

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

COUR INTERNATIONALE DE JUSTICE

**AFFAIRE RELATIVE À LA CONSTRUCTION D'UNE ROUTE AU COSTA RICA
LE LONG DU FLEUVE SAN JUAN**

(NICARAGUA c. COSTA RICA)

DUPLIQUE DÉPOSÉE PAR LE COSTA RICA

VOLUME I

2 FÉVRIER 2015

[Traduction du Greffe]

TABLE DES MATIÈRES

CHAPITRE 1. INTRODUCTION	1
APERÇU DES ÉLÉMENTS DE RÉPONSE.....	1
STRUCTURE DE LA PRÉSENTE DUPLIQUE.....	4
CHAPITRE 2. LA ROUTE N'A EU AUCUN IMPACT PRÉJUDICIALE SUR LE FLEUVE SAN JUAN.....	5
A. LA THÈSE DU NICARAGUA.....	5
B. L'APPORT SÉDIMENTAIRE PROVENANT DE LA ROUTE MIS EN CONTEXTE.....	9
1. Impact de la route sur la charge sédimentaire du fleuve San Juan : avant et après la construction de la route.....	10
i) Etablissement du niveau de référence.....	10
ii) Etablissement de la charge sédimentaire postérieure à la construction de la route.....	11
iii) Le refus du Nicaragua de participer au programme de mesure conjoint	13
2. Quantités estimatives de sédiments rejetés dans le fleuve par suite de l'érosion de la route.....	16
i) Rapport de l'UCR : estimation des taux d'érosion.....	17
ii) Rapport Mende : mesure des superficies touchées par l'érosion.....	21
iii) Application des taux d'érosion aux zones touchées	22
3. Impact des sédiments produits par l'érosion de la route sur la charge sédimentaire totale du fleuve	27
4. Impact des sédiments provenant de l'érosion de la route sur le lit du San Juan inférieur.....	28
5. Impact éventuel des précipitations accompagnant les ouragans et tempêtes tropicales.....	31
6. La route n'a eu aucun impact préjudiciable sur la charge sédimentaire du fleuve	33
C. IL N'EXISTE AUCUN RISQUE D'AUTRE IMPACT PRÉJUDICIALE SUR LE FLEUVE SAN JUAN.....	34
1. Qualité de l'eau.....	34
2. Morphologie.....	34
3. Navigation.....	38
4. Ecosystème, tourisme et santé	39
5. Mesures correctives	43
D. IL NE FAUT ACCORDER AUCUN POIDS À L'«ARRÊT» DE LA COUR CENTRAMÉRICAINE DE JUSTICE	46
E. CONCLUSION.....	46
CHAPITRE 3. LES QUESTIONS JURIDIQUES EN SUSPENS.....	48
A. INTRODUCTION	48

B. L'INSISTANCE DU NICARAGUA SUR LA PRÉTENDUE VIOLATION DU TRAITÉ DE LIMITES DE 1858 ET DE SA SOUVERAINETÉ TERRITORIALE	49
C. AUCUNE OBLIGATION DE NOTIFIER LA CONSTRUCTION DE LA ROUTE FRONTALIÈRE NE DÉCOULE DU TRAITÉ DE LIMITES DE 1858 OU DE L'ARRÊT DE 2009 DE LA COUR	52
D. L'ÉVALUATION DE L'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DANS LE CADRE D'UNE SITUATION D'URGENCE	53
1. La condition minimale d'application de l'obligation de réaliser une évaluation de l'impact sur l'environnement.....	54
2. La situation d'urgence comme cause d'exemption de l'obligation internationale de procéder à une évaluation de l'impact sur l'environnement	57
3. Existence au Costa Rica d'une situation d'urgence due aux activités du Nicaragua.....	61
4. L'existence d'une autre forme d'évaluation	64
E. NOTIFICATION.....	66
F. VIOLATIONS ALLÉGUÉES D'AUTRES TRAITÉS	68
G. CONCLUSIONS.....	71
CHAPITRE 4. MESURES DE RÉPARATION.....	73
A. INTRODUCTION	73
B. RÉTABLISSEMENT DU <i>STATU QUO ANTE</i>	74
C. CESSATION ET GARANTIES ET ASSURANCES DE NON-RÉPÉTITION.....	76
D. DEMANDE TARDIVE DE DÉSIGNATION D'UN EXPERT.....	77
E. POSITION DU COSTA RICA AU SUJET DE L'ORDONNANCE REJETANT LA DEMANDE EN INDICATION DE MESURES CONSERVATOIRES DU NICARAGUA.....	78
F. RÉPARATIONS D'ORDRE DÉCLARATOIRE INJUSTIFIÉES.....	79
1. Les violations reprochées au Costa Rica.....	80
2. La réalisation d'une évaluation de l'impact environnemental transfrontière.....	80
3. Le transport de matières dangereuses	81
4. Le dragage du fleuve San Juan	82
5. Conclusion	82
EN BREF.....	84
CONCLUSIONS	86
APPENDICE A.....	87
CERTIFICATION.....	198
LISTE DES ANNEXES	199

CHAPITRE 1

INTRODUCTION

APERÇU DES ÉLÉMENTS DE RÉPONSE

1.1. Dans sa réplique, le Nicaragua s'est entêté à présenter la construction de la route 1856 (ci-après la «route») sur le territoire souverain du Costa Rica comme un chantier pharaonique mal conçu et conduisant à une catastrophe pour l'environnement. La route est ainsi qualifiée de «projet d'une immense ampleur»¹, par lequel le «Costa Rica a dévasté une grande étendue de la région frontalière sans raison compréhensible»², «au grand détriment du Nicaragua et de son environnement»³.

1.2. Il incombe au Nicaragua, en sa qualité de demandeur, de prouver les allégations de fait qui sont au cœur de sa demande et occupent le premier plan dans le contexte du présent différend. Par ailleurs, s'agissant des principes applicables du droit international relatif aux dommages transfrontières, les questions qui opposent les Parties sont relativement limitées. La présente duplique vise donc principalement à compléter les éléments de preuve soumis à la Cour et à répondre aux moyens de fait qu'invoque actuellement le Nicaragua.

1.3. Le Costa Rica fera cinq observations liminaires à ce sujet.

1.4. *Premièrement*, étant donné que la construction de la route est réalisée exclusivement sur le territoire costa-ricien, la question centrale est celle de savoir si les sédiments qui sont générés par les travaux et qui atteignent le fleuve San Juan ont causé un dommage important *au Nicaragua*. Malgré les références pittoresques de ce dernier à d'innombrables chargements de camions-bennes⁴, la réponse à cette question est négative, car ces sédiments sont forcément négligeables lorsqu'on les compare à la charge sédimentaire que le fleuve transporte déjà. Les experts du Nicaragua n'ont pas été en mesure de réfuter ce fait crucial, par ailleurs confirmé par les éléments de preuve et les données scientifiques soumis avec la présente duplique.

1.5. *Deuxièmement*, même si le Nicaragua souhaite présenter la construction de la route comme un chantier pharaonique, ses propres experts se sont intéressés principalement à un tronçon d'environ 41 km, dont seules quelques sections constituent la base de son allégation concernant l'existence d'un dommage important. Ces sections apparaissent continuellement dans les éléments de preuve, notamment photographiques, produits par le Nicaragua ; or elles ne représentent en aucune manière la route dans son ensemble. Le Nicaragua n'a pas été en mesure de prouver le contraire et n'a pas non plus été capable de démontrer que les travaux, même sur ces portions réduites de la route, avaient causé quoi que ce soit qui puisse être assimilé à un dommage important à son territoire.

1.6. D'ailleurs, en ce qui concerne le caractère hyperbolique des allégations du Nicaragua quant à l'ampleur des travaux et aux dommages causés, il est rappelé que la route suit, sur sa plus

¹ RN, par. 1.4.

² *Ibid.*, par. 1.13.

³ *Ibid.*, par. 1.12.

⁴ Par exemple, *ibid.*, par. 1.18.

grande partie, un terrain totalement plat ou traverse des terres qui sont cultivées depuis des décennies, et ne crée aucun risque de déversement supplémentaire de sédiments dans le fleuve. En outre, il s'agit d'une route étroite, de moins de 10 m de largeur en moyenne, et non d'une voie rapide ou d'une autoroute.

3

1.7. Le Costa Rica considère que, eu égard aux prétentions du Nicaragua (voir, par exemple, le paragraphe 1.1 ci-dessus), il est très important que la Cour puisse apprécier au mieux l'ampleur réelle du chantier de construction de la route et celle du préjudice invoqué par le Nicaragua. A cette fin, le Costa Rica a proposé, dans la lettre qui accompagne la présente duplique, que la Cour tire avantage du report des audiences (qui étaient jusqu'à tout récemment prévues pour mars 2015) pour effectuer, par l'entremise d'une délégation, une descente sur les lieux. Elle pourrait alors se rendre compte par elle-même s'il s'agit effectivement d'«un projet d'une immense ampleur» et si le «Costa Rica a dévasté une grande étendue de la région frontalière»⁵, et serait mieux à même d'apprécier les allégations de dommage important à l'environnement du Nicaragua.

1.8. *Troisièmement*, n'ayant pas réussi à démontrer le bien-fondé des arguments qu'il a plaidés initialement, le Nicaragua cherche, dans sa réplique, à introduire une thèse entièrement nouvelle. Il considère désormais que le Costa Rica devrait être tenu pour responsable de la lourde charge sédimentaire que le fleuve San Juan charrie déjà, ce qui le rendrait irrecevable à invoquer le peu d'importance des sédiments engendrés par la route par rapport à la charge existante⁶. Ainsi, le Costa Rica se trouve en quelque sorte appelé à répondre, dans sa duplique, à une argumentation concernant les effets qu'auraient eus la déforestation et d'autres activités d'aménagement du territoire i) sur une région étendue et ii) depuis les années 1940. Le problème manifeste que pose cette démarche est que le Nicaragua cherche ainsi à transformer l'affaire relative à la *Construction d'une route* en une affaire bien plus large concernant les causes de la sédimentation à long terme et la responsabilité de l'Etat à cet égard. Or il s'agit là d'une affaire exigeant la présentation de nombreux autres éléments de preuve et que le Nicaragua n'a ni soumise ni plaidée de manière suffisamment précise, même s'il cherche apparemment à mettre en doute dans le même temps la reconnaissance ancienne du San Juan ainsi que d'autres cours d'eau de la région comme naturellement chargés en sédiments⁷.

4

1.9. La présente affaire est et demeure l'affaire relative à la *Construction d'une route au Costa Rica le long du fleuve San Juan* et il ne s'agit pas du différend concernant la prétendue «déforestation massive et incontrôlée au Costa Rica» que le Nicaragua souhaite, à l'évidence, en faire maintenant⁸. Les causes de la sédimentation dans le fleuve San Juan sont nombreuses et complexes et, comme la Cour le sait depuis l'affaire relative à *Certaines activités*, le niveau élevé de la charge sédimentaire y est bien antérieur à la déforestation que le Nicaragua cherche à présent à mettre en avant. En réalité, la charge sédimentaire élevée du fleuve San Juan résulte principalement de la géologie de la région, plus précisément des activités tectonique et volcanique dans la zone irriguée par le San Juan et ses affluents⁹.

⁵ RN, par. 1.4 et 1.13.

⁶ *Ibid.*, par. 1.25-1.29.

⁷ Voir Colin Thorne : Evaluation de l'impact sur le fleuve San Juan de la construction de la route frontalière au Costa Rica : Rapport en réponse, février 2015 (appendice A, le «rapport Thorne de 2015»), par. 4.140 ; voir également Allan Astorga Gättgens, «Apports sédimentaires extraordinaires causés par des phénomènes exceptionnels dans le fleuve San Juan», 2014 (annexe 10, le «rapport Astorga»), p. 9-17.

⁸ *Ibid.*, par. 1.28.

⁹ Rapport Thorne de 2015, appendice A, par. 4.140. En outre, le Nicaragua occulte le fait que son propre territoire contribue pour une grande part à la charge sédimentaire du fleuve San Juan ; voir les photographies de la figure 4.26 du rapport Thorne, reproduites au chapitre 2 ci-dessous par souci de commodité.

1.10. Quoi qu'il en soit, il ne s'agit pas là d'une question qu'il appartient à la Cour de résoudre en l'espèce. La question essentielle est et doit demeurer celle de savoir si la sédimentation résultant de la construction de la route a causé un dommage important au Nicaragua et si les risques que la route ferait courir à l'environnement de ce dernier ont entraîné, pour le Costa Rica, des obligations de notification et d'évaluation de l'impact sur l'environnement (EIE) dont il ne se serait pas acquitté. La tentative tardive du Nicaragua en vue de modifier la teneur de son argumentation ne fait que souligner son incapacité à démontrer le bien-fondé de ses allégations concernant un impact préjudiciable important sur son environnement.

1.11. *Quatrièmement*, dans l'introduction de sa réplique, le Nicaragua cherche à démontrer et à écarter les raisons avancées par le Costa Rica pour justifier la construction de la route, en laissant entendre que ce dernier aurait dû répondre différemment ou ne pas réagir aux actions qui l'ont rendue urgente¹⁰. Son argument essentiel consiste ici à affirmer qu'il n'a rien fait pour faire naître chez le Costa Rica un sentiment d'urgence.

5

1.12. Nous nous inscrivons bien évidemment en faux contre pareille position et la Cour dispose à présent des faits et des moyens contradictoires des Parties. La réponse du Costa Rica n'était en aucune manière celle d'un Etat qui «tente[] de se faire justice [lui-même] après ... avoir soumis un différend» à la Cour¹¹, à savoir l'affaire relative à *Certaines activités* : la route ne s'approche même pas de la zone en litige dans cette affaire¹². Le point essentiel est que la construction de la route (sur le seul territoire costa-ricien) répondait à des actes que le Costa Rica a perçus de bonne foi comme laissant appréhender de nouvelles atteintes à sa souveraineté et à son intégrité territoriales de la part du Nicaragua et présentant une urgence de nature à justifier des travaux d'infrastructure pressants pour améliorer l'accès à ses espaces frontaliers.

1.13. *Enfin*, il est pris acte de ce que le Nicaragua, malgré sa souveraineté sur les eaux du fleuve San Juan et le temps dont il a disposé, a choisi de ne pas procéder à des mesures directes du débit et de la sédimentation dans le fleuve (ou, à tout le moins, de ne pas en produire dans le cadre de la présente instance). Ces données auraient présenté une valeur évidente, que ce soit pour appuyer ses affirmations concernant un accroissement préjudiciable de la charge sédimentaire ou pour démontrer, comme le soutient le Costa Rica, que celles-ci sont indéfendables. Cette omission est d'autant plus frappante que le Nicaragua empêche le Costa Rica d'effectuer de telles mesures, que ce soit seul ou avec lui¹³.

6

1.14. Même si ce n'est pas au Costa Rica que revient la charge de la preuve, celui-ci a cherché à fournir des estimations fiables sur le plan scientifique des débits et des charges sédimentaires du San Juan, ainsi que d'autres éléments de preuve démontrant que la route ne cause aucun dommage important au fleuve et qu'elle ne pose aucun risque à cet égard. Dans sa réplique, le Nicaragua a présenté des éléments visant principalement (mais sans succès) à mettre en doute les rapports scientifiques du Costa Rica, mais, étonnamment, il n'a pas fourni les mesures essentielles dont on s'attendrait à ce qu'elles constituent le point central de son argumentation sur les faits.

¹⁰ RN, par. 1.7-1.12.

¹¹ *Ibid.*, par. 1.9.

¹² Curieusement, il s'agit là d'un point également invoqué à l'encontre du Costa Rica : voir RN, par. 1.9, où il est dit que «le prétendu lien manifeste entre les événements survenus à l'endroit que le Costa Rica appelle Isla Portillos et ses alentours et la nouvelle route est largement contredit par le fait que la route s'arrête bien avant». L'argument semble être le suivant : si l'Etat A menace d'envahir l'Etat B au point X (qui n'était pas jusque-là en litige), l'Etat B n'est pas fondé à considérer que son intégrité territoriale est en danger ailleurs qu'en ce point précis.

¹³ Voir chap. 2, par. 2.28-2.33.

STRUCTURE DE LA PRÉSENTE DUPLIQUE

1.15. La présente duplique est produite conformément à l'ordonnance du 3 février 2014 par laquelle la Cour a fixé au 2 février 2015 la date de son dépôt par le Costa Rica.

1.16. Les questions en litige sont abordées suivant le plan exposé ci-après.

1.17. Au chapitre 2, le Costa Rica répond aux moyens de preuve que le Nicaragua a invoqués dans sa réplique concernant le prétendu dommage environnemental important. Il est démontré que le Nicaragua surestime largement la quantité de sédiments provenant de la construction de la route et qu'il est, en tout état de cause, incapable de prouver que même les quantités de sédiments qu'il a lui-même avancées ont causé ou risquent de causer un dommage important au fleuve San Juan (pour lequel, comme nous l'avons relevé plus haut, aucune mesure de débit ou de sédimentation n'a été fournie). De fait, il n'est pas à même de démontrer le moindre effet perceptible sur la charge sédimentaire ou la charge de fond préexistantes du fleuve, et est tout aussi incapable de prouver l'existence d'un impact préjudiciable quelconque, notamment sur l'environnement, ni aucun risque de dommage important pour lui-même.

7

1.18. Au chapitre 3, le Costa Rica examine les questions de droit restant à résoudre, y compris la thèse du Nicaragua selon laquelle son intégrité territoriale aurait été violée au mépris du traité des limites de 1858. Comme il est également expliqué dans ce chapitre, ce traité ne trouve pas à s'appliquer aux faits allégués en l'espèce (par contre, il est d'une importance cruciale dans l'affaire relative à *Certaines activités*). Le Costa Rica répond par ailleurs aux questions encore en suspens concernant les conditions minimales d'application des obligations de notification et de réalisation d'une évaluation de l'impact sur l'environnement, ainsi qu'aux affirmations du Nicaragua relatives à la violation de la convention sur la diversité biologique et d'autres traités qui seraient applicables aux faits de l'espèce¹⁴. Il est démontré qu'il n'y a eu aucun manquement aux obligations énoncées dans l'un ou l'autre de ces textes.

