs dizaines d'années. Il s'ensuit que (ainsi que nous le détaillons également plus loin) la forêt secondaire ne pourra jamais entièrement se substituer à la forêt primaire abattue par le Nicaragua, et que les sols qui la soutenaient, en harmonie avec les arbres anciens, ne pourront jamais complètement être remplacés.

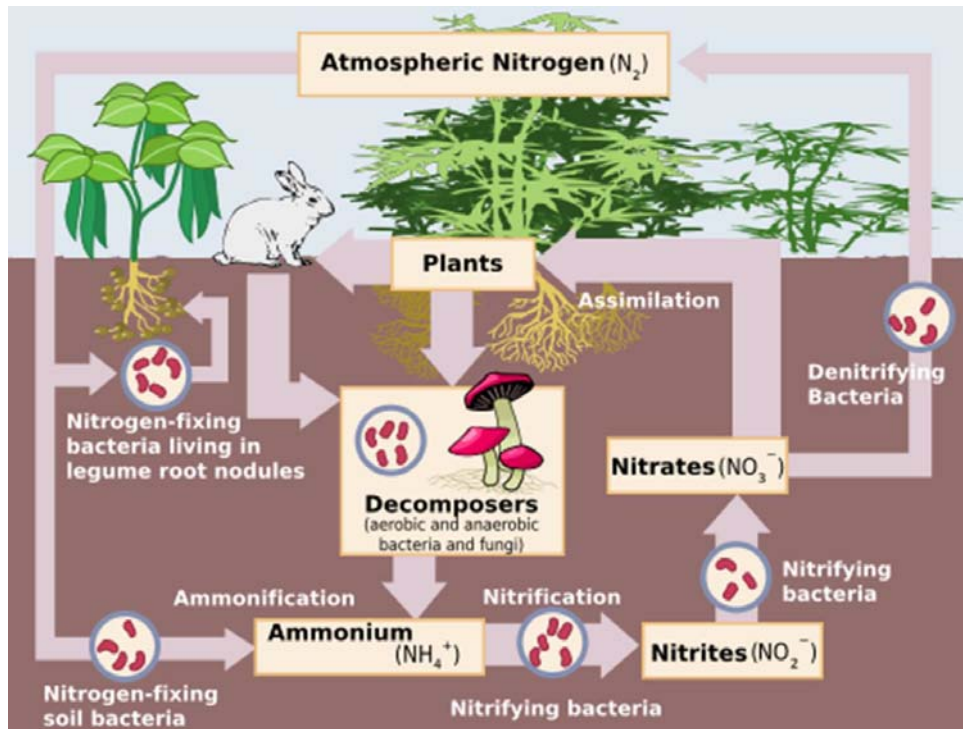


Figure 1

Diagramme présentant le cycle et le recyclage des microbes dans le sol pour fertiliser le sol et alimenter les végétaux. Source : <http://serc.carleton.edu/eslabs/carbon/5a.html>

Légende :

Atmospheric nitrogen (N_2)	=	Azote atmosphérique (N_2)
Plants	=	Végétaux
Assimilation	=	Assimilation
Nitrogen-fixing bacteria living in root nodules	=	Bactéries fixatrices d'azote vivant dans les nodules de racine des légumes
Decomposers (aerobic and anaerobic bacteria and fungi)	=	Agents de décomposition (champignons et bactéries aérobies et anaérobies)
Nitrates (NO_3^-)	=	Nitrates (NO_3^-)
Ammonification	=	Ammonisation
Nitrification	=	Nitrification
Nitrifying bacteria	=	Bactéries de nitrification
Ammonium (NH_4^+)	=	Ammonium (NH_4^+)
Nitrites (NO_2^-)	=	Nitrites (NO_2^-)
Nitrogen-fixing soil bacteria	=	Bactéries du sol fixatrices d'azote
Nitrifying bacteria	=	Bactéries de nitrification

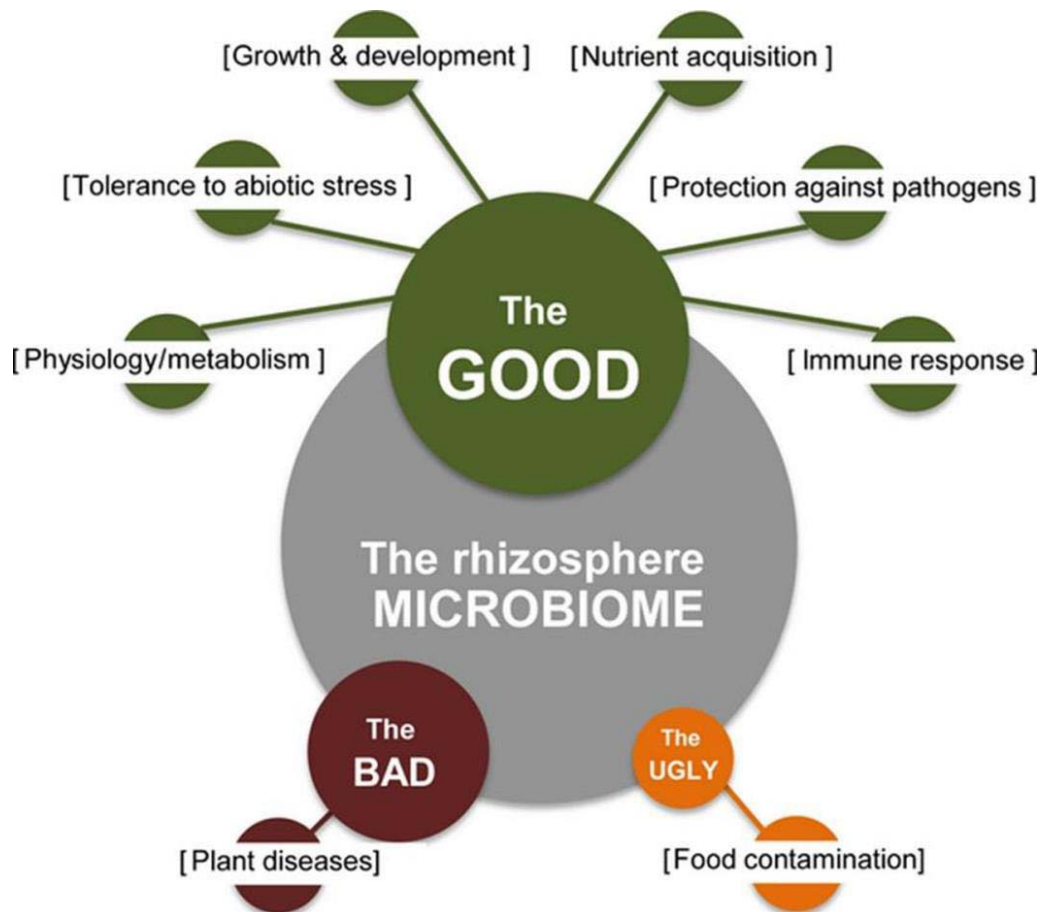


Figure 2
Diagramme montrant l'éventail des impacts essentiellement positifs des microbes sur les végétaux.