1.19. Au chapitre 4, le Costa Rica présente de brèves conclusions supplémentaires concernant les mesures de réparation demandées par le Nicaragua. La présente duplique s'achève avec un bref résumé et les conclusions du Costa Rica.

¹⁴ A savoir la convention de Ramsar, la convention centraméricaine pour la protection de l'environnement et d'autres traités régionaux, tels que l'accord bilatéral dit «SIAPAZ». Voir RN, chap. 6, sect. F ; voir CMCR, chap. 5, sect. E.

CHAPITRE 2

LA ROUTE N'A EU AUCUN IMPACT PRÉJUDICIABLE SUR LE FLEUVE SAN JUAN

A. LA THÈSE DU NICARAGUA

2.1. Dans la présente instance, le Nicaragua prétend que, à cause de la construction de la route au Costa Rica, «des sédiments [sont] rejetés dans le fleuve par érosion, et ce, en quantité suffisante pour causer un dommage important à l'environnement»¹⁵. Il soutient que «le Costa Rica a causé et continue de causer un dommage important au fleuve San Juan du Nicaragua et à son milieu naturel»¹⁶. En outre, il affirme que la construction de la route par le Costa Rica «a exposé le Nicaragua à un risque grave de préjudice continu et aucune mesure prise par lui n'a atténué ce risque»¹⁷. Il demande à la Cour de dire que le Costa Rica a violé «l'obligation lui incombant de ne pas causer de dommages au territoire nicaraguayen» et «les obligations lui incombant au titre du droit international général et des conventions applicables en matière de protection de l'environnement»¹⁸.

2.2. Pour étayer ses allégations de dommage important, le Nicaragua invoque le rejet dans le fleuve, depuis la route, de sédiments en quantités suffisantes pour avoir cet effet. Dans son mémoire, il soutenait que les volumes de sédiments rejetés avaient un impact préjudiciable sur *a*) la qualité de l'eau ; *b*) la morphologie du fleuve ; *c*) la navigation ; et *d*) l'écosystème (notamment la vie aquatique et la pêche), le tourisme et la santé¹⁹. Il n'a cependant produit avec son mémoire aucun élément de preuve concernant la charge sédimentaire existante du fleuve San Juan, se contentant d'affirmer que l'apport sédimentaire supplémentaire — dont il fonde l'estimation sur l'opinion de M. Kondolf, laquelle repose à son tour sur l'observation que celui-ci a faite de la route depuis le fleuve et du haut des airs — avait eu un impact préjudiciable sur le fleuve.

2.3. Dans son contre-mémoire, le Costa Rica a produit des éléments de preuve démontrant que les sédiments provenant de la route n'ont pas été déversés dans le fleuve en quantité suffisante pour causer des dommages. Ces éléments de preuve consistent dans des rapports scientifiques et techniques exhaustifs concernant l'impact de la route sur le fleuve San Juan, qui portent directement sur la question de savoir si la route contribue au déversement de sédiments dans le fleuve et, dans l'affirmative, en quelles quantités, et qui traitent de l'impact relatif de ces sédiments par rapport à la charge sédimentaire existante du fleuve²⁰. Ces documents ont été passés en revue dans le rapport d'expert indépendant de M. Colin Thorne²¹.

2.4. Dans sa réplique, le Nicaragua a présenté à son tour plusieurs rapports en réponse aux éléments produits par le Costa Rica concernant l'absence d'impact préjudiciable sur le fleuve ; en voici la liste :

¹⁵ RN, par. 2.1. Voir aussi MN, par. 3.3, 3.60 et 5.58.

¹⁶ RN, par. 2.137.

¹⁷ *Ibid.*, par. 3.59.

¹⁸ *Ibid.*, Conclusions, par. 1 ii) et iii).

¹⁹ MN, par. 3.81.

²⁰ Voir CMCR, chap. 3.

²¹ Voir Colin Thorne, «Evaluation de l'impact sur le fleuve San Juan de la construction de la route frontalière au Costa Rica», novembre 2013 (appendice A du contre-mémoire du Costa Rica, le «rapport Thorne de 2013»).

- 11
- a) G. Mathias Kondolf, «Erosion et dépôt de sédiments de la route 1856 dans le fleuve San Juan», juillet 2014, annexe 1 de la réplique du Nicaragua (le «rapport Kondolf de 2014») ;
 - b) Danny Hagans et Bill Weaver, «Evaluation de l'érosion, de l'impact sur l'environnement et de la remise en état de certains tronçons de la route 1856 (route Juan Rafael Mora Porras) au Costa Rica, le long du fleuve San Juan, Nicaragua», juillet 2014, annexe 2 de la réplique du Nicaragua (le «rapport Hagans et Weaver») ;
 - c) Edmund D. Andrews, «Evaluation des méthodes, des calculs et des conclusions du Costa Rica concernant l'apport et le transport de sédiments dans le bassin du fleuve San Juan», juillet 2014, annexe 3 de la réplique du Nicaragua (le «rapport Andrews») ;
 - d) Blanca Ríos Touma, «Répercussions écologiques de la route 1856 sur le fleuve San Juan, Nicaragua», juillet 2014, annexe 4 de la réplique du Nicaragua (le «rapport Ríos de 2014») ;
 - e) Golder Associates Inc., «Evaluation de l'impact sur l'environnement : exigences attachées au projet de construction d'une route de grande envergure le long du fleuve San Juan, Nicaragua», juillet 2014, annexe 6 de la réplique du Nicaragua (le «rapport Golder»).

2.5. Quatre observations préliminaires s'imposent à propos de ces rapports et de la thèse présentée dans la réplique du Nicaragua en ce qui concerne le dommage.

12

2.6. Premièrement, ainsi qu'il a été expliqué au chapitre 1, le Nicaragua tente de détourner l'attention de la question centrale, qui est celle de savoir si les sédiments qui atteignent le fleuve San Juan à partir du chantier routier ont eu un impact préjudiciable important sur son territoire : il cherche ainsi à saisir la Cour d'une nouvelle affaire, en alléguant que le Costa Rica a contribué à la charge sédimentaire très lourde du fleuve San Juan sur la période de cinquante à soixante ans qui a précédé la construction de la route, modifiant ainsi radicalement la portée du présent différend. Pour autant que les experts du Costa Rica ont été en mesure de traiter cette question dans le temps dont ils disposaient, ils sont tout simplement en désaccord avec les récentes allégations du Nicaragua²². Quoiqu'il en soit, cette question ne sera pas traitée plus avant au présent chapitre, parce que le Costa Rica la considère comme débordant le cadre du différend soumis à la Cour, qui concerne la construction d'une route sur le territoire costa-ricien.

2.7. Deuxièmement, le Nicaragua continue de s'acharner sur la question de savoir si la route a été construite dans le strict respect des règles de l'art. Il affirme que le Costa Rica a «violé «les principes élémentaires et bien établis en matière de conception et d'entretien normalement appliqués dans le cadre de travaux de construction routière»²³ et que le Costa Rica a «fait litière d'un principe simple mais capital : tout projet de construction routière doit faire l'objet d'une planification et de travaux de conception»²⁴, comme si ces «principes» reflétaient des obligations du droit international contraignantes pour le Costa Rica. Or il n'en est rien.

2.8. Le Nicaragua n'en continue pas moins de citer un rapport de mai 2012 du laboratoire national de l'université du Costa Rica («LANAMME» selon l'acronyme espagnol)²⁵ et un rapport

²² Voir par exemple rapport Thorne de 2015 (appendice A), par. 4.120-4.141.

²³ RN, par. 3.2 ; voir aussi par. 3.3-3.15.

²⁴ *Ibid.*, par. 3.4.

²⁵ Laboratoire national des matériaux et des modèles structurels de l'Université du Costa Rica, «Rapport INF-PITRA-014-12 : Rapport d'inspection de la route frontalière Juan Rafael Mora Porras, ou route 1856», mai 2012 (MN, annexe 3).

13

de juin 2012 du collège des ingénieurs et architectes du Costa Rica («CFIA»)²⁶, rapports qui, comme le Costa Rica l'a expliqué dans son contre-mémoire, ne démontrent pas qu'un dommage environnemental a été ou sera causé au fleuve San Juan²⁷. Ainsi qu'il a été expliqué au chapitre 2 du contre-mémoire, la route a été construite en situation d'urgence. Depuis avril 2012, le Costa Rica a procédé à des travaux pour protéger la route et en atténuer les effets, principalement en territoire costa-ricien. Ces travaux sont efficaces, ils se poursuivent et le Costa Rica est résolu à achever la route selon les normes les plus strictes du point de vue du génie et de la protection de l'environnement. Que la route ait été ou non construite initialement selon ces normes est sans intérêt : ce que prétend le Nicaragua, c'est que le Costa Rica a violé ses obligations internationales parce que la route cause un dommage environnemental au territoire nicaraguayen. A cet égard, c'est à lui qu'il incombe de prouver l'existence d'un tel dommage. S'il ne produit aucune preuve d'impact préjudiciable sur le fleuve, il ne s'est pas acquitté de cette charge.

14

2.9. Troisièmement, le Nicaragua cherche à présenter la route sous le jour le plus sombre possible en mettant l'accent sur un nombre très limité de tronçons, qui reviennent constamment dans les photographies et rapports techniques joints à la réplique et sur lesquels il s'appuie pour démontrer l'impact préjudiciable, qu'il compte en milliers de camions-bennes. Avant d'examiner en détail les éléments de preuve présentés par les experts, il est indispensable de prendre du recul pour bien comprendre l'échelle des travaux en question. La partie de la route qui, selon le Nicaragua, pose problème ne s'étend pas sur 108 km, mais correspond en réalité à un petit nombre de tronçons où des mesures correctives sont maintenant achevées ou en cours (et ont pris fin ou progressé depuis le dépôt de la réplique). Lorsqu'on examine les prétentions du Nicaragua dans ce contexte, quitte même à accepter ses chiffres gonflés concernant les sédiments qui se déposent dans le fleuve en raison de l'érosion de la route, on voit que l'apport en cause est très faible, voire imperceptible, par rapport à la charge sédimentaire naturellement «très importante» du fleuve²⁸. Le Nicaragua reconnaît implicitement que l'impact de la route est très faible, comme le montre sa tentative tardive de présenter la charge sédimentaire existante comme «excessive» et peu naturelle, et de soutenir que la responsabilité en revient au Costa Rica²⁹. En fin de compte, ce que la Cour doit déterminer, c'est si la route, en grande partie construite sur des pistes existantes, a un impact important sur le fleuve San Juan.

2.10. Cela nous amène à la quatrième observation préliminaire. Même si l'on accepte les estimations avancées par les experts du Nicaragua en 2013 quant aux volumes de sédiments produits par l'érosion de la route et parvenant jusqu'au fleuve (et que rejette le Costa Rica), ceux-ci

²⁶ Collège des ingénieurs et architectes du Costa Rica, «Rapport d'inspection des travaux réalisés sur la route frontalière, dans la zone nord parallèle au fleuve San Juan, Rapport du CFIA», 8 juin 2012 (MN, annexe 4).

²⁷ Le LANAMME et le CFIA ont tous deux confirmé que leurs rapports ne concernaient pas l'impact de la route sur le fleuve San Juan. Ils indiquent en outre que leurs rapports ont été présentés de façon erronée par le Nicaragua : voir lettre 034-2012-2013-PRES en date du 28 août 2013 adressée au ministre des affaires étrangères et des cultes du Costa Rica par le président du collège des ingénieurs et architectes du Costa Rica (CMCR, annexe 63) et lettre LM-IC-D-0914-2013 en date du 14 août 2013 adressée au ministre des affaires étrangères et des cultes du Costa Rica par le directeur général du laboratoire national des matériaux et des modèles structurels de l'Université du Costa Rica (CMCR, annexe 61).

²⁸ *Différend relatif à des droits de navigation et des droits connexes*, contre-mémoire du Nicaragua, par. 1.1.8 : «La charge sédimentaire que le fleuve San Juan reçoit des rivières qui trouvent leur origine au Costa Rica est très importante. C'est ainsi que la charge sédimentaire immédiatement en aval de la rivière Sarapiquí, mesurée au début des années soixante-dix, était de 10,2 millions de tonnes métriques par an.» (Note de bas de page omise.)

²⁹ RN, par. 2.75-2.79.

15

ne représentent que 1 à 2 % de la charge sédimentaire annuelle totale de celui-ci³⁰. Un tel apport sédimentaire est de toute évidence trop faible pour avoir un impact préjudiciable quelconque sur le fleuve, que ce soit du point de vue de la qualité de l'eau ou de l'alluvionnement du lit. Les nouvelles estimations qui figurent dans la réplique du Nicaragua représenteraient un apport supplémentaire de moins de 3 % à la charge sédimentaire annuelle totale du fleuve³¹. Dans ces conditions, et bien que plusieurs questions restent en litige entre les experts des parties au sujet de l'ampleur de l'impact éventuel de la route, ces divergences de vues sont en fin de compte dénuées d'intérêt, parce que, *même selon les estimations du Nicaragua, la route n'a aucun impact préjudiciable sur le fleuve.*

2.11. Comme suite aux rapports annexés à la réplique du Nicaragua, le Costa Rica joint à la présente duplique d'autres rapports d'experts, et ce, pour répondre directement à la thèse nicaraguayenne et parce qu'il prend très au sérieux la protection de l'environnement. Il n'en reste pas moins que le Nicaragua cherche à amplifier un impact minime en décrivant des tronçons très limités de la route comme s'ils étaient typiques de tout son parcours. Pour faire suite à la réplique du Nicaragua, le Costa Rica présente des éléments de preuve qui sont incorporés et évalués dans un nouveau rapport de M. Colin Thorne : «Evaluation de l'impact sur le fleuve San Juan de la construction de la route frontalière au Costa Rica : rapport en réponse», février 2015 (appendice A de la présente duplique, le «rapport Thorne de 2015»). Ce rapport est étayé par plusieurs autres rapports traitant de questions spécifiques, notamment :

16

- a) l'apport de sédiments au fleuve et le transport de ces sédiments par celui-ci : Régie costa-ricienne d'électricité (ICE), projets d'exploitation stratégique et services associés, centre d'études fondamentales en ingénierie, service de l'hydrologie, «Second rapport sur l'hydrologie et les sédiments des bassins hydrographiques costa-riciens dont les eaux sont drainées par le fleuve San Juan», décembre 2014 (annexe 5, le «rapport de l'ICE de 2014») ; Université du Costa Rica, centre de recherche pour le développement durable, département du génie civil, «Second rapport de suivi systématique sur site de l'érosion et de l'apport sédimentaire le long de la route 1856», novembre 2014 (annexe 4, le «rapport de l'UCR de 2014») ; Andreas Mende, «Second inventaire des pentes et cours d'eau liés à la route frontalière 1856 entre la borne n° II et Delta Costa Rica», décembre 2014 (annexe 3, le «rapport Mende de 2014») ;
- b) l'impact éventuel de conditions météorologiques extrêmes et autres phénomènes exceptionnels : Juan Carlos Fallas Sojo, «Observations sur le rapport de M. Kondolf en ce qu'il a trait aux ouragans et tempêtes tropicales», 2014 (annexe 9, le «rapport Fallas») ; Allan Astorga Gättgens, «Apports sédimentaires extraordinaires causés par des phénomènes exceptionnels dans le fleuve San Juan», décembre 2014 (annexe 10, le «rapport Astorga») ;
- c) l'impact écologique éventuel : Ian Cowx, «Impact écologique de la route 1856 sur le fleuve San Juan, Nicaragua», décembre 2014 (annexe 2, le «rapport Cowx») ; Arturo Angulo Sibaja, «Diagnostic de l'impact sur l'environnement, ichtyofaune du fleuve San Juan», analyse documentaire, novembre 2014 (annexe 7, le «rapport Angulo») ; Bernald Pacheco Chaves, «Analyse du rapport «Répercussions écologiques de la route 1856 sur le fleuve San Juan, Nicaragua» de juillet 2014 (Ríos Touma 2014) et réponse», octobre 2014 (annexe 6, le «rapport Pacheco») ; P.E. Gutierrez, «Analyse statistique critique du rapport «Répercussions écologiques de la route 1856 sur le fleuve San Juan, Nicaragua» établi par Mme Blanca Ríos Touma», novembre 2014 (annexe 8, le «rapport Gutierrez») ; Centre de sciences tropicales (Centro

³⁰ Voir CMCR, par. 3.33. Comme la Cour l'a relevé dans son ordonnance du 13 décembre 2013 par laquelle elle a rejeté la demande en indication de mesures conservatoires du Nicaragua en l'espèce, un apport sédimentaire de 1 à 2 % de la charge sédimentaire totale du fleuve San Juan «paraît trop faible pour avoir dans l'immédiat un impact important sur le fleuve» (voir *Construction d'une route au Costa Rica le long du fleuve San Juan (Nicaragua c. Costa Rica)*, demande en indication de mesures conservatoires présentée par le Nicaragua, ordonnance, 13 décembre 2013, par. 34).

³¹ Rapport Thorne de 2015 (appendice A), par. 8.9.

científico tropical, CCT), «Rapport de suivi et de contrôle, diagnostic de l'impact sur l'environnement, route 1856 — volet écologique», janvier 2015 (annexe 14, le «rapport du CCT de 2015») :

- 17 d) les mesures correctives achevées et entreprises par le Costa Rica : Commission pour le développement forestier (CODEFORSA) de San Carlos, services de conseil pour l'élaboration et la mise en œuvre d'un plan environnemental pour la route frontalière Juan Rafael Mora Porras, «Rapport d'exécution du marché SINAC-CDE-004-2012», novembre 2014 (annexe 13, le «rapport de la CODEFORSA de 2014») ; Commission pour le développement forestier (CODEFORSA) de San Carlos, «Restauration et remise en état des écosystèmes touchés par la construction de la route frontalière Juan Rafael Mora Porras ou route 1856», rapport trimestriel, novembre 2014 (annexe 12, le «rapport trimestriel de la CODEFORSA de novembre 2014») ; Conseil national des autoroutes (CONAVI), «Travaux relatifs à la route nationale 856 : situation avant – après», décembre 2014 (annexe 11, le «rapport du CONAVI de 2014»).