Légende :

Growth and development	=	Croissance et développement
Nutrient acquisition	=	Acquisition des nutriments
Tolerance to abiotic stress	=	Tolérance au stress abiotique
Protection against pathogens	=	Protection contre les agents pathogènes
Physiology/metabolism	=	Physiologie/métabolisme
Immune response	=	Réponse immunitaire
The rhizosphere MICROBIOME	=	MICROBIOME de la rhizosphère
The GOOD	=	Les BONS
The BAD	=	Les mauvais
The UGLY	=	Les terribles
Plant diseases	=	Maladies des végétaux
Food contamination	=	Contamination alimentaire

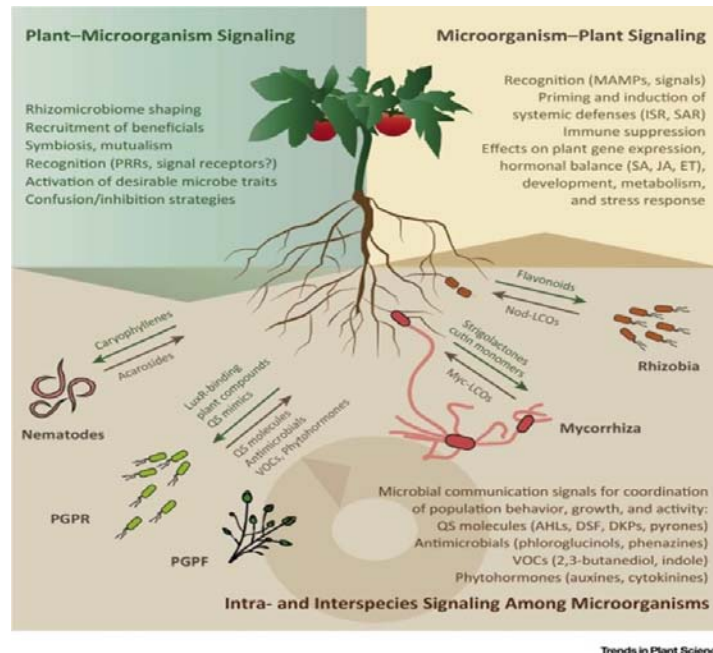


Figure 3

Diagramme illustrant la manière dont les végétaux et les microbes communiquent entre eux par signaux. Source : [http://cell.com/trends/plants-science/abstract/S-1360-1385\(16\)00006-6](http://cell.com/trends/plants-science/abstract/S-1360-1385(16)00006-6)

Légende :

Plant-microorganism signaling	=	Signaux des végétaux aux micro-organismes
Rhizomicrobiome shaping	=	Formation du microbiome dans les rhizomes
Recruitment of beneficials	=	Recrutement de bénéficiaires
Symbiosis, mutualism	=	Symbiose, mutualisme
Recognition (PRRs, signal receptors)	=	Reconnaissance (récepteurs de reconnaissance de motifs moléculaires, récepteurs des signaux)
Activation of desirable microbe traits	=	Activation de caractéristiques microbiennes désirables
Confusion/inhibition strategies	=	Stratégies d'inhibition/de confusion
Microorganism-plant signaling	=	Signaux des micro-organismes aux végétaux
Recognition (MAMPs, signal)	=	Reconnaissance (motif moléculaire associé aux microbes, signaux)
Priming and induction of systemic defenses (ISR, SAR)	=	Amorce et induction de défenses systémiques (RSI, RSA)
Immune suppression	=	Immunsuppression
Effects on plant gene expression, hormonal balance (SA, JA, ET), development, metabolism and stress response	=	Effets sur l'expression génique des végétaux, l'équilibre hormonal (acide salicylique, acide jasmonique, éthylène), le développement, le métabolisme et les réactions de stress
Caryophyllenes	=	Caryophyllènes
Acarosides	=	Acarosides
Flavonoids	=	Flavonoïdes
Nod-LCOs	=	Nod-LCO
Rhizobia	=	Rhizobium
Nematodes	=	Nématodes
PGPR	=	Rhizobactéries favorisant la croissance des plantes
PGPF	=	Champignons favorisant la croissance des plantes
LuxR-binding	=	Liaison Lux-R
Plant compounds	=	Composés végétaux
QS mimics	=	Mimétiques QS
QS molécules	=	Molécules QS
Antimicrobials	=	Antimicrobiens
VOCs, phytohormones	=	COV, hormones végétales
Strigolactones	=	Strigolactones
Cutin monomers	=	Monomères de cutine
Myc-LCOs	=	Myc-LCO
Mycorrhiza	=	Mycorhize

Microbial communication etc.

Signaux de communication microbienne pour la coordination de la population, du comportement, de la croissance et de l'activité :

- molécules QS (AHL, DSF, DKP, pyrones)
- Antimicrobiens (phloroglucinols, phénazines)
- COV (butane-2,3-diol, indole)
- Hormones végétales (auxines, cytokinines)

Intra- and interspecies signaling among microorganisms

Signaux intra-espèces et inter-espèces parmi les micro-organismes

b) *Manière dont les zones humides atténuent les risques naturels avant les perturbations et temps requis pour le rétablissement des effets d'atténuation*

En concluant que les activités du Nicaragua n'ont eu aucun impact sur la capacité de la zone litigieuse à atténuer les risques naturels, M. Kondolf passe complètement à côté du fait que la zone humide d'eau douce et son écosystème sont eux-mêmes des atouts précieux menacés par des risques naturels associés à la faible altitude de la zone et sa proximité avec la mer des Caraïbes. Ces risques incluent les inondations côtières et l'intrusion d'eau salée.

Le rapport de la mission consultative Ramsar comporte des observations majeures à cet égard, notamment concernant la lutte contre les inondations. Aux pages 108 et 109, il est indiqué que la HCN est constituée d'une «mosaïque de masses et cours d'eau qui accumulent le volume d'eau provenant des fleuves San Juan et Colorado durant les périodes d'inondation et le redistribuent. Malgré l'absence d'établissement humain dans la zone, cette capacité à absorber les inondations permet le développement normal de processus écologiques et d'activités d'écotourisme»⁶⁵, et page 114 que «tout changement de ce modèle [d'écoulement des eaux] dû à des processus naturels (tels que des inondations) ou des événements anthropiques (canalisation, transfert d'eau, retenue) modifierait par conséquent la répartition et l'abondance des espèces»⁶⁶.

Concernant l'intrusion d'eau salée, le rapport indique, page 112, qu'il est «très important de prendre en considération l'écoulement de la nappe souterraine dans les aquifères tant locaux que régionaux, car ils assurent le maintien de l'équilibre hydrodynamique de l'intrusion d'eau salée dans le secteur de la HCN»⁶⁷, et concernant les modifications de l'hydrologie de surface, il est noté, page 119, que «le processus et la capacité à retenir les sédiments et nutriments sur et aux alentours de la zone humide d'Isla Portillos qui a été touchée seront modifiés et un changement radical se produira en termes de lutte contre les inondations et de flux de sédimentation»⁶⁸. Il s'ensuit que les activités réduisant la capacité de cette zone humide à atténuer les risques naturels mentionnée par le rapport de la mission consultative Ramsar (2010) sont inconsidérées et, de ce fait, inacceptables dans une zone humide d'importance internationale.

Selon moi, les risques naturels qui mettent en péril la zone humide sont non seulement les inondations côtières et l'intrusion d'eau salée, mais aussi la menace bien plus importante d'érosion côtière.