2.12. La thèse du Nicaragua repose entièrement sur l'hypothèse selon laquelle des quantités massives et nuisibles de sédiments supplémentaires sont rejetées dans le fleuve depuis la route. On verra à la section B ci-après ce qu'il en est réellement de la sédimentation. Les allégations précises concernant l'impact préjudiciable sont réfutées tour à tour à la section C. La section D porte sur le poids démesuré que donne le Nicaragua à l'«arrêt» de la Cour centraméricaine de Justice et la section E présente les conclusions.

B. L'APPORT SÉDIMENTAIRE PROVENANT DE LA ROUTE MIS EN CONTEXTE

2.13. Comme il est expliqué ci-dessus, les allégations d'impact préjudiciable formulées par le Nicaragua reposent sur le déversement dans le fleuve de sédiments provenant de la route. Pour évaluer ces allégations, il est nécessaire d'examiner d'abord la charge sédimentaire existante du fleuve afin d'établir le niveau de référence par rapport auquel tout apport sédimentaire supplémentaire doit être mesuré.

- 18 2.14. Dans sa réplique, le Nicaragua continue de soutenir que les sédiments sont des polluants³². Le Costa Rica a pourtant expliqué dans son contre-mémoire que l'apport de sédiments dans un fleuve comme le San Juan est un processus naturel, essentiel à la vie de celui-ci et habituellement considéré comme bénéfique³³. Les sédiments ne peuvent être considérés comme des polluants que si leur concentration est élevée par comparaison avec la charge sédimentaire naturelle transportée par le fleuve. Or les concentrations de sédiments dans le fleuve San Juan sont importantes et très variables, ce dont convient le Nicaragua³⁴. MM. Thorne et Astorga expliquent que le bassin hydrographique connaît des productions sédimentaires exceptionnelles associées aux tremblements de terre et aux éruptions volcaniques qui résultent naturellement de ses caractéristiques géologiques³⁵. Dans ces conditions, les sédiments ne sauraient être considérés comme des polluants.

³² Voir, par exemple, RN, par. 2.75-2.76.

³³ Voir, par exemple, G.M. Kondolf, «Hungry water : Effects of dams and gravel mining on river channels» [eaux dévorantes : effets de la construction de digues et de l'extraction de gravier sur les cours d'eau] *Environmental Management*, vol. 21, 1997, n° 4 (CMCR, annexe 81), p. 533.

³⁴ RN, par. 2.125.

³⁵ Rapport Thorne de 2015 (appendice A), par. 4.140 ; voir aussi rapport Astorga (annexe 10), p. 9-17.

1. Impact de la route sur la charge sédimentaire du fleuve San Juan : avant et après la construction de la route

i) Etablissement du niveau de référence

19

2.15. Pour établir le niveau de référence de la charge sédimentaire du fleuve San Juan avant la construction de la route 1856, les experts du Costa Rica ont d'abord consulté les archives existants, si minces soient-elles. Pour l'élaboration du contre-mémoire, ils ont eu recours aux seules données antérieures à la construction, qui couvrent la période allant de 1974 à 1976. Ces données relatives à la concentration de sédiments en suspension dans le San Juan ont été enregistrées conjointement par les deux parties et le Nicaragua s'en est servi dans le *Différend relatif à des droits de navigation et des droits connexes* pour affirmer que la charge sédimentaire du fleuve San Juan était «très importante»³⁶. Elles ont été comparées aux estimations de la charge sédimentaire du fleuve après la construction de la route, sur la base des seules mesures dont disposait le Costa Rica et qui proviennent d'une station de surveillance des sédiments située sur le fleuve Colorado, à Delta Colorado, immédiatement en aval de Delta Costa Rica, là où le fleuve San Juan bifurque pour donner naissance au San Juan inférieur et au Colorado. Comme on le verra plus loin, ces mesures sont comparables à celles qui ont été effectuées sur le fleuve San Juan et peuvent donc servir d'indication de la charge sédimentaire de celui-ci.

2.16. Le Nicaragua reproche cependant au Costa Rica d'employer les données relatives à la concentration de sédiments en suspension datant de la période 1974-1976, en omettant de mentionner qu'il les a lui-même invoquées devant la Cour³⁷. S'appuyant désormais sur les travaux de M. Andrews (son expert), il soutient que les échantillons utilisés par le Costa Rica sont trop peu nombreux pour qu'on puisse en tirer des conclusions utiles³⁸. Indépendamment du fait qu'il a déjà lui-même invoqué ces données devant la Cour au sujet de la charge sédimentaire du fleuve San Juan, et s'il est vrai que les données disponibles sont limitées (et qu'aucune autre n'a été fournie par le Nicaragua, qui a pourtant la souveraineté sur le San Juan), il n'en reste pas moins que, en 1974-1976, 12 prélèvements ont été effectués selon les meilleures méthodes de terrain alors disponibles, et qu'il est indéniable que ces mesures fournissent une certaine indication de la charge de sédiments en suspension charriée par le fleuve San Juan au cours de cette période³⁹.

20

2.17. Dans sa réplique, le Nicaragua soutient également que les mesures utilisées par le Costa Rica «ne peuvent étayer ses conclusions parce que les débits du fleuve et les charges de sédiments en suspension varient considérablement d'une année à l'autre»⁴⁰. Comme l'expliquent les experts costa-riciens, la charge sédimentaire d'un fleuve comme le San Juan, qui baigne un bassin hydrographique tectoniquement actif comprenant des volcans en activité, varie en effet considérablement d'une année à l'autre, non seulement en raison des variations de la pluviosité et du ruissellement, mais également à cause des quantités extraordinaires de sédiments résultant des phénomènes naturels comme les glissements de terrain déclenchés par les tremblements de terre⁴¹. Afin de rendre compte de cette variabilité naturelle, les experts du Costa Rica ont procédé en 2014 à une analyse approfondie des données relatives aux charges sédimentaires recueillies aux stations

³⁶ *Différend relatif à des droits de navigation et des droits connexes*, contre-mémoire du Nicaragua, par. 1.1.8 : «La charge sédimentaire que le fleuve San Juan reçoit des rivières qui trouvent leur origine au Costa Rica est très importante. C'est ainsi que la charge sédimentaire immédiatement en aval de la rivière Sarapiquí, mesurée au début des années soixante-dix, était de 10,2 millions de tonnes métriques par an.»

³⁷ *Différend relatif à des droits de navigation et des droits connexes*, contre-mémoire du Nicaragua, par. 1.1.8.

³⁸ RN, par. 2.124, renvoyant au rapport Andrews (RN, annexe 3), sect. V C).

³⁹ Rapport Thorne de 2015 (appendice A), par. 4.142.

⁴⁰ RN, par. 2.125, renvoyant au rapport Andrews (RN, annexe 3), sect. V D) et V E).

⁴¹ Voir rapport Thorne de 2015 (appendice A), par. 4.140, et rapport Astorga (annexe 10), p. 9-17.

21

de mesure hydrométriques costa-riciennes situées dans le bassin hydrographique du San Juan, en prenant en considération les incertitudes de la série chronologique. A l'issue de cette analyse, ils ont estimé que les concentrations de sédiments en suspension dans le San Juan s'établissaient à quelque 12,7 millions de tonnes par an⁴². Ce chiffre est en réalité inférieur à l'approximation avancée par l'expert du Nicaragua, M. Andrews, soit environ 13,7 millions de tonnes par an⁴³. Quoi qu'il en soit, il est évident que la différence entre l'estimation approximative du Nicaragua et celle des experts du Costa Rica est minime. La prudence milite toutefois en faveur de l'estimation costa-ricienne (qui est inférieure), puisque l'apport sédimentaire attribuable à la route sera d'autant plus important que la charge sédimentaire de référence par rapport à laquelle on le compare est faible. Encore une fois, comme il a été expliqué au paragraphe 2.10 ci-dessus, étant donné que cet apport est imperceptible, même si l'on retient les chiffres exagérés que propose le Nicaragua pour les sédiments provenant de la route, ces divergences entre les experts des deux parties sont dénuées de pertinence pour évaluer l'impact préjudiciable.

2.18. La charge annuelle moyenne de sédiments en suspension dans le San Juan en 1974-1976 est estimée à quelque 8 millions de tonnes, ce qui est compris dans la bande de confiance (compte tenu de l'incertitude) présentée dans les éléments de preuve soumis par le Costa Rica avec son contre-mémoire⁴⁴.

ii) Etablissement de la charge sédimentaire postérieure à la construction de la route

2.19. Cette estimation de la charge sédimentaire de référence du fleuve est ensuite comparée à la charge sédimentaire mesurée après la construction de la route. Comme on l'a vu au paragraphe 2.15, l'estimation de la charge sédimentaire postérieure à la construction de la route repose sur les données d'une station de surveillance des sédiments située sur le fleuve Colorado, à Delta Colorado (Costa Rica), à quelques centaines de mètres du San Juan. Dans sa réplique, le Nicaragua reproche au Costa Rica d'avoir utilisé ces données parce qu'elles seraient «difficilement comparables» avec les données relatives au San Juan⁴⁵. Si le Costa Rica s'est vu contraint d'utiliser ces mesures de la charge sédimentaire effectuées sur le fleuve Colorado, c'est parce que le Nicaragua n'a pas accepté de procéder conjointement à des mesures sur le San Juan, comme il le lui avait proposé, et parce que le Nicaragua s'est refusé à effectuer de telles mesures lui-même depuis trois ans que la présente instance est engagée. Cette inaction ne doit pas passer inaperçue.

22

2.20. Quoi qu'il en soit, comme le Costa Rica l'a expliqué dans son contre-mémoire, les données mesurées à Delta Colorado sont comparables à celles qui ont été relevées sur le fleuve San Juan à La Trinidad (en 1974-1976), parce que 90 % environ du courant et des sédiments qui passent par La Trinidad passent également par Delta Colorado. Le Nicaragua conteste l'hypothèse selon laquelle les données sédimentaires du fleuve Colorado correspondent à 91 % des sédiments du San Juan, parce qu'elle repose sur une comparaison entre des données recueillies à une station de mesure sur une période de deux ans et des données recueillies à un autre endroit sur une autre période de deux ans⁴⁶. Comme le signale M. Thorne, «la répartition du débit au point de bifurcation ... *pourrait* ... [être établie avec certitude] si le Nicaragua ou ses experts mesuraient ou communiquaient le débit du fleuve San Juan inférieur»⁴⁷. Devant l'inaction du Nicaragua, les

⁴² Rapport Thorne de 2015 (appendice A), par. 4.77, et rapport de l'ICE de 2015 (annexe 5), p. 15-19.

⁴³ Rapport Andrews (RN, annexe 3), p. 27.

⁴⁴ Rapport Thorne de 2015 (appendice A), voir tableau 4.1.3 et par. 4.143.

⁴⁵ RN, par. 2.126.

⁴⁶ *Ibid.*

⁴⁷ Rapport Thorne de 2015 (appendice A), par. 4.75.

experts du Costa Rica n'ont eu d'autre choix, pour estimer la répartition du débit, que de recourir aux données disponibles, en tenant dûment compte de l'incertitude afférente.

2.21. En outre, bien que le Costa Rica continue de soutenir que son estimation de la répartition des sédiments entre le San Juan inférieur et le fleuve Colorado est fiable, afin de tenir compte de la variabilité éventuelle du débit, les charges sédimentaires du fleuve San Juan et de son cours inférieur communiquées dans le rapport de l'ICE de 2014 ont été calculées suivant trois hypothèses, selon lesquelles les sédiments du San Juan se déverseraient respectivement dans une proportion de 85 %, 90 % et 95 % dans le Colorado et de 15 %, 10 % et 5 %, dans le San Juan inférieur⁴⁸. Comme on le verra plus loin, dans l'une ou l'autre de ces hypothèses, l'apport sédimentaire provenant de la route n'a aucun impact préjudiciable sur le San Juan inférieur et ne cause a fortiori aucun dommage important.

23

2.22. Le Nicaragua formule trois autres critiques contre l'estimation que fait le Costa Rica de la charge sédimentaire du fleuve San Juan postérieure à la construction de la route. En premier lieu, il soutient que les échantillons n'ont pas été prélevés selon les règles⁴⁹ ou pourraient ne pas l'avoir été⁵⁰. Ces allégations sont sans fondement. Dans le rapport de l'ICE de 2014, les experts du Costa Rica affirment que les sédiments en suspension ont été mesurés à la station hydrométrique du fleuve Colorado selon la même méthode qu'à toutes leurs autres stations hydrométriques et que les méthodes généralement utilisées au Costa Rica pour mesurer et calculer la charge sédimentaire en suspension annuelle sont conformes aux usages internationalement reconnus⁵¹.

2.23. En deuxième lieu, le Nicaragua soutient que les conclusions énoncées dans le contre-mémoire du Costa Rica se fondent sur «une analyse statistique déficiente» qui ferait paraître les données relatives aux sédiments en suspension avant la construction de la route identiques à celles qui sont postérieures à la construction⁵². Dans les rapports accompagnant le contre-mémoire du Costa Rica, les experts ont utilisé une régression linéaire simple pour comparer les concentrations de sédiments en suspension enregistrées pour les périodes 1974-1976 et 2011-2013. Ils ont choisi cette méthode car ils jugeaient inopportun d'appliquer à ces données des transformations ou des manipulations mathématiques avancées, étant donné le faible nombre d'échantillons. En outre, cette méthode était tout à fait acceptable pour comparer les données recueillies avant et après la construction de la route⁵³.

24

2.24. Comme solution de rechange, M. Andrews suggère d'ajuster les lignes de régression linéaire aux données ne passant pas par l'origine⁵⁴. Comme M. Thorne le signale dans son rapport de 2015⁵⁵, cette méthode est déficiente parce que, selon les lignes de régression obtenues par M. Andrews, ou bien le fleuve San Juan charrierait une charge sédimentaire en suspension faible mais définie, même en l'absence totale de débit, ou bien la charge sédimentaire deviendrait nulle lorsque le débit est faible, ces deux hypothèses étant toutes deux impossibles.

⁴⁸ Rapport Thorne de 2015 (appendice A), par. 4.76.

⁴⁹ RN, par. 2.127.

⁵⁰ *Ibid.*, par. 2.129.

⁵¹ Rapport de l'ICE de 2014 (annexe 5), p. 8-9.

⁵² RN, par. 2.130.

⁵³ Rapport Thorne de 2015 (appendice A), par. 4.142-4.147.

⁵⁴ Rapport Andrews (RN, annexe 3), p. 33.

⁵⁵ Rapport Thorne de 2015 (appendice A), par. 4.142-4.147.

2.25. Enfin, le Nicaragua conteste l'estimation de la charge de fond présentée par le Costa Rica. Cette estimation est indispensable au regard de la prétention du Nicaragua selon laquelle les sédiments grossiers ajoutés à la charge sédimentaire du fleuve (qui seraient transportés comme charge de fond) auraient entraîné l'alluvionnement du San Juan inférieur. Etant donné qu'on ne dispose pas de données sur la charge de fond (aucune n'ayant été présentée par le Nicaragua), les experts du Costa Rica ont dû estimer cette charge au moyen d'une équation de transport de la charge de fond.

2.26. Le Nicaragua conteste le calcul de la charge de fond effectué par le Costa Rica en soutenant que les hypothèses de celui-ci concernant la pente du fleuve sont inexactes. Pour dire les choses simplement, plus la pente est forte, plus la charge de fond est importante. M. Kondolf critique les valeurs de pente figurant au tableau 1 du rapport Thorne de 2013, les jugeant exagérées⁵⁶. M. Thorne a expliqué dans son rapport de 2014 que cette critique découlait d'une erreur dans les titres des colonnes du tableau 1 de son rapport de 2013, qui sont exprimés en degrés. Cette erreur mineure n'a eu aucun impact sur l'estimation par l'ICE de la composante de fond de la charge totale du fleuve San Juan⁵⁷.

25 2.27. Afin d'obtenir les estimations les plus fiables possibles de la charge de fond (dans le temps disponible), l'ICE a amélioré les calculs de la charge de fond au moyen de la «méthode Engelund-Hansen», recommandée par M. Andrews comme solution de rechange à «l'équation de charge de fond d'Einstein» utilisée par l'ICE en 2013⁵⁸. Ce dernier a aussi perfectionné la prise en compte de l'incertitude dans le calcul de la charge de fond, ce qui a permis d'obtenir une estimation plus fiable⁵⁹. La meilleure estimation de la charge de fond annuelle du fleuve San Juan obtenue par cette méthode est de 3 600 000 tonnes par an, mais l'incertitude associée à l'application d'équations de charge de fond en l'absence de données mesurées est notoirement élevée. En l'occurrence, l'incertitude tient également au fait que l'on ne connaît pas la répartition exacte du débit au point de bifurcation. Si l'on tient compte de ces inconnues, on obtient une très large bande de confiance pour l'estimation de la charge de fond. Or cette incertitude aurait pu être considérablement réduite si le Nicaragua avait consenti au programme conjoint de mesures supervisées sur le fleuve San Juan que le Costa Rica avait proposé.

iii) Le refus du Nicaragua de participer au programme de mesure conjoint

2.28. Il peut être utile à ce stade de rappeler que le Nicaragua est à la fois le demandeur en la présente affaire — et porte à ce titre la charge de la preuve du dommage important — et le titulaire de la souveraineté sur le fleuve San Juan. Il était de ce fait le mieux placé pour procéder à des mesures du débit et de la charge sédimentaire du San Juan (et du San Juan inférieur) pour étayer sa thèse concernant l'impact préjudiciable. Or il ne l'a pas fait, allant jusqu'à entraver les efforts du Costa Rica pour mettre en place un programme de mesure conjoint sur le fleuve. Dans ces conditions, le Costa Rica a dû s'en tenir aux méthodes et aux données dont il disposait pour estimer le débit et la charge sédimentaire du fleuve San Juan et de son cours inférieur, soit les mesures directes effectuées sur les principaux affluents costa-riciens du San Juan et sur le fleuve Colorado.