Concernant les inondations côtières, la construction des *caños* a créé des trajectoires d'écoulement artificiel à travers les zones boisées humides, sous la forme de liaison d'eau de surface entre la lagune de Harbor Head et le San Juan dans le cas du *caño* 2010, et de lignes de moindre résistance dans le banc de sable séparant le San Juan de la mer des Caraïbes dans le cas du *caño* occidental et, plus particulièrement, du *caño* oriental.

⁶⁵ Secrétariat de la convention de Ramsar «Rapport de la mission consultative Ramsar no 69 : zone humide d'importance internationale du nord-est des Caraïbes (Humedal Caribe Noreste), Costa Rica», 17 décembre 2010 ; mémoire du Costa Rica sur le fond, vol. IV, annexe 147, p. 108-109.

⁶⁶ *Ibid.*, p. 114.

⁶⁷ *Ibid.*, p. 112.

⁶⁸ *Ibid.*, p. 119.

Les changements hydrologiques de la couche superficielle sont liés à ces trajectoires d'écoulement de l'eau de surface. Ainsi, le remplacement d'un sol de zone humide mûre par des sédiments déposés par le fleuve, relativement grossiers et non compactés (à savoir du sable pour l'essentiel, et non des limons) créé un couloir d'infiltration présentant une conductivité hydraulique de couche superficielle anormalement élevée le long du tracé du *caño*, même après son remplissage. Il s'ensuit une modification de l'hydrologie de la nappe souterraine qui, dans une zone humide, interagit avec le réseau des eaux de surface pour entraîner le repositionnement du front salin (c'est-à-dire la ligne séparant la nappe phréatique salée de l'eau souterraine douce), avec des impacts potentiellement marqués sur l'écosystème de la zone humide.

Pour ces deux raisons, la construction du *caño* 2010 a réduit l'efficacité de la forêt ancienne et de la zone humide en tant que barrière entre la lagune de Harbor Head et le fleuve San Juan susceptible d'atténuer les risques naturels associés à la fois aux inondations côtières et à l'intrusion saline (au niveau tant de la surface que de la couche de subsurface), non seulement dans la lagune d'Harbor Head et le site directement touché par la construction, mais également dans les environs des zones humides et en amont le long du San Juan.

La construction des *caños* occidental et oriental, et en particulier de ce dernier, a annulé les effets du banc de sable et du cours inférieur (c'est-à-dire l'estuaire) du San Juan, qui atténuait les risques naturels associés à l'intrusion d'eau salée et aux dépôts de sédiments marins à l'intérieur des terres et le long du canal principal du San Juan, ainsi que des cours d'eau douce et plans d'eau qui y sont reliés.

Le Costa Rica a obstrué le *caño* oriental afin d'empêcher qu'il ne devienne le cours principal du San Juan, conformément aux mesures conservatoires prises par la Cour. D'un point de vue géomorphologique, ce barrage d'obstruction peut être considéré comme susceptible de ne fournir qu'une protection temporaire. Bien qu'il ait tenu jusqu'à présent, s'il cède sous la charge produite par les effets d'une inondation côtière causée par une onde de tempête ultérieure, l'eau salée et les sédiments marins pénétreront à l'intérieur des terres le long du fleuve San Juan plus loin que cela n'aurait été le cas avant son creusement, ce qui présente un risque accru pour les écosystèmes et les services écosystémiques sur l'Isla Los Portillos.

Selon moi, à moins que le *caño* oriental ne se remplisse *complètement* et ne se reboise *entièrement*, et tant que cela ne sera pas le cas, il demeure un risque faible mais non négligeable que le barrage cède sous la charge et que le *caño* oriental capte le reste de l'écoulement du San Juan durant ou suite à une onde de tempête. Il s'ensuit que le *caño* oriental a réduit la capacité de la zone boisée humide à atténuer les risques liés aux inondations côtières et aux intrusions salines, et étendu la zone menacée dans la partie septentrionale d'Isla Portillos.

Dans son rapport étayant le contre-mémoire du Nicaragua dans l'affaire relative à *Certaines activités menées par le Nicaragua dans la région frontalière*, M. Kondolf considérait la destruction de l'écosystème existant dominé par l'eau douce dans et aux environs de la lagune de Harbor Head, et son remplacement subséquent par un écosystème d'eau saumâtre ou salée, comme un *effet* potentiellement *bénéfique* de la construction du *caño* 2010⁶⁹. Toutefois, l'écosystème de zones humides actuel dominé par l'eau douce est un site d'importance internationale et, de ce fait, toute activité menaçant cet écosystème d'effondrement serait à l'évidence inopportune. C'est précisément pourquoi Ramsar recommande d'inclure la HCN au Registre de Montreux (qui constitue une liste des zones humides en danger).

Même si la position de M. Kondolf était acceptée et si l'on décidait que des mesures susceptibles de détruire l'actuel système dominé par l'eau douce, associées à son remplacement par un système dominé par l'eau salé, constituaient une gestion «raisonnable», il se produirait un

⁶⁹ G. M. Kondolf, «Chenaux défluent du San Juan coulant au Nicaragua et au Costa Rica : analyse des rapports Thorne, UNITAR, Ramsar, MINAET et Araya-Montero», juillet 2012 (CMN sur le fond, appendice 1, p. 483-484).

décalage entre l'effondrement de l'écosystème existant et la maturation du nouvel écosystème d'estuaire. Durant cette période, la majeure partie de la valeur de la zone humide serait perdue, ce qui n'est tout simplement pas acceptable. Quoi qu'il en soit, il n'existe aucune garantie que le nouvel écosystème se révèle plus précieux que celui grandement menacé par les activités du Nicaragua du fait de la création du *caño* 2010 et du *caño* oriental.

Dans le cas du *caño* 2010, si le banc séparant la lagune de Harbor Head de la mer des Caraïbes est recouvert et/ou rompu — et quand il le sera à l'avenir —, l'eau de mer pourra pénétrer bien plus facilement dans les systèmes d'eau saumâtre et saline le long du *caño* 2010, qui a créé une trajectoire d'écoulement préférentielle pour l'eau des inondations côtières déferlant sur l'intérieur des terres depuis la lagune d'Harbour Head et dans les zones humides intérieures et le fleuve. Cette faiblesse est permanente car la forêt, pour les motifs exposés ci-dessous dans la sous-partie C, ne retrouvera jamais entièrement son niveau de résilience aux inondations côtières antérieur aux perturbations.

Le *caño* occidental et, plus particulièrement, le *caño* oriental ont créé de la même manière des trajectoires préférentielles permettant au flot marin, aux ondes, aux sédiments et aux organismes d'accéder jusqu'à l'intérieur de la zone humide, au fleuve et aux lagunes d'eau douce qui y sont reliées.

L'érosion côtière présente un type complètement différent de risque pour la zone humide et la forêt primaire, celui de l'anéantissement. Si les impacts de l'intrusion saline et des inondations côtières accrues sont désastreux, ceux de l'érosion côtière sont potentiellement catastrophiques.