26 2.29. Il y a deux ans, le Costa Rica a demandé au Nicaragua son accord pour «prendre des mesures de débit et prélever des échantillons d'eau dans le San Juan tous les mois, afin d'établir la

⁵⁶ Rapport Kondolf de 2014 (RN, annexe 1), p. 67 ; voir aussi RN, par. 2.132-2.135.

⁵⁷ Rapport Thorne de 2015 (appendice A), par. 4.46.

⁵⁸ *Ibid.*, par. 4.50-4.51 ; voir rapport Andrews (RN, annexe 3), p. 27.

⁵⁹ Rapport Thorne de 2015 (appendice A), par. 4.50-4.51.

qualité de ses eaux d'un point de vue chimique et de mesurer sa teneur en sédiments»⁶⁰. Un mois plus tard, le Nicaragua a répondu qu'il était disposé à procéder à des mesures conjointes, à condition que le Costa Rica suspende tous les travaux de construction routière⁶¹. Devant cette condition inacceptable, le Costa Rica a proposé, par l'entremise de la Cour, la mise sur pied d'un programme de suivi conjoint⁶². Après un long échange de notes⁶³, qui a entraîné des retards considérables, et compte tenu de l'imminence de l'échéance fixée pour le dépôt du contre-mémoire, en septembre 2013, le Costa Rica a fait savoir qu'il renonçait à la mise en place d'un programme conjoint, mais qu'il encourageait plutôt le Nicaragua à procéder lui-même à ces mesures sur le fleuve⁶⁴. Dans sa réplique, le Nicaragua n'a produit aucune mesure de ce type.

27

2.30. Au cours de l'élaboration de la présente duplique, le Nicaragua et le Costa Rica ont eu une nouvelle occasion de procéder à des mesures directes sur les fleuves San Juan et Colorado. Conformément à l'ordonnance de la Cour du 22 novembre 2013 indiquant des mesures conservatoires et après une visite sur le terrain effectuée du 10 au 13 mars 2014 par des spécialistes chargés d'inspecter les nouveaux *caños* creusés par le Nicaragua dans le secteur nord d'Isla Portillos, le secrétariat de Ramsar a publié, en août 2014, le rapport de mission RAM n° 77, dans lequel le secrétaire relevait qu'il était «nécessaire de mettre en œuvre et de maintenir un enregistrement continu du débit du fleuve Colorado (en amont et après sa bifurcation du fleuve San Juan)»⁶⁵.

2.31. Conformément à cette recommandation, le Costa Rica a, le 21 octobre 2014, proposé au Nicaragua de mesurer conjointement le débit des fleuves San Juan et Colorado à des endroits précis :

- a) sur le San Juan, à 500 mètres en amont de la bifurcation donnant naissance au Colorado ;
- b) sur le Colorado, à 500 mètres en aval de la bifurcation ;
- c) sur le San Juan inférieur, à 500 mètres en aval de la bifurcation.

Le Costa Rica a aussi proposé que les équipes techniques des deux pays se rencontrent le 30 octobre 2014 à San José pour coordonner les aspects techniques afférents⁶⁶.

⁶⁰ Note DM-AM-063-13 en date du 6 février 2013 adressée au ministre des affaires étrangères du Nicaragua par le ministre des affaires étrangères et des cultes du Costa Rica (CMCR, annexe 46).

⁶¹ Note MRE/DM-AJ/129/03/13 en date du 5 mars 2013 adressée au ministre des affaires étrangères et des cultes du Costa Rica par le ministre des affaires étrangères du Nicaragua (CMCR, annexe 48).

⁶² Lettre ECRPB-013-2013 en date du 7 mars 2013 adressée au greffier de la Cour par le coagent du Costa Rica (CMCR, annexe 49).

⁶³ Lettre HOL-EMB-108 en date du 14 juin 2013 adressée au greffier de la Cour par l'agent du Nicaragua (CMCR, annexe 54) ; Lettre ECRPB 036 13 en date du 24 juin 2013 adressée au greffier de la Cour par le coagent du Costa Rica le 24 juin 2013 (CMCR, annexe 55) ; Lettre CRPB-052-13 en date du 7 août 2013 adressée au greffier de la Cour par le coagent du Costa Rica (CMCR, annexe 59) ; Lettre HOL-EMB-167 en date du 30 août 2013 adressée au greffier de la Cour par l'agent du Nicaragua (CMCR, annexe 64) ; Lettre ECRPB-63-2013 en date du 27 septembre 2013 adressée au greffier de la Cour par le coagent du Costa Rica (CMCR, annexe 65).

⁶⁴ Lettre ECRPB-63-2013 en date du 27 septembre 2013 adressée au greffier de la Cour par le coagent du Costa Rica (CMCR, annexe 65).

⁶⁵ Rapport de la mission consultative Ramsar n° 77, Zone humide d'importance internationale Caribe Noreste, Costa Rica, août 2014, p. 19 (annexe 78).

⁶⁶ Note DM-AM-0639-10-14 en date du 21 octobre 2014 adressée au ministre des affaires étrangères du Nicaragua par le ministre des affaires étrangères et des cultes du Costa Rica (annexe 40).

28

2.32. Le Nicaragua semble s'être alors mis en devoir d'entraver la réalisation de ces mesures. Il a suggéré une date et un lieu différents pour la réunion et proposé que les mesures soient effectuées dans la région des nouveaux *caños*⁶⁷. Le Costa Rica a accepté que des mesures soient prises dans cette région, tout en insistant pour que soient maintenus les emplacements qu'il avait proposés car, conformément à la demande du Secrétariat de Ramsar, il était nécessaire de mesurer le volume et le débit du San Juan en amont et en aval du point de bifurcation⁶⁸. Le Nicaragua a rejeté ces emplacements⁶⁹ et l'échange de lettres qui a suivi⁷⁰ n'a pas permis de trouver un accord.

2.33. En résumé, le Nicaragua a refusé de présenter des données relatives aux volumes d'eau et à la charge sédimentaire du fleuve San Juan qu'il aurait pu mesurer lui-même et, lorsque la possibilité lui a été offerte d'effectuer de telles mesures conjointement sur le San Juan et le Colorado, ce qui aurait grandement aidé la Cour à examiner ses prétentions en l'espèce, il a réussi à s'esquiver.

*

* *

29

2.34. Comme il a été mentionné au paragraphe 2.18 ci-dessus, en se fondant sur les données disponibles, les experts du Costa Rica estiment que la charge annuelle moyenne de sédiments en suspension pendant la période 1974-1976 était de quelque 8 millions de tonnes. Compte tenu de l'incertitude associée à ces mesures, ils situent par ailleurs entre 5,5 et 10,6 millions de tonnes environ l'intervalle de confiance de cette estimation⁷¹. Pour la période 2010-2013, la charge annuelle moyenne de sédiments en suspension du San Juan est estimée à quelque 6,5 millions de tonnes, et l'intervalle de confiance approximatif, entre 5,2 et 8 millions de tonnes⁷². D'après ces chiffres, la teneur en sédiments en suspension du fleuve pendant la période qui a suivi la construction de la route serait inférieure à celle enregistrée en 1974-1976. Selon M. Thorne, si les sédiments provenant de la route avaient causé une augmentation sensible de la charge en suspension dans le fleuve, on se serait attendu à une teneur et à une concentration plus élevées après la construction de la route, mais ce n'est pas le cas⁷³.

⁶⁷ Note MRE/DM/AJ/439/10/14 en date du 27 octobre 2014 adressée par le ministre des affaires étrangères du Nicaragua au ministre des affaires étrangères et des cultes du Costa Rica (annexe 41).

⁶⁸ Note DM-AM-0672-14 en date du 28 octobre 2014 adressée au ministre des affaires étrangères du Nicaragua par le ministre par intérim des affaires étrangères et des cultes du Costa Rica (annexe 42).

⁶⁹ Note MRE/DM-AJ/448/11/14 en date du 3 novembre 2014 adressée par le ministre des affaires étrangères du Nicaragua au ministre des affaires étrangères et des cultes du Costa Rica (annexe 43).

⁷⁰ Note DM-AM-0697-14 en date du 5 novembre 2014 adressée au ministre des affaires étrangères du Nicaragua par le ministre des affaires étrangères et des cultes du Costa Rica (annexe 45).

⁷¹ Rapport Thorne de 2013 (CMCR, appendice A), par. 8.11, tableau 11 et figure 27.

⁷² Voir *ibid.*, par. 8.10, tableau 11 et figure 27.

⁷³ Voir *ibid.*, par. 8.13, et rapport Thorne de 2015 (appendice A), par. 4.147.

2. Quantités estimatives de sédiments rejetés dans le fleuve par suite de l'érosion de la route

2.35. Ainsi qu'il a été expliqué au chapitre 3 du contre-mémoire, pour confirmer si la route a ou a eu un impact préjudiciable sur le fleuve San Juan, il est nécessaire de mesurer l'apport sédimentaire qui lui est attribuable. Dans le mémoire, M. Kondolf avait estimé à un mètre par an sur 40 à 50 % des pentes la vitesse moyenne à laquelle l'érosion abaissait la surface de la route ; si 40 % de ces sédiments se déposent dans le fleuve, l'apport sédimentaire provenant de la route se situerait annuellement, selon cette estimation, entre 145 290 et 182 030 tonnes⁷⁴.

30

2.36. Avec sa réplique, le Nicaragua a déposé un nouveau rapport de M. Kondolf, fondé sur des observations visuelles de la route depuis le fleuve et du haut des airs, et des images satellite⁷⁵. M. Kondolf a relevé son estimation de l'apport sédimentaire (de 40 à 60 %, ce dernier pourcentage correspondant d'ailleurs à l'estimation prudente adoptée par les experts du Costa Rica)⁷⁶. Il a en outre ajouté un apport de 9 960 à 19 920 m³ de sédiments en provenance des «voies d'accès» à la route, qui se déposeraient selon lui dans le fleuve chaque année⁷⁷. Sur cette base, il estime que les sédiments déposés dans le fleuve représentent entre 116 000 et 150 000 m³, soit entre 177 020 et 250 500 tonnes par an⁷⁸. Il s'agit là d'une augmentation importante par rapport à son estimation initiale, qui était de 145 290 à 182 030 tonnes par an.

2.37. Dans le cadre du contre-mémoire, les experts du Costa Rica avaient évalué l'apport sédimentaire provenant de la route et aboutissant au fleuve selon la méthode suivante :

31

- a) D'après des mesures effectuées sur le terrain, les experts du génie civil de l'université du Costa Rica ont estimé le taux d'affaissement de la surface du sol pour i) l'érosion en nappe de la plate-forme de la route et des talus ; ii) les glissements de terrain sur les talus de déblai ; iii) le ravinement des talus de déblai ; iv) le ravinement des talus de remblai ; et v) l'érosion en rigoles des talus de déblai⁷⁹. A partir de ces observations, M. Thorne a conclu que, en l'estimant à un mètre par an, M. Kondolf avait probablement exagéré l'affaissement de la surface du sol par un facteur de 5 pour le tronçon de la route compris entre la borne n° II et l'Infiernito. Pour les 108 km de la route dans son ensemble, ce chiffre est probablement exagéré par un facteur de 10⁸⁰.
- b) D'après les observations effectuées sur le terrain par l'UCR et compte tenu de la longueur et de la pente de la plate-forme de la route ainsi que de la superficie des talus de déblai et de remblai

⁷⁴ Rapport Kondolf de 2012 (MN, annexe 1), p. 46 ; voir aussi troisième rapport Kondolf, p. 2. La masse approximative d'un mètre cube de sédiments a été supposée être de 1,67 tonne : voir rapport Thorne de 2013 (CMCR, appendice A), par. 8.54.

⁷⁵ Rapport Kondolf de 2014 (RN, annexe 1), p. 59 ; voir aussi RN, par. 2.5-2.6.

⁷⁶ *Ibid.*, p. 61. Les experts du Costa Rica avaient supposé une valeur plus prudente de 60 % dans les documents présentés à l'appui du contre-mémoire du Costa Rica.

⁷⁷ *Ibid.*, rapport Kondolf de 2014, p. 62.

⁷⁸ *Ibid.*

⁷⁹ Université du Costa Rica, centre de recherche en développement durable, département du génie civil, *Rapport de surveillance systématique sur site de l'érosion et de l'apport solide le long de la route 1856*, septembre 2013 (CMCR, annexe 1, le «rapport de l'UCR de 2013») ; rapport Thorne de 2013 (CMCR, appendice A), par. 8.21.

⁸⁰ Rapport Thorne de 2013 (CMCR, appendice A), par. 8.34.

qui jalonnent celle-ci sur tout son parcours⁸¹, l'ICE a établi le taux d'érosion annuel moyen par volume à 101 550 tonnes par an⁸². Supposant un taux de dépôt de 60 % dans le fleuve San Juan⁸³, l'ICE estime à 60 800 tonnes par an l'apport sédimentaire moyen provenant de la route⁸⁴.

Ainsi, les données analysées par les experts du Costa Rica, notamment par M. Thorne, indiquent que M. Kondolf a surestimé l'apport sédimentaire attribuable à la route par un facteur de 2,4 à 3, selon que l'on retient l'extrémité inférieure ou supérieure de la fourchette de M. Kondolf⁸⁵.

32 i) Rapport de l'UCR : estimation des taux d'érosion

2.38. Dans sa réplique, le Nicaragua critique sous deux angles les taux d'érosion estimés par l'UCR. Premièrement, il laisse entendre que le rapport de l'UCR de 2013 «ne tient pas compte de plusieurs des emplacements où l'érosion est la plus marquée»⁸⁶. Les neuf emplacements examinés dans le rapport de l'UCR de 2013 se trouvaient sur les 15 kilomètres les plus en amont de la route et le Nicaragua prétend que les 26 kilomètres suivants «compren[nent] un grand nombre d'emplacements où l'érosion est beaucoup plus prononcée qu'aux endroits étudiés sur les 15 kilomètres en amont du fleuve»⁸⁷.

2.39. Deuxièmement, le Nicaragua reproche au rapport de l'UCR de 2013 d'appliquer à des marques d'érosion de grandes dimensions des taux mesurés sur des marques de taille réduite⁸⁸. Il estime que l'UCR aurait dû plutôt «recueillir des données réelles sur un nombre suffisant d'emplacements vraiment représentatifs»⁸⁹.

2.40. En 2014, l'UCR a ajouté des emplacements supplémentaires à son programme de surveillance et eu recours à des techniques plus perfectionnées pour confirmer la fiabilité de ses estimations de 2013. Au nombre des nouveaux emplacements figurent plusieurs des points d'érosion marquée observés par M. Kondolf. Les mesures de l'UCR ont confirmé la fiabilité des

⁸¹ Ces aspects ont été examinés et évalués dans Andreas Mende et Allan Astorga, «Inventaire des pentes et cours d'eau liés à la route frontalière 1856 entre la borne n° II et Delta Costa Rica», octobre 2013 (CMCR, annexe 6, l'«inventaire des pentes et cours d'eau de 2013»), et dans Allan Astorga G. et Andreas Mende, «Route 1856 : analyse de l'évolution de l'utilisation des terres d'après les images satellite prises avant et après la construction de la route frontalière», août 2013 (CMCR, annexe 3, le «rapport sur l'évolution de l'utilisation des terres de 2013»).

⁸² Rapport Thorne de 2013 (CMCR, appendice A), par. 8.44 et tableau 13.

⁸³ *Ibid.*, par. 8.45.

⁸⁴ *Ibid.*, par. 8.45 et tableau 14.

⁸⁵ *Ibid.*, par. 8.54.

⁸⁶ RN, par. 2.100.

⁸⁷ *Ibid.*, par. 2.100, renvoyant au rapport Kondolf de 2014 (RN, annexe 1), sect. 7, et à l'inventaire des points d'érosion marquée (appendice A).

⁸⁸ RN, par. 2.104, renvoyant au rapport Kondolf de 2014 (RN, annexe 1), sect. 7.

⁸⁹ RN, par. 2.104.

estimations de 2013. De fait, à ces emplacements supplémentaires, les taux d'affaissement de la surface du sol sont soit comparables, soit inférieurs aux taux estimés par l'UCR en 2013. Ces mesures confirment donc que les estimations supérieures de M. Kondolf, établies à partir de photographies et d'observations de la route depuis le fleuve et du haut des airs, sont exagérées.

33

2.41. En 2014, l'UCR a eu recours à un outil technologique plus perfectionné (la détection et télémétrie par ondes lumineuses, ou «LiDAR», dont l'équipe ne disposait pas auparavant) pour effectuer les mesures aux points de surveillance à long terme, au lieu de le faire manuellement⁹⁰. L'UCR a également utilisé la technique du levé photogrammétrique depuis un véhicule aérien sans pilote pour recueillir des données en des endroits auparavant inaccessibles. Grâce à ces moyens, l'UCR a pu mesurer les taux d'érosion individuels, plutôt que de calculer un taux d'érosion moyen pour toute la surface de chaque talus⁹¹. Cette méthode est expliquée aux figures 4.1 et 4.2 du rapport Thorne de 2015, qui sont reproduites ci-après par souci de commodité.

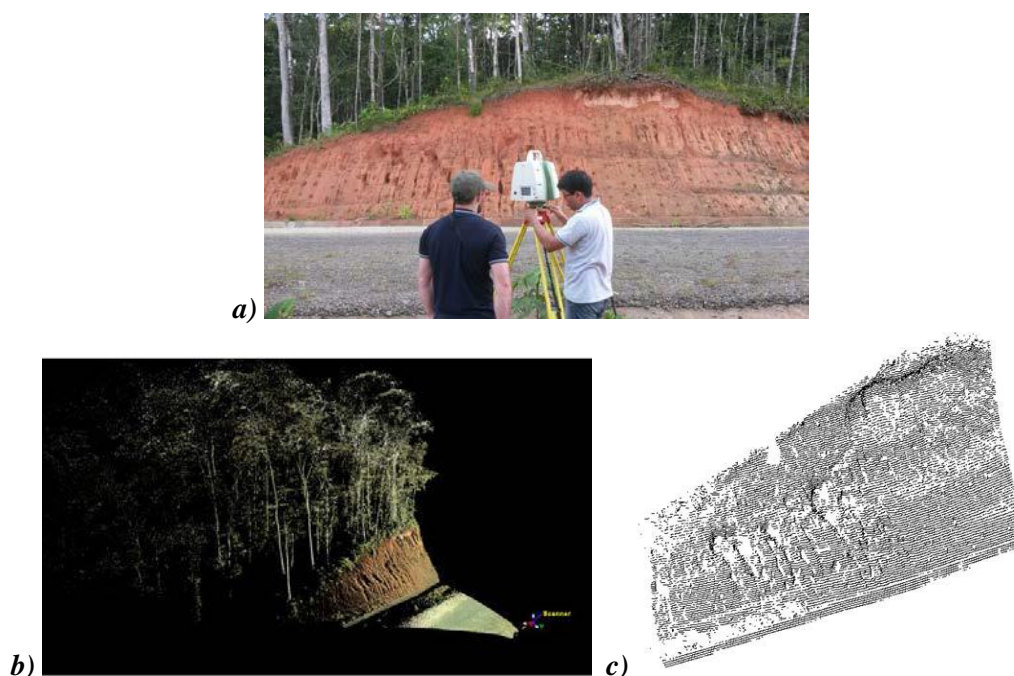
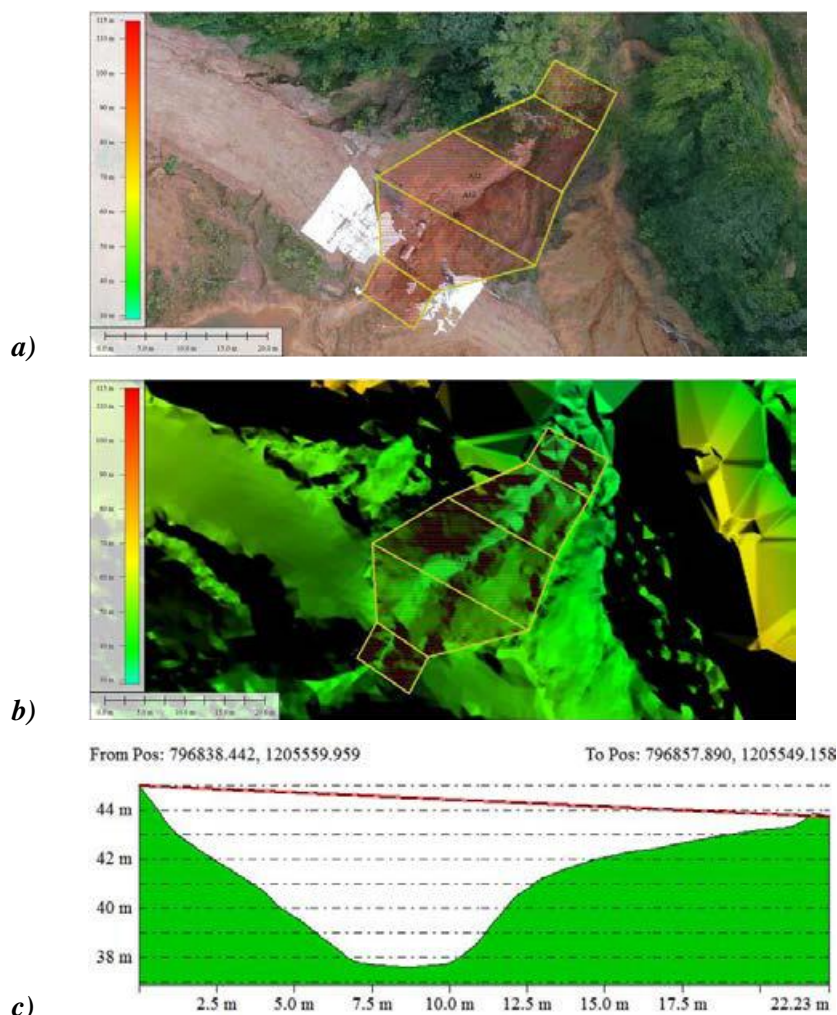


Figure 4.1 : a) Dispositif LiDAR terrestre au point de suivi n° 4 le 27 mai 2014, b) nuage de points LiDAR, c) isoplèthes à utiliser dans le cadre de mesures de l'érosion.

⁹⁰ Rapport UCR de 2014 (annexe 4), sect. 2.2 ; voir aussi rapport Thorne de 2015 (appendice A), par. 4.6.

⁹¹ Rapport UCR de 2014 (annexe 4), sect. 2.2.



a)

b)

c)

Figure 4.2 : a) Orthophotographie, b) modèle numérique de terrain, c) coupe transversale d'une ravine au point n° 12 (point d'érosion marquée n° 9.4 du rapport Kondolf) réalisée d'après un levé photogrammétrique effectué le 28 octobre 2014 et utilisée pour estimer la superficie couverte par la ravine et le volume érodé.

2.42. En outre, l'UCR a ajouté trois nouveaux points de suivi, numérotés 11, 12 et 13 dans le rapport de l'UCR de 2014 et correspondant aux points n°s 8.1, 9.4 et 9.5 du rapport Kondolf de 2014⁹². Pour ces emplacements, on dispose des estimations de MM. Kondolf et Hagans et Weaver, ce qui permet de comparer directement leurs taux estimatifs, calculés au moyen de photographies et d'observations de la route à distance, aux mesures effectuées au sol par l'UCR. Les taux mesurés par l'UCR en 2014 aux points n°s 8, 9 et 11 à 13 (c'est-à-dire les points Kondolf n°s 8.1, 9.4 et 9.5) sont indiqués au tableau 4.4 du rapport de l'UCR de 2014, reproduit ci-dessous :

⁹² Rapport de l'UCR de 2014 (annexe 4), sect. 2.1 ; voir aussi rapport Thorne de 2015 (appendice A), par. 4.3. Le point Kondolf n° 9.6 a été exclu de l'étude de l'UCR parce qu'il faisait l'objet de mesures correctives à l'époque de l'étude et l'UCR a adopté une démarche très prudente en n'incluant pas les sites où de tels travaux étaient en cours, pour évaluer effectivement l'impact de la route *avant* toute intervention : voir rapport de l'UCR de 2014 (annexe 4), sect. 2.1 ; voir aussi rapport Thorne de 2015 (appendice A), par. 4.19. L'UCR explique que le point Kondolf n° 8.2 a été exclu parce qu'il ne présentait pas un seul élément d'érosion dominant qui aurait permis à l'UCR de le classer conformément à la méthodologie adoptée dans son programme d'observation. Néanmoins, pour le point n° 8.2 et pour les points Kondolf n°s 10 à 17, l'UCR a conclu, d'après les observations de première main effectuées sur la route, qu'ils ne s'érodaient pas plus rapidement que les emplacements visés par leur programme d'observation : rapport de l'UCR de 2014 (annexe 4), sect. 2.1 ; voir aussi rapport Thorne de 2015 (appendice A), par. 4.19.

Tableau 4.4 : Données mesurées pour les ravines de talus de remblai sur les points de l'UCR n^{os} 8, 11, 12 et 13 (extrait du rapport de l'UCR de 2014)

Point	Superficie des ravines (m ²)	Volume érodé (m ³)	Taux annuel d'érosion (m/an)*
8	86	101,4	0,76
9	18,4	8,7	0,30
11 (8,1)	174	134,5	0,22
12 (9,4)	500	659,9	0,38
13 (9,5)	720	303,1	0,12

*N.B. Le taux d'érosion annuel au point n^o 8 est deux fois plus important qu'à l'emplacement où est enregistrée l'érosion la plus rapide dans le rapport Kondolf de 2014.

2.43. Compte tenu de l'adjonction de nouveaux points de suivi et des nouveaux moyens technologiques utilisés, les taux annuels d'érosion estimés par l'UCR dans son rapport de 2014 sont repris au tableau 4.2 du rapport Thorne de 2015, que nous reproduisons ici par souci de commodité. Le taux moyen d'érosion annuelle le plus élevé est utilisé pour chaque type d'érosion et de talus, ce qui, comme l'explique M. Thorne, garantit que les taux d'érosion utilisés par le Costa Rica sont prudents⁹³.

36

Tableau 4.2 : Taux d'érosion annuels maximaux (extrait du rapport de l'UCR de 2014)

Type d'érosion	Taux d'érosion des talus de remblai (m/an)	Taux d'érosion des talus de déblai (m/an)
Glissement rotationnel	0,40 ^a	0,40
Ravines	0,76	0,27
Rigoles	0,16 ^b	0,16
Nappe	0,14 ^c	0,07

- Aucun glissement rotationnel n'ayant été mesuré dans les talus de remblai, il est recommandé d'utiliser le taux d'érosion par glissement des talus de déblai.
- Dans le rapport de 2013, on a utilisé par prudence le même taux d'érosion pour les rigoles des talus de déblai et de remblai et la même méthode a été reprise dans le présent rapport. Le taux d'érosion estimatif des rigoles dans les talus de remblai étant plus faible (0,07 m/an), le taux d'érosion plus élevé mesuré dans les talus de déblai (0,16 m/an) est recommandé, par prudence, pour les deux emplacements.
- Le taux d'érosion en nappe recommandé est estimé au double du taux mesuré sur les talus de déblai, compte étant tenu de ce que la terre des prismes de remblai n'est pas compactée.

2.44. De plus, l'UCR fournit des estimations de l'érosion de la surface de la route, ajustées ensuite par l'ICE pour les tronçons de terre et de gravier, ainsi que les segments où la route est à l'état de piste⁹⁴.

2.45. Selon M. Thorne, les mesures effectuées en 2014 par l'UCR confirment que les taux d'érosion qu'elle avait calculés en 2013 étaient loin d'être «anormalement bas et non représentatifs», comme le prétend maintenant le Nicaragua :

«Il ressort de ces mesures que, si les ravines des points n^{os} 8.1, 9.4 et 9.5 de M. Kondolf sont plus importantes, du point de vue de la taille et des volumes de sédiments produits, que celles formées sur les talus de remblai des points de suivi n^{os} 8 et 9 de l'UCR, les *taux d'érosion* annuels moyens (obtenus par division des volumes érodés par la superficie, selon une vue en plan, et l'âge des ravines, ce qui correspond

⁹³ Rapport Thorne de 2015 (appendice A), par. 4.33.

⁹⁴ *Ibid.*, par. 4.79 et tableau 4.15.

au degré d'affaissement de la surface du sol en une année) aux points n^{os} 8.1, 9.4 et 9.5 de M. Kondolf sont en réalité largement inférieurs à ceux mesurés au point n^o 8 et comparables à ceux du point n^o 9.

37

Les taux d'érosion mesurés aux points n^{os} 8.1, 9.4 et 9.5 de M. Kondolf sont, par ailleurs, proches du taux d'érosion recommandé dans le rapport de l'UCR de 2013, qui était de 0,2 m/an (voir tableau 4.2). La conclusion de M. Kondolf selon laquelle les taux enregistrés par l'UCR en 2013 étaient anormalement bas et non représentatifs n'est donc nullement étayée par les mesures effectuées aux points n^{os} 8.1, 9.4 et 9.5 en 2014.»⁹⁵

2.46. De surcroît, comme l'UCR l'explique dans son rapport de 2014, tous les talus où des mesures correctives avaient été prises ou étaient en cours ont été exclus du programme de surveillance⁹⁶. Etant donné que ces mesures correctives ont eu pour effet de réduire l'érosion de la route, les taux d'érosion de l'UCR peuvent donc être considérés comme très prudents.

ii) Rapport Mende : mesure des superficies touchées par l'érosion

2.47. Comme on l'a vu au paragraphe 2.37, l'UCR a combiné les résultats de son programme de surveillance sur le terrain à une évaluation de la longueur et de la pente de la plate-forme de la route, de la superficie des talus de déblai et de remblai jalonnant son parcours (examinée et analysée dans l'inventaire des pentes et cours d'eau de 2013⁹⁷ et dans le rapport sur l'évolution de l'utilisation des terres de 2013⁹⁸) et de la surface de sa plate-forme.

38

2.48. Dans sa réplique, le Nicaragua critique l'inventaire des pentes et cours d'eau de 2013 sous trois aspects. Premièrement, il soutient que les taux appliqués ne sont pas ceux qui figurent dans le rapport de l'UCR de 2013⁹⁹. C'est exact, encore que les taux utilisés dans l'inventaire de 2013 soient généralement plus élevés que les taux estimatifs d'érosion figurant dans le rapport de l'UCR de 2013, ce qui rend plus prudente l'estimation des volumes de sédiments rejetés dans le fleuve en provenance de la route. Dans l'analyse actualisée qui figure dans le rapport de l'UCR de 2014 et dans le rapport Mende de 2014, les mêmes taux sont maintenant utilisés, sans aucune différence, de sorte qu'il n'y a plus d'écart¹⁰⁰. Quoi qu'il en soit, cet écart a toujours été sans conséquence car, dans son contre-mémoire, le Costa Rica s'est employé à démontrer que, même si l'on utilisait les estimations des experts du Nicaragua concernant les sédiments provenant de la route, il n'y avait aucun impact préjudiciable sur le fleuve. Cette conclusion demeure vraie au regard des éléments de preuve les plus récents fournis par les experts du Nicaragua, comme on le verra plus loin aux paragraphes 2.62 à 2.65.

2.49. Deuxièmement, le Nicaragua affirme que les superficies figurant dans l'inventaire de 2013 sont «sous-estimées» et «évaluées à l'œil nu», et non effectivement mesurées, de sorte que les estimations sont anormalement basses¹⁰¹. Il est exact que des estimations visuelles ont été

⁹⁵ Rapport Thorne de 2015 (appendice A), par. 4.16-4.17.

⁹⁶ Rapport de l'UCR de 2014 (annexe 4), sect. 2.1 ; voir aussi rapport Thorne de 2015 (appendice A), par. 4.19.

⁹⁷ Inventaire des pentes et cours d'eau de 2013 (CMCR, annexe 6).

⁹⁸ Rapport sur l'évolution de l'utilisation des terres (CMCR, annexe 3).

⁹⁹ RN, par. 2.109.

¹⁰⁰ Rapport Mende de 2014 (annexe 3), p. 1.

¹⁰¹ RN, par. 2.110.

utilisées en 2013, et il importe de signaler que l'évaluation des superficies pour l'inventaire de 2013 a été compliquée par les conditions météorologiques peu clémentes, en raison desquelles il était difficile de réaliser des mesures sur le terrain et d'accéder à certains tronçons de la route en voiture ou même à pied, comme l'explique M. Mende¹⁰².

39

2.50. M. Mende a entrepris une nouvelle campagne de mesures sur le terrain pendant la saison sèche de 2014 et a été en mesure d'examiner chaque talus et passage de cours d'eau entre la borne n° II et Delta Costa Rica, et d'apprécier ainsi de plus près l'état de la route. En outre, il a pu recourir pour ce travail à des techniques plus perfectionnées que celles dont il disposait en 2013¹⁰³. Grâce à ces nouveaux moyens, il a pu mesurer des distances de 10 à 100 m avec une précision de $\pm 0,5$ m et les différences d'élévation, avec une précision de $\pm 0,2$ m¹⁰⁴. L'exactitude des mesures effectuées sur le terrain s'en est trouvée accrue, ainsi que la fiabilité des résultats.

2.51. Enfin, le Nicaragua relève dans l'inventaire de 2013 une erreur de calcul tenant à l'hypothèse selon laquelle tous les talus seraient verticaux¹⁰⁵. Cette erreur a été corrigée dans le rapport Mende, de sorte que le calcul de la superficie des talus a donné lieu à des résultats plus élevés¹⁰⁶. Bien que ce facteur ait effectivement eu une incidence sur l'estimation, par les experts du Costa Rica, de l'apport sédimentaire provenant de la route, il n'en a eu aucune sur l'évaluation de l'impact préjudiciable par M. Thorne : même si l'on s'en tient aux estimations des experts du Nicaragua, la route n'aurait eu aucun impact préjudiciable sur le fleuve. Cela est toujours le cas, comme on le verra plus loin aux paragraphes 2.62 à 2.65.

iii) Application des taux d'érosion aux zones touchées

2.52. Les taux d'érosion estimatifs figurant dans le rapport de l'UCR de 2014 ont été appliqués à chacun des talus qui jalonnent la route et dont les dimensions sont fournies dans le rapport Mende de 2014. Comme on l'a vu au paragraphe 2.43, les taux moyens annuels les plus élevés ont été retenus, ce qui donne un caractère prudent aux résultats. Un exemple de ce calcul appliqué au talus de déblai T-8a est présenté au tableau 4.6 du rapport Thorne de 2015, lequel est reproduit ici par souci de commodité.

40

Tableau 4.6 : Exemple de calcul du volume érodé annuel pour le talus de déblai T-8a

Type d'érosion	Taux d'érosion du talus de déblai (m/an)	Superficie concernée (m ²)	Volume érodé annuel estimé (m ³ /an)
Erosion en nappe	0,07	185	13
Rigoles	0,16	554	89
Ravines	0,27	369	100
Glissement de terrain	0,40	739	296
Total	--	1847	497

¹⁰² Rapport Mende de 2014 (annexe 3), p. 3.

¹⁰³ *Ibid.*, p. 4.

¹⁰⁴ *Ibid.*

¹⁰⁵ RN, par. 2.111.

¹⁰⁶ Rapport Mende de 2014 (annexe 3), p. 2.

2.53. Le même calcul a été effectué pour les 201 talus que compte la route, ce qui a permis d'estimer à 72 000 m³/an, soit 120 000 t/an, le volume des sédiments produits par l'érosion des talus de la route¹⁰⁷. Selon M. Thorne, cette estimation est plus précise en raison des techniques perfectionnées qui ont été utilisées, mais elle est également très prudente, parce qu'elle est fondée sur les taux d'érosion moyens les plus élevés pour les quatre types d'érosion possibles :

«Ce volume se fonde sur un scénario dans lequel les quatre types d'érosion se produiraient selon leur taux le plus élevé, et ce, sur l'ensemble des talus situés tout le long du tracé de la route. Pour que 72 000 m³ de sédiments soient effectivement produits en une seule année, il faudrait que les précipitations soient suffisamment fortes et fréquentes sur une zone suffisamment étendue pour que les taux d'érosion soient à leur maximum sur toute la longueur de la route, ce qui est peu probable pour les raisons météorologiques exposées à la section 4 D ci-après. A mon sens, il s'agit donc là, pour ce qui est de l'érosion des talus le long de la route, du scénario de précipitations le plus pessimiste, hypothèse très improbable qui rend l'estimation extrêmement prudente. Par ailleurs, il n'est absolument pas tenu compte de la diminution de l'érosion des talus du fait du programme d'atténuation de l'érosion mis en place par le CONAVI et la CODEFORSA, qui enregistre des résultats significatifs depuis 2013 (voir section 7 ci-après). En conséquence, le chiffre obtenu par M. Mende de 72 000 m³/an de sédiments produits par l'érosion des talus correspond au scénario le plus défavorable, et ne représente en aucun cas une valeur moyenne annuelle.