Lorsqu'à la page 156 de son rapport M. Kondolf explique que «l'érosion n'est pas un problème dans la zone litigieuse»⁷⁰, il fait référence à l'érosion fluviale. Toutefois, page 157, il poursuit en concluant que «la forme du delta peut être perçue comme résultant de l'équilibre, d'une part, entre l'arrivée de sédiments provenant de l'amont et leurs dépôts dans le delta, contribuant ainsi à la constitution du delta et, d'autre part, l'affaissement naturel (du fait du compactage des sédiments) et l'érosion côtière par les vagues, tendant à réduire le delta»⁷¹, ce qui est sans conteste erroné.

Il suffit d'examiner la séquence historique des cartes et images satellite reproduites aux pages I-4 à I-29 du premier rapport Thorne⁷² pour en comprendre les raisons. Ces cartes et images indiquent que la côte au nord et à l'est de la zone perturbée par les activités du Nicaragua a reculé d'un kilomètre environ en un peu plus d'un siècle – soit un taux d'érosion annuel moyen de 10 mètres par an. Sur la base de mon analyse scientifique de la géologie, la géographie et la géomorphologie du micro-delta (présentée dans le premier rapport Thorne et non contestée par M. Kondolf), il n'y a pas lieu de supposer que l'offensive de l'érosion de la mer des Caraïbes sur cette partie de la côte diminuera, pour autant qu'on puisse le prévoir. En résumé, la forme terrestre du delta ne saurait être perçue comme résultant de l'équilibre, d'une part, entre l'arrivée de sédiments provenant de l'amont et leurs dépôts dans le delta — ontribuant ainsi à la constitution du delta — et, d'autre part, l'affaissement naturel (du fait du compactage des sédiments) et l'érosion côtière par les vagues, tendant à réduire le delta. L'erreur de M. Kondolf provient d'un défaut méthodologique fondamental, en ce qu'il a choisi de limiter la base scientifique de son rapport à l'interprétation des images satellite prises entre 2010 et 2017, en omettant ainsi de tenir compte d'éléments de preuve à plus long terme directement visibles sur des cartes historiques.

⁷⁰ G. M. Kondolf, «Examen de la demande d'indemnisation du Costa Rica dans le delta du fleuve San Juan», mai 2017 ; contre-mémoire du Nicaragua sur la question de l'indemnisation, annexe 2, p. 2 (156).

⁷¹ G. M. Kondolf, «Examen de la demande d'indemnisation du Costa Rica dans le delta du fleuve San Juan», mai 2017 ; contre-mémoire du Nicaragua sur la question de l'indemnisation, annexe 2, p. 3 (157).

⁷² C. Thorne, «Evaluation de l'impact physique des travaux effectués par le Nicaragua depuis octobre 2010 sur la géomorphologie, l'hydrologie et la dynamique sédimentaire du fleuve San Juan, ainsi que de leur impact environnemental en territoire costaricien», octobre 2011 ; contre-mémoire, appendice 1, p. I-4 à I-29 (328-353).

Auparavant, l'érosion côtière a détruit des terres formées quelques années ou dizaines d'années plus tôt seulement par les dépôts de sable et de limon transportés jusqu'à la côte et utilisés par le San Juan pour constituer son micro-delta. La capacité de ces terres à résister à l'érosion était faible en raison de l'absence d'arbres mûrs et de forêts anciennes — autant de végétaux qui procurent une résistance face à l'érosion naturelle —, atténuant ainsi les risques naturels que constituent les vagues, ondes de tempête et courant côtiers. L'érosion s'est ralentie depuis peu, à mesure que la côte se rapproche de la forêt mature plus ancienne à l'extrémité proximale du micro-delta, comme le révèle une observation même superficielle des images satellite dans le premier rapport Thorne.

Il suffit de reconnaître que les activités du Nicaragua ont entraîné la destruction de la forêt (augmentant ainsi l'érodabilité des zones touchées, et créant des trajectoires qui permettent aux eaux côtières de pénétrer facilement dans la zone humide par le biais du *caño* 2010 et, plus particulièrement, du *caño* oriental) pour comprendre comment et pourquoi ces activités ont réduit la capacité des zones boisées humides à se protéger de l'érosion côtière.

En substance, toute chaîne de défense côtière n'est aussi solide que son chaînon le plus faible ; en coupant la forêt et en dégagant des voies qui permettent aux inondations côtières et aux eaux des ondes de rompre cette défense naturelle, le Nicaragua a réduit, voire compromis, la capacité naturelle de la zone humide boisée à atténuer les risques posés par l'érosion côtière.

L'obstruction du *caño* oriental et l'envasement naturel du *caño* 2010 ont rétabli *une partie* de la capacité d'atténuation perdue, mais en aucun cas son intégralité : tant que le *caño* oriental n'est pas pleinement rempli et que la zone n'est pas *entièrement* reboisée par des arbres mûrs, le barrage construit par le Costa Rica reste exposé à l'érosion en cas de recouvrement et/ou de rupture au cours d'une onde de tempête. Une repousse secondaire le long du tracé du *caño* 2010 ne remplacera jamais complètement la grande vigueur et la résistance élevée à l'érosion de la forêt primaire antérieure. En bref, la capacité de la zone boisée humide à atténuer les risques de l'érosion a été diminuée de manière permanente par les activités du Nicaragua.

c) Comparaisons et contrastes entre les forêts primaires et secondaires et leurs écosystèmes, et rétablissement des services écosystémiques suite à la destruction de la forêt ancienne

Il existe une littérature fournie qui compare les forêts primaires et secondaires, dans les biomes tempérés aussi bien que tropicaux. Les étapes de la croissance des arbres, les modèles de succession des espèces, les tendances associées à la biodiversité, et les fonctions et valeurs écologiques dans les forêts anciennes qui sont absentes au cours des premiers stades de la croissance des peuplements forestiers sont, d'une manière générale, similaires dans les forêts tempérées et tropicales. La principale différence réside dans le fait que les forêts tropicales (telles que celles au Costa Rica) atteignent dans l'ensemble leur climax plus rapidement que les forêts tempérées (telles que celles de la côte pacifique nord-ouest, où je mène des recherches depuis 1983).

La plupart du temps, mieux vaut une forêt secondaire, voire dans certains cas des plantations forestières, que pas de forêt du tout. Toutefois, forêts secondaires et plantations forestières ne sauraient compenser une incapacité à protéger les forêts primaires en termes de conservation de la biodiversité, pour le simple fait que certaines espèces sont dépendantes d'habitats qui ne sont fournis que par des forêts anciennes (par exemple, nombreux arbres creux, pourvus de cimes brisées, dont les écorces sont tombées et/ou craquelées, et qui présentent des cavités dues à la détérioration ; gros rondins abattus etc.). En substance, c'est la complexité croissante des forêts anciennes qui augmente la variété des niches écologiques selon des mécanismes essentiels au soutien de l'accroissement de la biodiversité.

L'ouvrage de Franklin and Spies (1991) est un manuel qui porte sur les caractéristiques écologiques des forêts, c'est-à-dire leur composition, leur structure et leur fonction. Cet ouvrage explique que l'abondance des espèces est plus importante dans les forêts anciennes que dans des peuplements forestiers plus jeunes qui leur sont par ailleurs similaires, car les peuplements anciens possèdent des attributs qui diffèrent sensiblement des peuplements plus jeunes, ou sont tout simplement absents chez eux. Si certaines informations spécifiques de Franklin and Spies sont aujourd'hui dépassées, l'interprétation d'ensemble des auteurs restent valable. Par exemple, les forêts anciennes ont tendance à présenter une plus grande diversité structurelle (par exemple, tailles d'arbre variées, couches de canopées multiples et complexes, bois mort de grande taille, sous-étages complexes, larges chicots, arbres déformés ou dont la cime est brisée ; les détails figurent pages 74 à 76 de leur ouvrage). Ce que je souhaite souligner ici, c'est que ces données ne constituent pas des connaissances scientifiques particulièrement nouvelles.