41

L'estimation de 2014 du volume de sédiments produits par l'érosion des talus est près de deux fois supérieure à celle de 2013, qui était de 36 590 m³/an (ou 61 100 tonnes/an). Cette augmentation est due à une sous-estimation, dans le rapport de 2013 de M. Mende, de la superficie couverte par les talus. L'utilisation d'instruments de meilleure qualité lors de la campagne sur site de 2014 lui a permis de mesurer précisément — au lieu de les estimer — les dimensions des talus et de produire des résultats plus justes, notamment dans les cas où la route se situe en haut de la pente. Si l'on applique le taux de conversion de 1,67 tonne/m³ utilisé en 2013, 72 000 m³/an représentent, à peu de chose près, 120 000 tonnes/an.»¹⁰⁸

2.54. Selon M. Thorne, ces estimations concernant l'érosion des talus doivent l'emporter sur celles calculées par M. Kondolf à partir d'observations à l'œil nu :

«Je suis convaincu que l'estimation révisée de 72 000 m³/an (soit 120 000 tonnes/an) proposée dans le rapport Mende de 2014 constitue une estimation fiable — correspondant à l'hypothèse la plus défavorable — du taux d'érosion annuel des talus situés le long de la route entre la borne n° II et Delta Costa Rica, et ce, pour les raisons suivantes :

- a) elle est fondée sur deux années de suivi et de mesures sur site à l'aide de technologies de précision ;
- b) les taux d'érosion maximaux mesurés sont appliqués simultanément à l'ensemble des talus situés le long de la route ;

¹⁰⁷ Rapport Mende de 2014 (annexe 3), p. 30 ; voir aussi rapport Thorne de 2015 (appendice A), par. 4.37.

¹⁰⁸ Rapport Thorne de 2015 (appendice A), par. 4.36-4.37.

c) aucune réduction n'est appliquée pour tenir compte des effets modérateurs des travaux de stabilisation des talus entrepris par le CONAVI et la CODEFORSA (qui permettent aujourd'hui de réduire l'érosion sur plus de la moitié des talus où ces mesures sont nécessaires).

En résumé, je considère que ce chiffre est une estimation extrêmement prudente, correspondant à l'érosion qui serait observée dans le scénario pluviométrique le plus défavorable, lequel est peu susceptible de se réaliser.»¹⁰⁹

42

2.55. A cette valeur estimative de l'érosion des talus en a été ajoutée une autre concernant l'érosion de la surface de la route, fondée sur les taux de l'UCR. En posant comme prémisse que 60 % des sédiments produits par l'érosion de la route atteignent le fleuve, prémisse formulée par les experts du Costa Rica en 2013 et reprise par M. Kondolf, qui l'a jugée raisonnable dans son rapport de 2014¹¹⁰, on obtient dans l'hypothèse la plus pessimiste un volume de 74 949 tonnes (ou 44 880 m³) de sédiments provenant de la route qui se déposent chaque année dans le fleuve¹¹¹. Ces chiffres sont présentés au tableau 4.16 et à la figure 4.16 du rapport Thorne de 2015, reproduits ci-après par souci de commodité.

Tableau 4.16 : Quantités annuelles de sédiments produites par la route dans les bassins des principaux affluents costa-riciens entre la borne n° II et Delta Costa Rica dans le scénario pluviométrique le plus pessimiste (extrait du rapport de l'ICE de 2014)

Bassin d'affluent	Longueur de route (km)	Apports sédimentaires dans le scénario le plus pessimiste (m ³ /an)			Total	Apports sédimentaires dans le scénario le plus pessimiste (t/an)
		Plateforme de la route	Talus de déblai	Talus de remblai		
<i>Principaux bassins d'affluents costa-riciens dont les eaux sont directement drainées par le San Juan</i>						
Infiernito	41,0	855	12 348	19 051	32 253	53 863
San Carlos	11,1	173	253	399	825	1 378
Cureña	29,5	387	1 738	8 966	11 091	18 521
Sarapiquí	4,5	172	49	-----	221	369
Chirripó	22,8	192	190	107	489	817
<i>Zone costa-ricienne dont les eaux sont directement drainées par le San Juan</i>						
Total	108,8	1 778	14 578	28 523	44 880	74 949

¹⁰⁹ Rapport Thorne de 2015 (appendice A), par. 4.40.

¹¹⁰ *Ibid.*, par. 4.80.

¹¹¹ *Ibid.*, par. 4.80 et tableau 4.16.

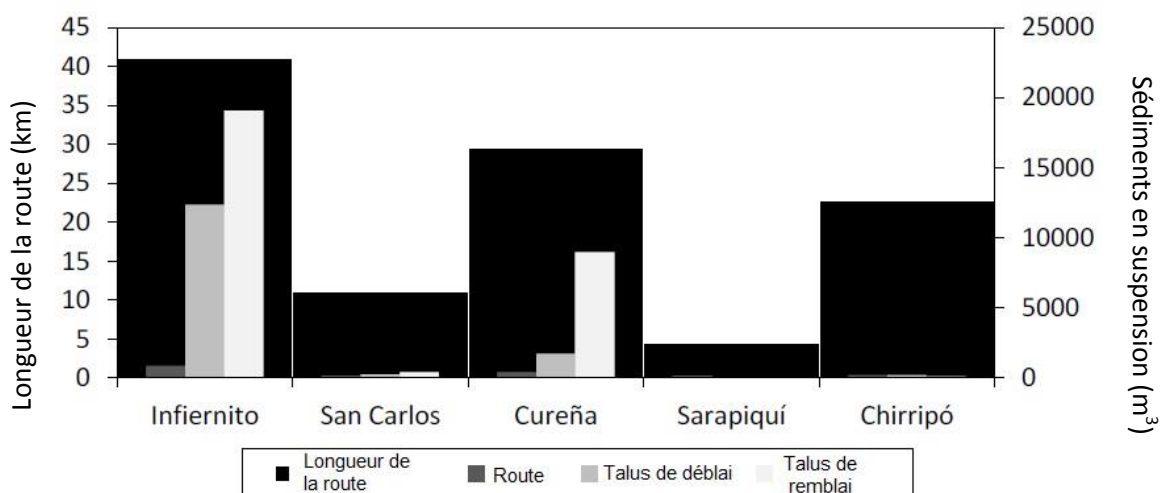


Figure 4.16 : Quantités annuelles de sédiments produites par la route dans les bassins des principaux affluents costa-riciens entre la borne n° II et Delta Costa Rica dans le scénario pluviométrique le plus pessimiste (extrait du rapport de l'ICE de 2014).

43

2.56. Comme il a été mentionné au paragraphe 2.46, les estimations costa-riciennes concernant l'érosion de la route résultent de l'observation d'emplacements non touchés par des mesures correctives. Aussi sont-elles très prudentes, parce que les mesures correctives réduisent efficacement l'érosion de la route, comme on le verra en détail à la section C 5) ci-dessous.

2.57. Les estimations de M. Kondolf quant à l'apport sédimentaire provenant de la route sont par ailleurs gonflées par adjonction des volumes de sédiments produits par l'érosion des «voies d'accès» au fleuve¹¹². Encore une fois, ces estimations reposent sur l'observation visuelle de la route (et éventuellement des voies d'accès). Lorsqu'il a emprunté certaines de ces voies en août 2014, M. Thorne a remarqué que la plupart existaient avant la construction de la route et étaient restées pratiquement inchangées. On en trouve quelques clichés révélateurs à la figure 7.10 du rapport de M. Thorne, laquelle est reproduite ci-dessous par souci de commodité.



Figure 7.10. Exemples de voies d'accès empruntées au cours de la visite sur le terrain effectuée le 29 août 2014. Photographies de l'auteur [M. Thorne].

¹¹² Rapport Kondolf de 2014 (RN, annexe 1), p. 58 et 61 ; et RN, par. 2.4 et 2.66.

44 2.58. Voici ce que conclut M. Thorne au sujet de l'hypothèse formulée par M. Kondolf, selon laquelle des quantités importantes de sédiments provenant de ces routes d'accès parviennent jusqu'au fleuve :

«Compte tenu de l'état stable des voies d'accès, de leur éloignement du fleuve et de la rareté des cours d'eau qui les relient à celui-ci, il me semble peu probable que des quantités importantes de sédiments produits par ces voies secondaires atteignent le San Juan.»¹¹³

2.59. Le Nicaragua reproche par ailleurs au Costa Rica de ne pas tenir compte, dans ses estimations, de l'érosion supplémentaire causée par les «passages de cours d'eau effondrés»¹¹⁴. M. Thorne explique que nombre de ces ouvrages ont été remis en état ou que des mesures correctives y sont en cours ou prévues et que, pour cette raison, l'UCR les a exclus de son programme de surveillance. En tout état de cause, étant donné leur caractère très limité, ces apports ne peuvent, selon M. Thorne, avoir d'effet important ou durable sur le fleuve :

«Ces estimations ne tiennent pas compte des apports sédimentaires provenant des zones perturbées par la construction en 2011. En effet, dans ces zones, la végétation a par la suite été rétablie, de manière naturelle ou grâce aux mesures mises en œuvre par la CODEFORSA et le CONAVI. Elles ne tiennent pas compte non plus de l'érosion causée par les passages de cours d'eau écroulés. Ce point a été soulevé pour critiquer les estimations établies en 2013 au paragraphe 2.119 de la réplique du Nicaragua. Pour comprendre pourquoi il a été décidé de ne pas chercher à estimer l'érosion au niveau de ces points de passage en 2014, il suffit d'examiner, par exemple, la figure 24 du rapport Kondolf de 2014 (p. 36), qui montre le point où la route traverse un petit fossé servant au drainage d'une zone de pâturage. La largeur du fossé n'est pas précisée, mais on peut l'estimer à environ 2 mètres, la route mesurant en moyenne 10 mètres de large et le fossé étant manifestement bien plus étroit. Aux alentours du fossé, le chenal du fleuve San Juan mesure environ 200 mètres de large. Dans ce segment, le fleuve présente un débit annuel moyen de l'ordre de 500 m³/s et une charge sédimentaire annuelle de plusieurs millions de tonnes. Il s'ensuit que le volume de sédiments susceptible d'être produit par un fossé de seulement 2 mètres de large au niveau d'un point de passage écroulé s'étendant sur une dizaine de mètres est insuffisant pour avoir un impact important ou durable sur le fleuve San Juan ou son cours inférieur. En tout état de cause, sur les 127 points de passage de cours d'eau étudiés dans l'inventaire réactualisé du rapport Mende de 2014, 40 % de ces ouvrages ont bénéficié ou bénéficient actuellement de mesures d'atténuation, et 36 % ne nécessitent aucune mesure, soit parce qu'ils sont stables (19 %), soit parce que la route n'est qu'une simple piste à cet endroit (17 %). Des mesures d'atténuation ont été programmées pour le reste des points de passage où elles sont nécessaires (24 %).»¹¹⁵

45 2.60. Pour étayer ses allégations d'impact préjudiciable, le Nicaragua affirme enfin que l'estimation de l'érosion par le Costa Rica «ne tient pas compte des travaux de construction supplémentaires effectués sur la route», c'est-à-dire des nouveaux tronçons de la route que le Costa Rica pourrait encore construire¹¹⁶. Ce genre de conjecture ne constitue évidemment pas une

¹¹³ Rapport Thorne de 2015 (appendice A), par. 7.32.

¹¹⁴ RN, par. 2.119.

¹¹⁵ Rapport Thorne de 2015 (appendice A), par. 4.81.

¹¹⁶ RN, par. 2.118.

preuve d'impact préjudiciable important sur le fleuve ; le Nicaragua n'a pas davantage établi l'existence d'un risque important à cet égard.

2.61. Pour résumer, l'estimation que fait le Nicaragua des volumes de sédiments produits par l'érosion de la route et se déversant dans le fleuve, fondée sur des approximations visuelles, est considérablement exagérée pour les raisons qui viennent d'être expliquées. Les experts du Costa Rica ont quant à eux avancé une estimation solide, de l'ordre de 75 000 tonnes (ou 45 000 m³) par an, ce qui est négligeable par rapport à la charge sédimentaire du fleuve, ainsi qu'il sera expliqué ci-dessous.

3. Impact des sédiments produits par l'érosion de la route sur la charge sédimentaire totale du fleuve

46

2.62. Comme il a été mentionné au paragraphe 2.13 ci-dessus, l'évaluation des allégations d'impact préjudiciable avancées par le Nicaragua (qui sont fondées sur le rejet dans le fleuve de sédiments provenant de la route) suppose l'examen de l'apport sédimentaire attribuable à l'érosion de la route par rapport à la charge sédimentaire existante du fleuve.

2.63. Comme on l'a vu à la section 1) ci-dessus, l'estimation la plus solide de la charge annuelle totale moyenne du fleuve San Juan établit celle-ci à 12 678 000 t/an, à savoir une charge en suspension de 9 078 000 t/an et une charge de fond de 3 600 000 t/an. Dans le cours inférieur du San Juan, la charge totale est estimée à 2 181 000 tonnes, soit une charge en suspension de 1 479 000 tonnes et une charge de fond de 702 000 tonnes¹¹⁷.

2.64. Il a été mentionné au paragraphe 2.61 que l'apport sédimentaire moyen provenant de la route était estimé à quelque 75 000 t/an (compte non tenu de l'effet des mesures correctives). Par rapport à une charge sédimentaire de 12 678 000 t/an, cet apport «représente 0,6 %, soit un pourcentage indétectable de la charge totale» du fleuve¹¹⁸. Cette proportion est de toute évidence trop faible pour avoir un impact quelconque sur le fleuve, sans parler d'un impact important.

47

2.65. Comme on l'a vu au paragraphe 2.36, l'estimation que fait M. Kondolf des volumes de sédiments rejetés annuellement dans le fleuve en provenance de la route (de 116 000 à 150 000 m³/an, soit de 194 000 à 250 500 t/an) est considérablement exagérée. Mais à supposer même que ce chiffre soit exact — ce que le Costa Rica ne reconnaît pas — il ne représenterait que de 1 à 2 % de la charge sédimentaire annuelle totale du fleuve¹¹⁹, ou 2 à 3 % de la charge de sédiments en suspension¹²⁰. Un apport de cet ordre est également trop faible pour avoir un impact préjudiciable quelconque sur le fleuve¹²¹. Enfin, si l'on applique l'estimation de la charge annuelle totale moyenne de M. Andrews (13,7 millions de tonnes/an), le pourcentage représenté par cet apport serait encore inférieur, mais toujours compris dans la fourchette de 1 à 2 %¹²².

¹¹⁷ Rapport Thorne de 2015 (appendice A), tableau 4.17 b).

¹¹⁸ *Ibid.*, par. 4.94.

¹¹⁹ *Ibid.*, par. 4.93.

¹²⁰ *Ibid.*, par. 4.114.

¹²¹ *Ibid.*

¹²² *Ibid.*, par. 4.96.

4. Impact des sédiments provenant de l'érosion de la route sur le lit du San Juan inférieur

2.66. Ainsi que l'a expliqué M. Thorne dans son rapport de 2013, même si tous les sédiments provenant de la route qui pénètrent dans le cours inférieur du San Juan se déposaient sur le lit de celui-ci (hypothèse peu probable pour les raisons qu'il indique), et si l'on retenait les estimations fournies par le Nicaragua dans son mémoire (qui sont sans doute considérablement exagérées), l'accroissement du taux d'alluvionnement du lit resterait infime¹²³.

2.67. Dans sa réplique, s'appuyant sur les travaux de M. Andrews, le Nicaragua soutient que «presque tous les sédiments grossiers ... se déposent sur les trois premiers kilomètres» du San Juan inférieur¹²⁴. Selon M. Thorne, cette affirmation n'est pas crédible. Il se peut bien qu'une part des sédiments grossiers se dépose sur les trois premiers kilomètres, mais le reste du sable qui pénètre dans le San Juan inférieur se répartit le long du chenal et dans la baie de San Juan del Norte, et cela pour trois raisons :

- 48
- a) Premièrement, l'étude que le Nicaragua a lui-même réalisée pour son programme de dragage a établi que le lit du San Juan inférieur est formé de sable mobile sur toute sa longueur¹²⁵, ce qui met en doute la nouvelle prétention du Nicaragua selon laquelle presque tous les sédiments se déposent sur les trois premiers kilomètres du San Juan inférieur.
 - b) Deuxièmement, la croissance du micro-delta situé à une trentaine de kilomètres en aval de Delta Colorado indique que le San Juan inférieur a la capacité de transporter du sable sur toute sa longueur¹²⁶.
 - c) Troisièmement, plus de 20 emplacements où le Nicaragua a effectué des opérations de dragage dans le cours inférieur du San Juan sont situés en aval des trois premiers kilomètres¹²⁷. Si tous ou «presque tous» les sédiments grossiers qui pénètrent dans le San Juan inférieur se déposaient sur les trois premiers kilomètres, comme il le prétend maintenant, on peut se demander pourquoi le Nicaragua aurait eu besoin de draguer le fleuve dans ces secteurs en aval, notamment aux environs du «territoire litigieux».