Guariguata et Ostertag (2001) ont étudié les changements de structure et de fonction de la forêt tropicale au cours de la succession des espèces. Les principaux aspects à retenir sont les suivants :

- Si la richesse des espèces végétales dans les forêts secondaires peut se rapprocher des niveaux de forêt ancienne quelques dizaines d'années après des perturbations, le rétablissement d'une composition d'espèces similaire aux forêts anciennes est un processus bien plus long, qui nécessite au moins un siècle selon certaines études (voir p. 195).
- Le temps nécessaire aux forêts secondaires pour accumuler de la biomasse ressemblant à celle de la forêt ancienne précédente est indéterminé, mais à ce jour certaines études concluent que les niveaux de biomasse dans les forêts secondaires n'atteignent toujours pas les niveaux des forêts anciennes au bout de 50 à 80 ans, car ces forêts requièrent, pour ce faire, la présence de très gros arbres, qui mettent plus d'un siècle à pousser (voir p. 198).

Le tableau 4 p. 200 (reproduit ci-dessous en tant que tableau A, pour des questions de commodité) présente une séquence conceptuelle de la succession des espèces dans la forêt tropicale et des délais, structures et fonctions associés.

L'ouvrage de Franklin et al. offre un aperçu intéressant des changements structurels et fonctionnels subis par les forêts au cours de leur vieillissement sur la côte pacifique nord-ouest. Les tableaux 1 et 2 (reproduits ci-dessous dans le tableau B, à des fins de commodité) récapitulent de manière judicieuse la séquence de caractéristiques structurelles importantes qui se développe au fil de la maturité des arbres. Ainsi que le montrent clairement les tableaux 1 et 2, quantité de niches et d'habitats précieux ne se forment que lorsque la densité croissante et la mortalité naturelle commencent à entraîner la diminution des espèces végétales et ligneuses pionnières : il est manifeste qu'un peuplement d'arbres âgés de 4 à 5 ans qui a tout juste atteint un état de canopée fermée ne peut réaliser la plupart des fonctions escomptées de la part d'une zone boisée mûre, et encore moins de la part d'une forêt primaire ancienne.

Tableau A. Tableau tiré de Guariguata et Ostertag (2001)¹⁴⁷

Processus	Végétation de la canopée	Échelle de temps (années)	Notes
Colonisation initiale	Graminées, herbes, fougères	1 à 5	Les facteurs qui influent sur la colonisation initiale incluent : <ol style="list-style-type: none"> 1. les caractéristiques du paysage (distance jusqu'à la forêt, topographie) ; 2. le climat et le microclimat ; 3. la présence/l'absence de végétation antérieure (banque de semences, rejets, restes d'arbres et d'arbustes) ; 4. les caractéristiques du site (disponibilité des nutriments, compactage du sol, mycorhizes, type et intensité de l'utilisation antérieure des terres) ; 5. les interactions entre espèces (prédation des graines, herbivores, possibilité de perchage, agents pathogènes, concurrence, stade phénologique).
Développement forestier initial	Espèces pionnières à vie courte	5 à 20 ans	Les stades initiaux du développement forestier incluent : <ol style="list-style-type: none"> 1. la fermeture du couvert forestier ; 2. des niveaux de biomasse de racines fines proches de ceux de forêts mûres ; 3. des niveaux d'écoulement supercortical et d'égouttement de la frondaison proches de ceux d'une forêt mature ; 4. des taux élevés de chute de litière, PPN et rotation des nutriments ; 5. une accumulation rapide de la biomasse, accompagnée d'une éclaircie naturelle et de l'apparition d'arbres morts sur pied ; 6. une accumulation d'espèces, et la possibilité que la richesse des espèces des sous-étages soit analogue à celle d'une forêt mature.
Développement forestier tardif	Espèces pionnières à vie longue	20 à 100	Les derniers stades du développement forestier incluent : <ol style="list-style-type: none"> 1. des perturbations à petite échelle plus fréquentes, en particulier de petites trouées dans la canopée ; 2. la prévalence d'une régénération avancée ; 3. un plus grand stockage des nutriments dans la biomasse, éventuellement des taux inférieurs de PPN et de chute de litière ; 4. une faible hétérogénéité spatiale dans les niveaux de lumière des sous-étages.
Forêt ancienne	Arbres tolérants à l'ombre	100 à 400	Forêt ancienne caractérisée par : <ol style="list-style-type: none"> 1. une composition d'essences très variées dans l'étage supérieur ; 2. une prévalence de grosses trouées dans la canopée, et d'autres perturbations chroniques ; 3. des arbres très gros ; 4. une très grande hétérogénéité spatiale dans les niveaux de lumière des sous-étages.

¹⁴⁷ Guariguata, M. R. et Ostertag, R., 2001. Neotropical secondary forest succession : changes in structural and functional characteristics. *Forest ecology and management*, 148 (1), p. 200.

Tableau B. Il s'agit des tableaux 1 et 2 extraits de Franklin et al. (2002)¹

Tableau 1

Certaines caractéristiques structurelles des peuplements forestiers, incluant des éléments structurels individuels et des modèles spatiaux d'éléments structurels

Attributs importants	
Structures individuelles	
Arbres vivants	Espèces, densité, diamètre moyen, plage de diamètres, hauteur, profondeur de la canopée
Arbres vivants à large diamètre	Espèces, densité, décadence (y compris présence de colonnes de pourriture), état de la cime, caractéristiques de l'écorce
Branches de gros diamètre	Espèces, densité, taille, branche individuelle ou ensembles de branches, présence de «sol» arboricole
Communauté d'arbres à canopée basse	Composition, densité, hauteur
Communauté dans la terre	Composition, densité, arbres caducs/à feuilles persistantes
Arbres morts sur pied (chicots)	Espèces, taille, état de décomposition, densité
Gros débris ligneux (bûches)	Espèces, taille, état de décomposition, volume, masse
Déracinement (mottes racinaires et trous)	Densité, taille, âge
Couches organiques	Profondeur, propriétés chimiques et physiques, biotes
Modèles spatiaux	
Répartition verticale du feuillage/de la canopée	Profondeur, continuité, répartition cumulative
Répartition horizontale des structures	Modèle spatial (par exemple, aléatoire, dispersé, ou agrégé)
Trouée et zones d'ombre (<i>anti-gaps</i>)	Taille, forme densité

Tableau 2

Quelques-uns des processus structurels en œuvre durant l'évolution de la succession des espèces dans les peuplements forestiers par ordre approximatif de leur première apparition

Perturbation et création de legs
Établissement d'une nouvelle cohorte d'arbres ou de végétaux
Fermeture de la canopée par la couche des arbres
Exclusion compétitive (ombrage) de la flore dans la terre
Disparition d'arbres de petite taille dans la canopée
Mort et élagage des systèmes ramifiés inférieurs
Accumulation de la biomasse
Mortalité des arbres en fonction de la densité
Mortalité due à la concurrence parmi les formes vivantes d'arbres ; mortalité par éclaircie
Mortalité des arbres indépendamment de la densité
Mortalité due à des agents tels que le vent, la maladie ou les insectes
Début et extension de trouée dans la canopée
Production de débris ligneux grossiers (chicots et bûches)
Déracinement
Perturbation de la terre et du sol et création de structures
Redéveloppement de sous-niveau

¹ Franklin, J.F., Spies, T.A., Van Pelt, R. Carey, A.B., Thornburgh, D.A., Berg, D.R., Lindenmayer, D.B., Harmon, M.E., Keeton, W.S., Shaw, D.C. et Bible, K., 2002. Disturbances and structural development of natural forest ecosystems with silvicultural implications, using Douglas-fir forests as an example. *Forest Ecology and Management*, 155 (1), p. 402.