2.68. Comme l'explique M. Thorne, même si l'on admet les chiffres avancés par l'expert du Nicaragua concernant les sédiments issus de la route (qui, pour les raisons expliquées plus haut, sont considérablement exagérés), ainsi que l'hypothèse selon laquelle tous ces sédiments se déposent sur les trois premiers kilomètres du San Juan inférieur (hypothèse qui, pour les raisons expliquées plus haut, est indéfendable), le lit du San Juan inférieur n'en serait exhausé que de 5 à 10 mm par année :

«Si je devais admettre — ce qui n'est pas le cas — l'estimation du rapport Kondolf de 2014 selon laquelle la quantité de sédiments issus de la route et des voies d'accès qui est transportée dans le fleuve chaque année se situe entre 116 000 et 150 000 m³, et en appliquant les hypothèses de M. Andrews selon lesquelles 10 % de

¹²³ Rapport Thorne de 2013 (CMCR, appendice A), par. 8.60.

¹²⁴ RN, par. 2.63, renvoyant au rapport Andrews (RN, annexe 3), sect. V D).

¹²⁵ *Certaines activités*, contre-mémoire du Nicaragua, annexe 7, «Etude d'impact environnemental visant à améliorer la navigabilité du fleuve San Juan de Nicaragua (extraits)», septembre 2006 ; voir aussi rapport Thorne de 2015 (appendice A), par. 5.26.

¹²⁶ Rapport Thorne de 2015 (appendice A), par.5.27.

¹²⁷ Voir *Certaines activités*, mémoire du Costa Rica, croquis 7.1 ; et rapport Thorne de 2015 (appendice A), par. 5.28.

49

ces sédiments sont acheminés jusqu'au San Juan inférieur, et 12 à 18 % sont de qualité relativement grossière, entre 1390 et 2700 m³ de sable produits par la route 1856 et ses voies d'accès s'ajouteraient à la charge grossière émise par d'autres sources. Si l'intégralité de cette charge supplémentaire se déposait dans un rayon de 3 kilomètres autour du point de bifurcation, ce qui, de mon point de vue, est irréaliste, cela entraînerait une élévation du lit du fleuve d'à peine 5 à 10 mm en moyenne. Par conséquent, et suivant le calcul de M. Andrews, toute modification du niveau moyen du lit demeurerait impossible à mesurer. Par ailleurs, il convient de tenir compte de la durée limitée de cette sédimentation, l'apport de sable de la route diminuant sous l'action des mesures d'atténuation mises en œuvre, du rétablissement du couvert végétal dans les zones touchées et de l'assouplissement des pentes à prévoir dans le cadre du retour à l'équilibre selon l'«équation de vitesse» géomorphologique de Graf (Graf 1977).

En tout état de cause, ainsi que le souligne M. Andrews, la répartition des eaux (et, partant, celle de la charge de sédiments grossiers) au point de bifurcation ne peut être «détermin[ée] avec certitude», ce qui exclut toute possibilité d'établir un lien de causalité entre la construction de la route et les changements intervenus dans le niveau du lit du San Juan inférieur, tant que n'auront pas été recueillies les données nécessaires pour déterminer dans quelles proportions se répartissent les eaux et les charges sédimentaires au point de bifurcation.

Au vu de ces éléments, non seulement il est presque certain que les sédiments grossiers produits par l'érosion de la route *n'ont pas pu* avoir d'impact perceptible sur les charges sédimentaires ou les niveaux du lit du San Juan inférieur immédiatement en aval du point de bifurcation, mais il est aussi impossible de prouver qu'ils *aient effectivement eu* pareil impact.»¹²⁸

2.69. Se fondant sur les travaux de M. Andrews, le Nicaragua prétend en outre que les sédiments fins transportés dans le cours inférieur du San Juan «se déposent [eux] aussi après avoir atteint les eaux «saumâtres» (c'est-à-dire partiellement salées) que l'on trouve dans les secteurs du fleuve proches de la mer des Caraïbes»¹²⁹, de sorte que «[l']essentiel des sédiments relativement fins se déposeront dans le delta et ne sont pas, comme l'affirme M. Thorne, emportés dans l'océan»¹³⁰. Cela est inexact. M. Thorne a expliqué que la mer des Caraïbes est dotée d'un régime de marées très faibles et que, en conséquence, l'eau salée ne remonte pas très loin à l'intérieur du delta et la vaste majorité des sédiments fins transportés dans le cours inférieur du San Juan sont emportés vers la mer des Caraïbes :

50

«La position défendue par M. Andrews pourrait se vérifier pour un delta formé en environnement marin soumis à de fréquentes «*montées de marée*». Or, la mer des Caraïbes a un régime de très faibles marées, dont l'amplitude diurne moyenne est d'à peine 20 cm (Kjerfve, 1981). Cela explique pourquoi la plus grande partie des sédiments fins charriés par le San Juan inférieur ne se dépose pas dans le delta, mais est transportée jusque dans la mer des Caraïbes, comme je l'ai indiqué dans mon

¹²⁸ Rapport Thorne de 2015 (appendice A), par.5.33-5.35.

¹²⁹ RN, par. 2.67.

¹³⁰ Rapport Andrews (RN, annexe 3), p. 29.

rapport de 2013 et comme l'illustrent les images satellite prises pendant une saison humide normale (figure 5.4), qui permettent d'observer la présence de panaches d'eaux turbides s'étendant jusqu'à la baie de San Juan del Norte et la mer des Caraïbes.»¹³¹

Les images satellite présentées à la figure 5.4 du rapport Thorne (et reproduites ci-dessous) montrent effectivement des panaches d'eaux turbides du fleuve s'étendant jusque dans la baie de San Juan del Norte et la zone littorale de la mer des Caraïbes.



51

Figure 5.4 : Images satellite montrant la présence, dans le cours inférieur du San Juan, d'eaux turbides à forte concentration de sédiments fins qui s'écoulent jusqu'à la baie de San Juan del Norte et le système sédimentaire du littoral caraïbe. Clichés pris *a)* le 13 décembre 1997, *b)* le 26 novembre 2013.

2.70. Enfin, le Nicaragua invoque, à l'appui de ses allégations d'impact préjudiciable, le dépôt de sédiments sur le lit du San Juan inférieur en provenance des «bassins hydrographiques costa-riciens», dont il allègue qu'ils «ont subi une forte déforestation et d'importants changements d'utilisation des terres, ce qui accroît leur apport sédimentaire au fleuve»¹³². Comme il a été expliqué au chapitre 1 ci-dessus, ces allégations soulèvent des questions qui débordent le cadre du différend soumis à la Cour en l'espèce. Elles sont de toute manière infondées, pour autant que les

¹³¹ Rapport Thorne de 2015 (appendice A), par. 5.38.

¹³² RN, par. 2.69, renvoyant au rapport Andrews (RN, annexe 3), sect. IV D).

52

experts du Costa Rica ont pu le vérifier dans le temps dont ils disposaient pour examiner ces questions complexes¹³³. En outre, comme le montrent les photographies des rivières Santa Cruz et Sábalos présentées à la figure 4.26 du rapport Thorne de 2015, d'importantes quantités de sédiments semblent pénétrer dans le fleuve San Juan depuis le territoire nicaraguayen.

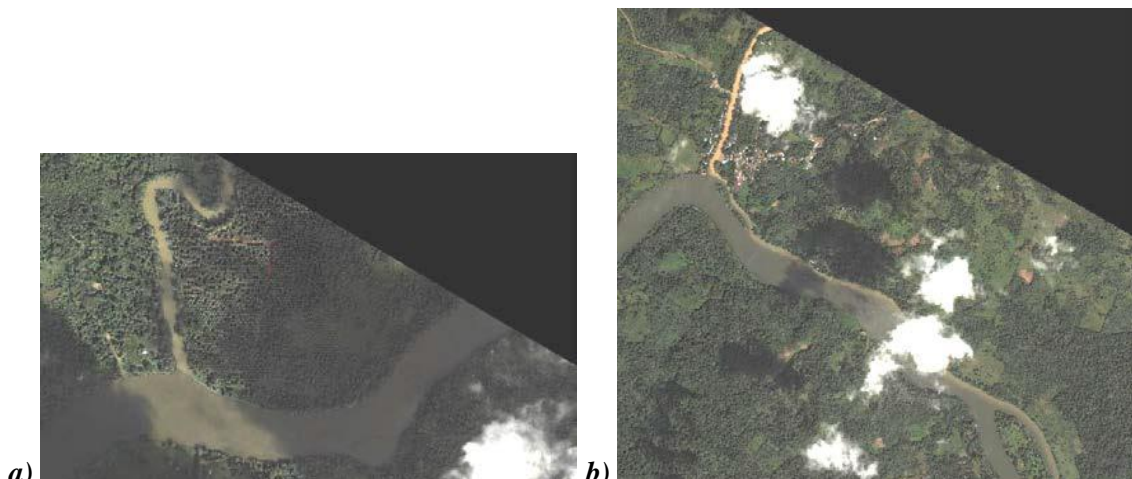


Figure 4.26 : Eaux turbides drainées par le fleuve San Juan le 23 décembre 2012 des affluents nicaraguayens a) Santa Cruz et b) Sábalos

5. Impact éventuel des précipitations accompagnant les ouragans et tempêtes tropicales

2.71. Dans son mémoire, le Nicaragua citait les propos de M. Kondolf selon lesquels, dans la région de la route, «les précipitations peuvent être extrêmement intenses, en particulier lors de tempêtes tropicales et d'ouragans»¹³⁴, pour soutenir que le volume de sédiments rejetés dans le fleuve depuis la route «augmentera[it] de façon spectaculaire»¹³⁵.

53

2.72. Or, ainsi que le Costa Rica l'a expliqué dans son contre-mémoire, la région de la route n'a jamais été directement touchée par un ouragan¹³⁶ et les tempêtes qui sont passées au nord de celle-ci n'y ont laissé que des précipitations peu exceptionnelles et comprises dans les limites de la pluviosité naturelle de la région, qui est abondante¹³⁷.

¹³³ Rapport Thorne de 2015 (appendice A), par. 4.120-4.141.

¹³⁴ Rapport Kondolf de 2012 (MN, annexe 1), par. 4.7.

¹³⁵ MN, par. 4.19.

¹³⁶ Voir United States National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), carte des trajectoires passées des ouragans (CMCR, annexe 13, <http://csc.noaa.gov/hurricanes>).

¹³⁷ CMCR, par. 3.34-3.35; voir aussi lettre en date du 7 novembre 2013 adressée à S. Exc. M. Edgar Ugalde Álvarez par le directeur général de l'Institut national de météorologie du Costa Rica (CMCR, annexe 68).

2.73. Dans sa réplique, s'appuyant de nouveau sur les travaux de M. Kondolf, le Nicaragua affirme que l'ouragan Irene-Olivia a suivi la rive nord du San Juan en 1971 et que «les tempêtes tropicales sont bien connues dans la région»¹³⁸. M. Kondolf fait par ailleurs expressément référence à une tempête tropicale survenue en mai 2004¹³⁹.

2.74. Le Costa Rica soumet avec la présente duplique un rapport explicatif établi par le directeur général de l'institut météorologique national du Costa Rica, M. Juan Carlos Fallas Sojo (qui est également professeur de physique et de météorologie à l'université du Costa Rica, ci-après le «rapport Fallas»), selon lequel le phénomène observé en mai 2004 n'était pas une «tempête tropicale», mais une «onde tropicale», soit une ligne d'orages sans véritable mouvement éolien organisé. Cette caractéristique la distingue des tempêtes tropicales, des dépressions tropicales et des ouragans, auxquels sont associés une circulation d'air bien organisée dans le sens contraire à celui des aiguilles d'une montre, ainsi que des vents forts. Dans le système montagneux qui domine au Costa Rica, ces vents dont la direction est contraire à celle des aiguilles d'une montre favorisent l'«effet orographique», ce qui concentre les précipitations sur le côté des montagnes exposé au vent. D'après M. Fallas, les précipitations accompagnant un ouragan ou une tempête tropicale sont par conséquent plus importantes dans les bassins hydrographiques drainés par le Pacifique que dans ceux drainés par la mer des Caraïbes, comme celui du fleuve San Juan¹⁴⁰.

54

2.75. Faisant fond sur le rapport Fallas, M. Thorne conclut que les experts du Nicaragua ont surestimé le risque de précipitations sans précédent et l'impact éventuel sur les charges sédimentaires du fleuve San Juan des pluies accompagnant un ouragan ou une tempête tropicale :

«En tant que géomorphologiste, je suis d'avis que le risque d'érosion rapide due à des précipitations intenses dans la zone située à proximité de la route est probablement plus élevé lors des orages localisés qui caractérisent une onde tropicale que lors d'un cyclone tropical. Or ces fortes pluies localisées, bien que fréquentes, ont des répercussions limitées car, pour reprendre les termes de mon précédent rapport, «l'hydrologie, la dynamique sédimentaire, la morphologie et l'environnement du fleuve sont tout à fait adaptés aux effets de pluies fréquentes et fortes» (rapport Thorne de 2013, paragraphe 6.20).»¹⁴¹

2.76. Dans un nouvel effort en vue d'étayer ses allégations d'impact préjudiciable, le Nicaragua soutient qu'«[u]ne érosion majeure de la route est également à prévoir en cas de tremblement de terre»¹⁴², ce qu'il considère comme un risque «très réel»¹⁴³. Bien que les tremblements de terre ne soient pas inconnus dans la région, comme l'explique M. Thorne, la superficie des talus de la route est infime si on la compare à celle qui serait touchée par les glissements de terrain déclenchés par un tremblement de terre.¹⁴⁴ Dans ces conditions, le risque supplémentaire associé à un tremblement de terre dans les environs de la route est infime.

¹³⁸ RN, par. 3.49, renvoyant au rapport Kondolf de 2012, sect. 12.

¹³⁹ Rapport Kondolf de 2014 (RN, annexe 1), p. 71.

¹⁴⁰ Rapport Fallas (annexe 9), p. 3.

¹⁴¹ Rapport Thorne de 2015 (appendice A), par. 4.112.

¹⁴² RN, par. 3.56.

¹⁴³ *Ibid.*, par. 3.57.

¹⁴⁴ Rapport Thorne de 2015 (appendice A), par. 4.128-4.129.

55

6. La route n'a eu aucun impact préjudiciable sur la charge sédimentaire du fleuve

2.77. Les éléments d'ordre scientifique et les rapports d'experts indépendants soumis par le Costa Rica démontrent que la route n'a eu aucun effet préjudiciable ou important sur la charge sédimentaire du fleuve. Voici l'opinion de M. Thorne à ce sujet :

«La route n'a eu aucun effet sensible sur le transport de sédiments dans le San Juan, puisque l'apport supplémentaire qui lui est attribuable est infime par rapport à la charge sédimentaire importante que charriait déjà le fleuve avant sa construction. En outre, la charge supplémentaire qui en provient est indétectable en raison de la forte variabilité qui caractérise, d'une saison et d'une année à l'autre, les apports sédimentaires d'autres sources, et de la complexité des processus de transport sédimentaire.»¹⁴⁵

2.78. Même les estimations exagérées qu'avancent les experts du Nicaragua en ce qui concerne les sédiments issus de la route mènent à cette conclusion, comme le fait observer M. Thorne :

«Même en se fondant sur la surestimation de M. Kondolf (que je n'admets pas), la part de sédiments produits par la route est infime (moins de 3 % de la charge sédimentaire annuelle moyenne du San Juan). Si l'on s'appuie sur les estimations maximales plus fiables retenues dans le présent rapport, cette part représente probablement moins de 1 % de la charge annuelle moyenne du fleuve. Dans un cas comme dans l'autre, cette proportion est en pratique indétectable, en raison de l'incertitude et de la variabilité naturelle de la quantité de sédiments transportée par le fleuve San Juan.»¹⁴⁶

2.79. Les éléments de preuve soumis par le Costa Rica montrent en outre que la route n'a eu aucun effet préjudiciable ou important sur le cours inférieur du fleuve San Juan, notamment par alluvionnement de son lit ; voici à ce propos la conclusion de M. Thorne :

«Rien ne justifie scientifiquement de «prendre des mesures énergiques, y compris de dragage, afin de préserver la qualité et la quantité des eaux du fleuve» dans le cours inférieur du San Juan, au prétexte de devoir en extraire les sédiments produits par la route. Les calculs de charge et de dépôt de sédiments grossiers fondés sur une estimation maximale des volumes provenant de la route révèlent que ces dépôts sont indétectables par rapport à la charge existante du San Juan inférieur, en particulier si l'on tient compte de l'incertitude liée à l'estimation de la charge de fond charriée par le fleuve et aux proportions dans lesquelles le débit et les sédiments se divisent à son point de bifurcation.

Selon la règle de continuité des sédiments, même si la totalité des sédiments grossiers provenant de la route qui se déversent en une année dans le San Juan inférieur devait, selon les prévisions de M. Andrews (que je conteste), se déposer sur le lit du chenal sur les trois premiers kilomètres en aval du point de bifurcation, l'élévation du lit du fleuve serait, en moyenne, de moins de 5 à 10 mm.»¹⁴⁷

56

¹⁴⁵ Rapport Thorne de 2015 (appendice A), par. 8.2.

¹⁴⁶ *Ibid.*, par. 8.9.

¹⁴⁷ *Ibid.*, par. 8.6-8.7.

2.80. Comme il a été mentionné au paragraphe 2.2 ci-dessus, les prétentions du Nicaragua concernant le dommage important qui serait causé au fleuve reposent sur l'apport sédimentaire provenant de la route. Or, puisque les experts du Costa Rica ont démontré que cet apport était négligeable et indétectable, même selon les estimations avancées par les experts du Nicaragua, ces prétentions doivent échouer.

C. IL N'EXISTE AUCUN RISQUE D'AUTRE IMPACT PRÉJUDICIABLE SUR LE FLEUVE SAN JUAN

2.81. Le Nicaragua allègue que la route a eu un impact préjudiciable sur le fleuve San Juan du point de vue 1) de la qualité de l'eau ; 2) de la morphologie du chenal ; 3) de la navigation ; et 4) de l'écosystème, du tourisme et de la santé. Il prétend en outre que 5) le Costa Rica n'a, à ce jour, pas remédié aux déficiences de la route. Chacune de ces prétentions est réfutée ci-après. Une étude de suivi du Centre de sciences tropicales (le «rapport du CCT de 2015», «CCT» étant l'acronyme en langue espagnole), qui confirme les conclusions du diagnostic de l'impact sur l'environnement réalisé en 2013, démontre en outre que tous les effets sur le territoire costaricien demeurent localisés¹⁴⁸.