Couches d'arbustes et d'herbes
Établissement d'essences tolérantes à l'ombre
Hypothèse selon laquelle la cohorte pionnière est constituée d'espèces intolérantes à l'ombre
Développement de zones d'ombre (*anti-gaps*)
Maturation de cohorte d'arbres pionniers
Atteinte d'un niveau maximal de taille et de couvert vertical au sol
Élaboration de la canopée
Développement d'une canopée continue ou à plusieurs couches par :
Croissance d'espèces tolérantes à l'ombre en position codominante dans la canopée
Rétablissement de systèmes ramifiés inférieurs sur les espèces dominantes intolérantes
Développement de décadence d'arbre vivant
Plusieurs cimes, cimes mortes, trous et pourriture descendante, cavités, formation de balais
Développement de branches et systèmes ramifiés de grosse taille
Développement associé de riches communautés épiphytes sur les grosses branches
Perte de cohorte pionnière

Michel et Winter (2009) ont chiffré ces différences. Ils ont ainsi identifié des différences statistiquement importantes en termes d'abondance de micro-habitats entre des peuplements naturels anciens et des peuplements plus jeunes faisant l'objet d'une gestion. Les peuplements gérés depuis peu ne comptaient en moyenne que 115 micro-habitats/ha. Les jeunes peuplements qui n'étaient pas gérés depuis peu enregistraient un bien meilleur résultat, avec en moyenne 520 micro-habitats/ha. Quant aux peuplements anciens devenus adultes de manière naturelle, ils affichaient un résultat encore supérieur, avec environ 745 micro-habitats/ha². Ce qu'il convient de retenir ici, c'est que l'opinion de M. Kondolf selon laquelle une forêt secondaire peut «réaliser la plupart des fonctions escomptées de la part d'une zone boisée» n'est pas forcément fausse, mais elle est parfaitement inapplicable dans le cas de la «zone boisée» dégagée par le Nicaragua, qui constituait une forêt ancienne naturelle irremplaçable.

En ce qui concerne la littérature axée sur les forêts tropicales, Barlow et al. (2007) ont étudié la biodiversité dans les forêts primaires, secondaires et de plantation dans l'Amazonie brésilienne. Ils ont observé que les réponses variaient entre les taxons en termes de richesse et de pourcentage des espèces présentes uniquement dans les forêts primaires (voir les figures 1 et 2 extraites de leur ouvrage, reproduites ci-dessous à des fins de commodité en tant que figures 4 et 5), mais que pratiquement tous les taxons indiqués montraient des différences de structure et de composition des communautés dans ces trois types de forêts (voir leur figure 3, page 18557 de Barlow et al., 2007). Les forêts secondaires et les plantations se sont révélées aptes à accueillir plusieurs taxons, donnant ainsi à penser qu'elles sont susceptibles d'offrir une meilleure valeur de conservation, en particulier si elles sont entourées de forêts primaires intactes, ce qui semble être le scénario du «meilleur cas»³. Sur cette base, il est raisonnable d'escompter qu'une nouvelle croissance secondaire dans les zones dégagées par le Nicaragua peut, dans le futur, procurer plusieurs taxons présentant un bon niveau de biodiversité, bien que cela soit encore loin d'être le cas et ne se produira pas avant plusieurs dizaines d'années. Cependant, l'étude de Barlow et al. fournit quelques-unes des preuves empiriques les plus explicites qui existent actuellement pour démontrer l'importance unique des forêts tropicales primaires non perturbées, telles que celles de la HCN.

Les figures 4 et 5 correspondent aux figures 1 et 2 reproduites d'après l'ouvrage de Barlow (2007)⁴.

² Michel, A.K. and Winter, S., 2009. «Tree microhabitat structures as indicators of biodiversity in Douglas-fir forests of different stand ages and management histories in the Pacific Northwest, USA». *Forest Ecology and Management*, 257, p. 1456.

³ Barlow, J., Gardner, T.A., Araujo, I.S., Ávila-Pires, T.C., Bonaldo, A.B., Costa, J.E., Esposito, M.C., Ferreira, L.V., Hawes, J., Hernandez, M.I. and Hoogmoed, M.S., 2007. Quantifying the biodiversity value of tropical primary, secondary, and plantation forests. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(47), p. 18556-18557.

⁴ *Ibid.*

Figure 4

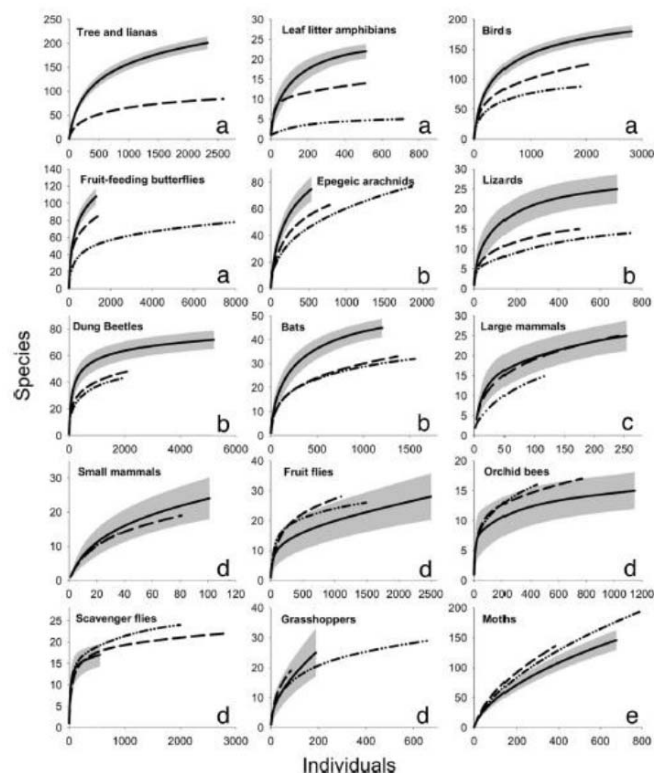


Fig. 1 : Courbes d'accumulation des espèces en fonction des individus pour les forêts primaires (lignes continues, avec des intervalles de confiance de 95 % représentés par l'ombre), les forêts secondaires (traits discontinus) et les plantations d'eucalyptus (lignes constituées de point et de traits). (Lettres a à e) Cinq types de réponse, regroupant les taxons en fonction de nos critères analytiques (voir «Materials and Methods»), qui ont montré ce qui suit : différences majeures entre les échantillons provenant de tous les types d'habitat (lettre a), pas de différence majeure nette entre les échantillons provenant de forêts secondaires et de plantations d'*Eucalyptus* (lettre b), pas de différence majeure nette entre les échantillons des forêts primaires et secondaires (lettre c), pas de véritable différence entre les habitats (lettre d), et forêt primaire apparaissant moins riche en espèces que d'autres habitats forestiers (lettre e).

Légende :

Tree and lianas	=	Arbres et lianes
Leaf litter amphibians	=	Amphibiens des couches de feuilles mortes
Birds	=	Oiseaux
Fruit-feeding butterflies	=	Papillons piqueurs de fruits
Epegeic arachnids	=	Arachnides épigés
Lizards	=	Lézards
Species	=	Espèces
Dung beetles	=	Stercoraires
Bats	=	Chauves-souris
Large mammals	=	Gros mammifères
Small mammals	=	Petits mammifères
Fruit flies	=	Mouches des fruits
Orchid bees	=	Abeilles à orchidées
Scavenger flies	=	Sepsidae
Grasshoppers	=	Sauterelles
Moths	=	Mites
Individuals	=	Individus

Figure 5

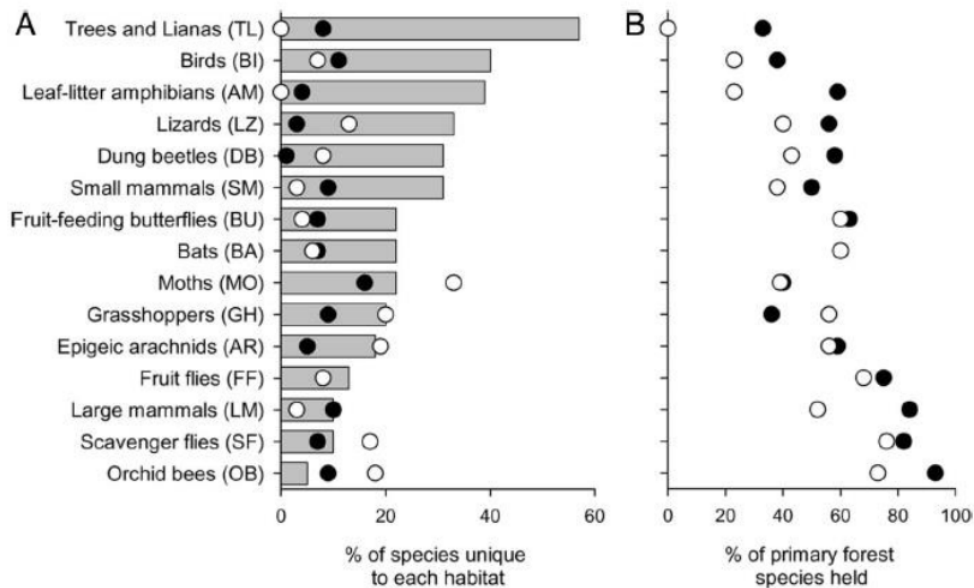


Fig. 2. Pourcentage d'espèces propres aux forêts primaires, secondaires et de plantation (A) et pourcentage d'espèces enregistrées dans les forêts primaires qui ont également été consignées dans les forêts secondaires et de plantations (B). Les forêts primaires, secondaires et de plantation sont représentées respectivement par des barres grisées, des ronds noirs et des ronds blancs.

Légende :

- | | | |
|-------------------------------------|---|--|
| Tree and lianas (TL) | = | Arbres et lianes (TL) |
| Birds (BI) | = | Oiseaux (BI) |
| Leaf-litter amphibians (AM) | = | Amphibiens des couches de feuilles mortes (AM) |
| Lizards (LZ) | = | Lézards (LZ) |
| Dung beetles (DB) | = | Stercoraires (DB) |
| Small mammals (SM) | = | Petits mammifères (SM) |
| Fruit-feeding butterflies (BU) | = | Papillons piqueurs de fruits (BU) |
| Bats (BA) | = | Chauves-souris (BA) |
| Moths (MO) | = | Mites (MO) |
| Grosshoppers (GH) | = | Sauterelles (GH) |
| Epegeic arachnids (AR) | = | Arachnides épigés (AR) |
| Fuit flies (FF) | = | Mouches des fruits (FF) |
| Large mammals (LM) | = | Gros mammifères (LM) |
| Scavenger flies (SF) | = | Sepsidae (SF) |
| Orchid bees (OB) | = | Abeilles à orchidées (OB) |
| % of species unique to each habitat | = | % d'espèces propres à chaque habitat |
| % of primary forest species held | = | % d'espèces dans les forêts primaires |

Chazdon (2008) a étudié les modèles et processus des dynamiques de la végétation durant la succession des espèces dans les forêts tropicales secondaires. Il a constaté que la biodiversité et les voies de succession diffèrent entre les forêts primaires et secondaires notamment en fonction de la mesure de diversité retenue, la nature des environs de la forêt, et le type et le niveau de perturbation. Les points ci-dessous sont déterminants dans le cas présent.

- La phase d'initiation de peuplement (début de la succession immédiatement après les perturbations) est la période durant laquelle le peuplement est le plus vulnérable aux espèces invasives, ce qui peut avoir des effets durables sur la succession forestière ainsi que la diversité et la composition des espèces, qui persistent dans certains cas tout le long de la trajectoire de succession (p. 388). Ceci laisse supposer que si des espèces invasives ont colonisé les zones perturbées de la HCN durant les sept dernières années, leur influence sur la succession future, ainsi que sur la diversité et la composition des espèces, pourrait être permanente.
- Ce n'est que lorsque les forêts tropicales se trouvent dans la phase de ré-initiation de sous-étage (généralement 10 à 20 ans après une perturbation) qu'elles connaissent un changement progressif en termes d'abondance et de composition des essences qui perdure sur plusieurs dizaines d'années, voire plusieurs siècles. Lorsque les forêts secondaires se rapprochent du stade de forêt ancienne (au bout de plusieurs dizaines d'années à plusieurs siècles), la canopée commence à renfermer des espèces qui n'étaient pas présentes durant les étapes de succession antérieures, développant alors des structures verticales et horizontales complexes avec de vieux arbres très gros (certains vivants, d'autres morts), de gros rondins abattus et des éléments de décomposition, et une végétation variée dans la canopée et les sous-étages (voir p. 388 à 389).
- Il arrive que les forêts qui se régénèrent après le dégagement de la forêt primaire n'atteignent jamais une richesse et une composition en termes d'essences similaires à celle de la forêt primaire antérieure (voir p. 400)⁵.

Morris (2010) a étudié la littérature sur la biodiversité de la forêt tropicale, en soulignant le fait que nous ne devrions pas seulement prendre en considération les changements en termes de richesse et diversité des espèces lors de la comparaison des forêts primaires et secondaires, mais également examiner les interactions entre espèces et leurs fonctions écosystémiques, sur lesquelles nous savons comparativement peu de choses. Sur ce sujet majeur, Morris suggère que les dommages causés aux interactions entre espèces et à leurs fonctions écosystémiques dans les forêts primaires peuvent augmenter proportionnellement en fonction de l'intensité des perturbations, ce qui soulève les préoccupations suivantes : même si la richesse et la diversité des espèces se rétablissent après les perturbations, tels ne sera pas forcément le cas des interactions entre espèces (Morris, page 3715, 2010)⁶. Étant donné que les activités du Nicaragua ont été des plus préoccupantes, il semble probable que la disparition des interactions entre espèces et de leur fonctions écosystémiques dans les zones touchées seront irréversibles.

Dans le cadre d'un examen élargi, Gibson et al. (2001) ont appliqué une méta-analyse à des données issues de pas moins de 138 études portant sur les différences de biodiversité entre les forêts primaires et secondaires exposées à diverses perturbations anthropogènes. Les auteurs rapportent que la déforestation et la replantation d'arbres (c'est-à-dire la transformation d'une forêt primaire en forêt secondaire) réduisent systématiquement et sensiblement la biodiversité dans les paysages de forêts tropicales à travers le monde. S'il est apparu que l'abattage sélectif avait un impact considérablement plus faible que d'autres perturbations plus draconiennes, il n'en demeure pas moins qu'il présente un effet néfaste. Les activités réalisées par le Nicaragua figureraient sans

⁵ Chazdon, R.L., 2008. Beyond deforestation : restoring forests and ecosystem services on degraded lands. *science*, 320 (5882), p. 400.

⁶ Morris, R.J., 2010. Anthropogenic impacts on tropical forest biodiversity : a network structure and ecosystem functioning perspective. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B : Biological Sciences*, 365 (1558), p. 3715.

aucun doute au tout premier rang de ce que Gibson et al. (2001) considèrent comme des «perturbations draconiennes».

Ces mêmes auteurs ont constaté que les forêts secondaires d'âges divers étaient susceptibles de retrouver des niveaux intermédiaires de biodiversité, en fonction de l'âge de la forêt et de ses antécédents en termes d'utilisation des terres, niveaux qui restent toutefois nettement inférieurs à ceux des forêts primaires (voir p. 380, colonne 2)⁷. Cela étant, la conclusion générale des auteurs est sans équivoque aucune : en termes de soutien à la biodiversité, les forêts primaires sont irremplaçables.

Cette rapide analyse de la littérature publiée, que l'on peut facilement consulter en ligne, me conduit à formuler ma dernière critique — la plus sévère — à l'égard de la méthode de M. Kondolf, à savoir qu'il se fie de manière démesurée aux images de télédétection et a omis de procéder à des mesures scientifiques et de recueillir des données scientifiques lors de sa visite sur site en octobre 2016, sans parler de son manquement à mettre à profit son survol pour prendre des photos ou effectuer des observations directes des zones touchées.

Aux pages 157 et 158 de son rapport, M. Kondolf indique que «ces images ne permettent pas de mesurer leurs hauteurs [pages 163 à 188 de son rapport] mais leurs formes planes visibles sur les images présentent des contours et dimensions similaires à ceux des zones boisées environnantes en 2014»⁸. Un expert de l'environnement rigoureux aurait effectué des mesures précises de la hauteur des arbres (anciens et nouveaux) sur le terrain en octobre 2016 au moyen d'un ruban d'arpentage et d'un clinomètre — une méthode simple mais efficace.

De fait, la repousse des herbes, broussailles et essences pionnières dans les zones dégagées par le Nicaragua a été rapide. L'on pouvait s'y attendre dans cette région tropicale humide. Toutefois, en raison de sa décision de ne se fier qu'aux images satellite, M. Kondolf n'est pas en mesure de fournir un quelconque compte-rendu scientifique ou technique des espèces de plantes qui colonisent les zones dégagées, et la mesure dans laquelle les espèces invasives ont profité des activités du Nicaragua pour s'établir n'est pas identifiée. Un expert de l'environnement rigoureux aurait recouru à un échantillonnage par quadrats pour dénombrer et identifier la végétation colonisatrice, ce qui aurait permis d'établir des comparaisons directes avec les assemblages de végétation dans les zones adjacentes qui n'ont pas été dégagées par le Nicaragua pour faire place à ses *caños*.

Le verdissement des zones dévastées du fait de la recolonisation rapide est effectivement visible dans la série chronologique d'images aériennes fournies par M. Kondolf à la fin de son rapport⁹. Toutefois, sur la base de la littérature examinée ci-dessus, il ne fait aucun doute qu'en termes de hauteur et de complexité, les arbres qui poussent désormais dans les zones de rétablissement ne ressemblent en aucun cas à la forêt ancienne arrachée par le Nicaragua en 2010. Des mesures sur le terrain en octobre 2016 auraient montré ces aspects ; en omettant d'effectuer (ou tout au moins de faire état) de telles mesures et en se contentant de se fier aux changements observés sur les images satellite, M. Kondolf commet une grave erreur de méthodologie.

⁷ Gibson, L., Lee, T.M., Koh, L.P., Brook, B.W., Gardner, T.A., Barlow, J., Peres, C.A., Bradshaw, C.J., Laurance, W.F., Lovejoy, T.E. and Sodhi, N.S., 2011. Primary forests are irreplaceable for sustaining tropical biodiversity. *Nature*, 478(7369), p. 380.

⁸ G. M. Kondolf, «Examen de la demande d'indemnisation du Costa Rica dans le delta du fleuve San Juan», mai 2017 ; contre-mémoire du Nicaragua sur la question de l'indemnisation, annexe 2, p. 3 (157).

⁹ *Ibid.*, appendice A, p 174-178.

Conclusion

Accepter les opinions de M Kondolf reviendrait (sciemment ou non) à suggérer que les dommages résultant de l'excavation de canaux artificiels et du dégagement des forêts primaires et anciennes au sein des zones humides protégées par la Convention de Ramsar d'importance internationale le long du San Juan sont temporaires, et que le rétablissement sera achevé en substance dans un délai de 5 ans. Cela irait totalement à l'encontre de l'objectif de la Convention qui est de fournir une protection aux zones humides désignées. Par ailleurs, cela constituerait un prétexte au dragage et à la déforestation d'autres zones humides protégées par la Convention de Ramsar à l'échelle mondiale.

D'après les observations découlant de mon analyse, les opinions de M. Kondolf reposent trop sur l'interprétation qualitative des images satellite. M. Kondolf n'a pas été en mesure d'estimer ne serait-ce que la plus élémentaire des propriétés de repousse dans les zones dégagées (à savoir la hauteur des arbres) à partir de ces images, mais il a pourtant choisi de mesurer la hauteur des arbres — ou d'autres aspects — durant son survol et sa visite sur site en octobre 2016, ce qui constitue une erreur méthodologique incompréhensible pour un expert de l'environnement, qui plus est un expert jouissant d'une telle expérience. Ses remarques concernant la formation du sol, l'érosion, l'atténuation des risques naturels et les services écologiques procurés par la forêt secondaire sont en désaccord avec la littérature scientifique pertinente en l'espèce. Du fait de ses erreurs méthodologiques et du manque de concordance avec ladite littérature, il me semble que le rapport de M. Kondolf est dépourvu de base technique et de validité scientifique et qu'il convient de ne pas en tenir compte.

(Signé) Professeur Colin THORNE,
2 Parker Gardens,
Nottingham, Royaume-Uni.

Le 28 juillet 2017.

Références

[Non reproduites]