57

1. Qualité de l'eau

2.82. Dans son mémoire, le Nicaragua faisait valoir que l'apport sédimentaire provenant de la route avait une incidence préjudiciable sur la qualité de l'eau du fleuve¹⁴⁹ et réclamait un dédommagement correspondant au coût du rétablissement de cette qualité¹⁵⁰. Il invoquait sur ce point M. Kondolf, qui affirmait de manière générale que l'accroissement de la charge sédimentaire nuisait à la qualité de l'eau¹⁵¹.

2.83. Le Costa Rica a démontré dans son contre-mémoire et dans la présente duplique que les sédiments provenant de la route ne se trouvaient pas dans le fleuve en concentration excessive ou en quantité mesurable propre à causer un dommage à celui-ci, notamment quant à la qualité de l'eau.

2.84. Dans sa réplique, le Nicaragua a tenté de relier ses prétentions concernant l'impact sur la qualité de l'eau et celui sur l'écosystème ; nous y reviendrons plus loin à la section 4).

2. Morphologie

2.85. Dans son mémoire, le Nicaragua affirmait que le non-respect par le Costa Rica de certaines normes de conception et de construction, notamment les «pratiques internationales visant à minimiser l'impact direct et indirect des travaux routiers sur [entre autres] la morphologie des

¹⁴⁸ Rapport du CCT de 2015 (annexe 14).

¹⁴⁹ MN, par. 3.60, 3.81, 3.89 et 3.92.

¹⁵⁰ *Ibid.*, par. 6.33.

¹⁵¹ Rapport Kondolf de 2012 (MN, annexe 1), par. 1.3.2.

58

chenaux», était à l'origine d'effets préjudiciables sur le fleuve San Juan¹⁵². Dans son rapport soumis avec le mémoire, M. Kondolf se montrait plus mesuré à propos des effets éventuels sur la morphologie, se contentant encore une fois d'un énoncé très général sur l'incidence que les sédiments pouvaient avoir sur la morphologie des chenaux¹⁵³.

2.86. Dans sa réplique, le Nicaragua affirme que la route «a entraîné dans le fleuve des changements morphologiques indéniables, dont le plus visible est la création de vastes deltas sédimentaires dans le fleuve et le dépôt de quantités importantes de sédiments sur le lit de son cours inférieur»¹⁵⁴.

2.87. Dans la mesure où la prétention du Nicaragua relative au dommage causé à la morphologie du fleuve est fondée sur le dépôt de sédiments sur le lit du San Juan inférieur, ainsi qu'il a été expliqué au paragraphe 2.68 ci-dessus, l'alluvionnement causé par les sédiments provenant de la route est indétectable, voire inexistant, et ne peut avoir eu d'impact préjudiciable. Comme l'explique M. Thorne, même si l'on admettait les données avancées par l'expert du Nicaragua concernant les volumes de sédiments produits par la route (qui sont, pour les raisons expliquées plus haut, considérablement exagérées) et l'hypothèse selon laquelle tous ces sédiments se déposent sur les trois premiers kilomètres du San Juan inférieur (hypothèse qui, pour les raisons déjà exposées, n'est pas défendable), on obtiendrait un relèvement de moins de 5 à 10 mm par an du lit de celui-ci¹⁵⁵, relèvement qui ne saurait être considéré comme «important» ni suffire à établir une allégation de dommage reposant sur le changement morphologique.

59

2.88. S'agissant de la prétention du Nicaragua selon laquelle la route aurait entraîné la formation ou l'élargissement de «vastés deltas» sédimentaires dans le fleuve, on ne dispose, d'après M. Thorne, d'aucun élément permettant de savoir si les deltas dont le Nicaragua impute la formation à la route, existaient ou non avant la construction de celle-ci. En raison de la forte nébulosité de la région, il est généralement difficile de trouver pour la période en cause des images satellite de haute résolution exemptes de nuages. Toutefois, il en existe de deux des emplacements répertoriés par M. Kondolf et ces images démontrent que les deltas sont antérieurs à la route. Présentées à la figure 5.3 du rapport Thorne de 2015, elles sont reproduites ci-après par souci de commodité. La conclusion de M. Thorne est la suivante : «l'on ne saurait exclure la possibilité que cela soit le cas de la plupart, si ce n'est la totalité des autres deltas [répertoriés par M. Kondolf comme devant leur formation à la construction de la route]»¹⁵⁶.

¹⁵² MN, par. 3.6.

¹⁵³ Rapport Kondolf de 2012 (MN, annexe 1), p. 37, par. 4.9.

¹⁵⁴ RN, par. 2.2.

¹⁵⁵ Rapport Thorne de 2015 (appendice A), par. 5.33.

¹⁵⁶ *Ibid.*, par. 5.11.



60

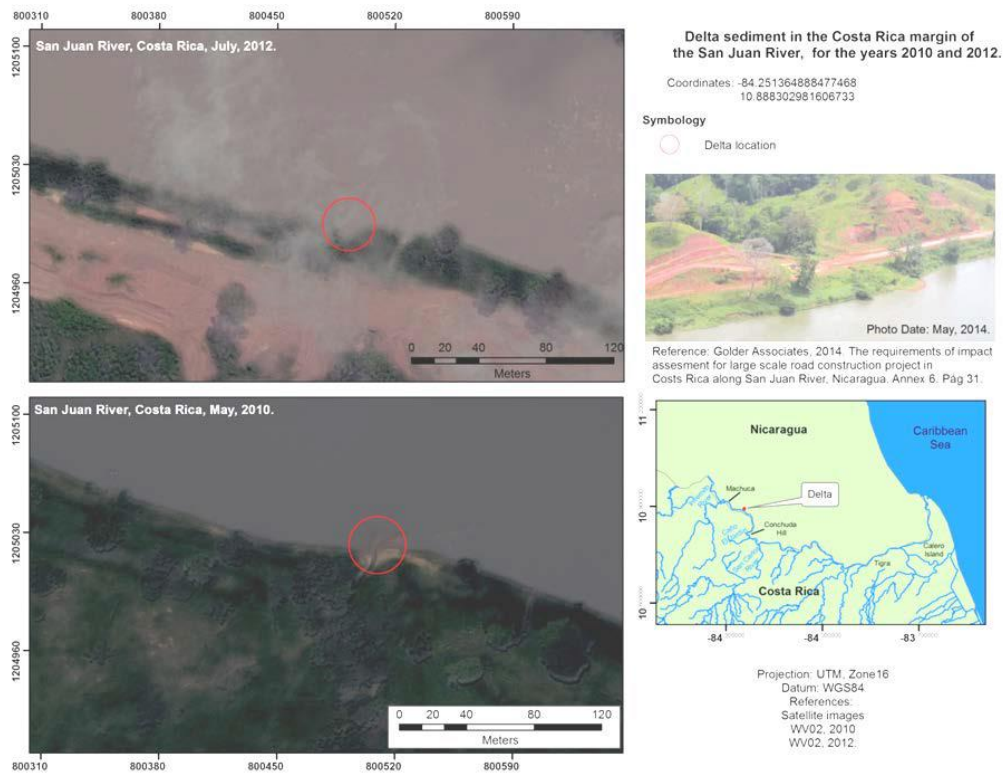


Figure 5.3 : Images satellite antérieures et postérieures à la construction de la route, prouvant qu'au moins deux des huit deltas de la rive méridionale prétendument formés à partir de sédiments issus de la route existaient avant sa construction

2.89. Quoi qu'il en soit, les huit deltas répertoriés par M. Kondolf sur la rive méridionale sont, du point du morphologique, impossibles à distinguer de ceux de la rive septentrionale (au cours d'un survol effectué en avril 2014, 15 deltas ont été photographiés sur la rive nicaraguayenne du San Juan) et, en réalité, il semble que les deltas de la rive nord soient plus étendus que ceux de la rive sud (voir la figure 5.2 du rapport Thorne de 2015, reproduite en partie ci-dessous).

61



Extrait de la figure 5.2 : Quinze deltas situés sur la rive septentrionale, photographiés depuis l'espace aérien costaricien en avril 2014. Ces deltas, formés de sédiments produits par des phénomènes d'érosion en territoire nicaraguayen, sont, pour certains, bien plus étendus que ceux photographiés par M. Kondolf sur la rive méridionale. Ils sont à comparer, du point de vue de leur taille et de leur morphologie, à ceux illustrés par les clichés de l'appendice F du rapport Kondolf de 2014, pris, eux aussi, en période de faible débit du fleuve San Juan. (Reproduction partielle du rapport Thorne de 2015 (appendice A), p. 92-95.)

62

2.90. En outre, M. Kondolf décrit les sédiments des deltas situés le long de la rive costa-ricienne comme étant composés de «clastes angulaires et friables», et ceux de la rive nord (nicaraguayenne), de «graviers «compétents» et plus arrondis»¹⁵⁷. M. Thorne fait observer que la friabilité des sédiments composant les deltas de la rive costa-ricienne «indique que ceux-ci se transformeront rapidement, sous l'action de l'érosion, en particules rondes de type gravier, semblables à celles susceptibles d'avoir formé des deltas sur la rive méridionale du fleuve San Juan avant la construction de la route»¹⁵⁸, de sorte que «ces particules auront atteint leur demi-vie biologique non pas au bout de quelques années, mais en l'espace de quelques mois à peine» et seront «aisément absorbables dans la charge existante du San Juan»¹⁵⁹. Ce processus sera en outre accéléré par les travaux d'atténuation du Costa Rica, qui auront pour effet d'endiguer la production de nouveaux clastes¹⁶⁰. Par contraste, les deltas de la rive nord sont formés de graviers moins friables, ce qui indique que «ces matières provenant du lit du fleuve ont été transportées, depuis leur source d'érosion, sur de très longues distances, et que les grains, non friables, demeureront trop gros pour être transportés en aval par les eaux du San Juan pendant une période se comptant en années ou en dizaines d'années»¹⁶¹. M. Thorne conclut que l'impact de la formation ou de l'accroissement des deltas par addition des clastes issus de la route reste localisé et transitoire, car ceux-ci «ne peuvent avoir qu'un rôle négligeable, si ce n'est nul, dans la constitution des formations morphologiques présentes dans le fleuve, étant donné leur portée limitée dans l'espace et la brièveté de leur durée de vie»¹⁶². En l'absence de tout effet important sur la morphologie du fleuve, la prétention du Nicaragua concernant l'impact préjudiciable qu'aurait la formation de deltas doit être rejetée.

63

3. Navigation

2.91. Le Nicaragua prétend que le Costa Rica enfreint son droit de navigation sur le fleuve San Juan. Après s'être appuyé dans son mémoire sur une simple phrase dans laquelle M. Kondolf disait que ses photographies «illustrent ... les répercussions sur la navigation»¹⁶³ et sur une affirmation du ministre nicaraguayen des affaires étrangères faisant état du «rejet dans le fleuve d'arbres et de terre le long du parcours de la route, rendant plus difficile et dangereuse la navigation sur ses eaux»¹⁶⁴, le Nicaragua tente à présent dans sa réplique d'asseoir sa prétention sur a) les supposés «deltas qui se forment à cause de la route» et qui, selon lui, «ont un impact dommageable évident sur la navigation, devenue impossible aux endroits qu'ils occupent»¹⁶⁵ et b) les bancs de sable et les accumulations de sédiments dans le cours inférieur du San Juan¹⁶⁶.

2.92. S'agissant des deltas dont fait état le Nicaragua, pour les raisons expliquées au paragraphe 2.90, ces formations sont très peu étendues et n'ont qu'une existence temporaire. En conséquence, elles n'ont aucun impact, même passager, sur la navigation sur le fleuve.

¹⁵⁷ Rapport Kondolf de 2014 (RN, annexe 1), p. 70.

¹⁵⁸ Rapport Thorne de 2015 (appendice A), par. 5.12.

¹⁵⁹ *Ibid.*, par. 5.14.

¹⁶⁰ *Ibid.*, par. 5.16.

¹⁶¹ *Ibid.*, par. 5.12.

¹⁶² *Ibid.*, par. 5.17.

¹⁶³ Rapport Kondolf de 2012 (MN, annexe 1), appendice B, p. 1, cité dans MN, par. 3.6, note de bas de page 112.

¹⁶⁴ Note diplomatique MRE/DVS/VJW/0685/12/11 adressée au ministre costa-ricien des affaires étrangères par le ministre nicaraguayen des affaires étrangères, Managua, 10 décembre 2011, p. 404, citée dans MN, par. 2.31.

¹⁶⁵ RN, par. 5.24.

¹⁶⁶ *Ibid.*, par. 2.66.

64

2.93. Quant à l'accumulation dans le San Juan inférieur de sédiments grossiers provenant de la route, pour les raisons expliquées au paragraphe 2.68, l'alluvionnement du lit qui pourrait en résulter, même selon les experts du Nicaragua, serait de moins de 5 à 10 mm par an et n'aurait aucun impact sur la navigation¹⁶⁷. En conséquence, la prétention du Nicaragua concernant l'impact préjudiciable lié à la navigation sur le fleuve est vouée à l'échec.

4. Ecosystème, tourisme et santé

2.94. Le Nicaragua avance d'autres prétentions concernant l'impact des travaux d'infrastructure routière sur le fleuve San Juan, alléguant que ces travaux auraient des effets préjudiciables sur l'écosystème (en particulier les poissons, les algues et les macroinvertébrés) et le tourisme. Dans son mémoire, il soutenait en outre que la construction de la route avait eu un impact sur la santé des riverains. Dans sa demande en indication de mesures conservatoires, il a réitéré cette assertion¹⁶⁸, sans toutefois l'étayer, pour ensuite l'abandonner¹⁶⁹. Il paraît maintenant avoir renoncé entièrement à cette prétention, puisqu'il n'en est plus question dans sa réplique.

65

2.95. En ce qui concerne l'écosystème, dans son mémoire, le Nicaragua soutenait qu'il avait été porté atteinte à celui du fleuve¹⁷⁰ et réclamait le dédommagement des pertes qu'il aurait subies en matière de pêche¹⁷¹. N'ayant pas réussi à étayer cette réclamation pour les raisons expliquées dans le contre-mémoire du Costa Rica, il revient à la charge en invoquant des dommages causés à des organismes aquatiques¹⁷². Cette prétention semble présenter deux volets concernant l'impact des sédiments provenant de la route sur les poissons¹⁷³, d'une part, et, d'autre part, sur les algues et les macroinvertébrés, surtout à l'emplacement des deltas dont la formation résulterait selon lui de la construction de la route¹⁷⁴. En outre, il allègue dans sa réplique un risque supplémentaire d'impact préjudiciable lié au transport de substances dangereuses sur la route¹⁷⁵. Ces allégations seront examinées tour à tour ci-après.

2.96. Comme M. Thorne l'a expliqué dans son rapport de 2013, les poissons et autres organismes aquatiques du fleuve San Juan sont «parfaitement adaptés» à des concentrations élevées de sédiments¹⁷⁶, étant donné que la charge sédimentaire du fleuve est «très importante», ainsi que l'a reconnu le Nicaragua¹⁷⁷. M. Kondolf affirme cependant qu'«une partie des espèces les plus communes dans le fleuve San Juan ... comme les cichlidés (famille des mugilidés) et les

¹⁶⁷ Rapport Thorne de 2015 (appendice A), par 6.55-6.56.

¹⁶⁸ Lettre HOL-EMB-196 du 11 octobre 2013 adressée au greffier de la Cour internationale de Justice par le Nicaragua (annexe 24), p. 3.

¹⁶⁹ Voir CR 2013/31, p. 16, par. 3 (Wordsworth), et p. 33, par. 30 (Wordsworth) ; voir aussi CR 2013/29, p. 42, par. 21 (Wordsworth). Aucun des conseils du Nicaragua n'a mentionné le mot «santé» dans ses plaidoiries.

¹⁷⁰ MN, par. 3.93. Voir aussi par. 1.9-1.10, 5.61 (renvoyant au rapport daté du 23 juillet 2012 soumis à la Cour par le Nicaragua en l'affaire relative à *Certaines activités*) et 5.67.

¹⁷¹ *Ibid.*, par. 6.33.

¹⁷² RN, par. 2.78.

¹⁷³ *Ibid.*

¹⁷⁴ *Ibid.*, par. 2.86-2.87.

¹⁷⁵ Voir *ibid.*, par. 3.34-3.42.

¹⁷⁶ Rapport Thorne de 2013 (CMCR, appendice A), p. 50.

¹⁷⁷ Voir *Différend relatif à des droits de navigation*, contre-mémoire du Nicaragua, par. 1.1.8.

pœciliidés, sont vulnérables à l'accroissement de la turbidité et de la concentration en sédiments en suspension»¹⁷⁸.

66

2.97. L'opinion de M. Kondolf a été examinée par M. Cowx, expert internationalement reconnu en gestion de la pêche intérieure et des ressources aquatiques, qui est parvenu à la conclusion que les affirmations de M. Kondolf concernant les effets des sédiments sur les poissons dans le fleuve San Juan sont, d'une part, non étayées par des données empiriques recueillies dans le fleuve et, d'autre part, fondées sur des sources prises hors contexte. Selon lui, M. Kondolf a émis une opinion s'étendant à des familles de poissons, soit un niveau plus général que celui de l'espèce. Or, bien que certaines espèces appartenant à ces familles puissent être vulnérables à de fortes charges sédimentaires, d'autres y sont bien adaptées. Après examen des données et des sources, M. Cowx conclut que «rien ne démontre que la construction de la route 1856 a eu ou aura des répercussions sur les poissons et les activités halieutiques dans le San Juan»¹⁷⁹, avant d'ajouter :

«Ce que démontrent en réalité les ouvrages scientifiques, c'est que l'affirmation de M. Kondolf est une généralisation grossière. Si certaines espèces des familles qu'il cite sont effectivement vulnérables à l'accroissement de la turbidité et des quantités de sédiments en suspension, d'autres y sont bien adaptées, ainsi que l'illustre l'étude par espèce résumée dans le présent rapport et dont il est fait état en détail dans les sources citées.

Seules des données empiriques sur les espèces concernées, dans le contexte particulier du San Juan, pourraient justifier et étayer l'allégation selon laquelle la construction de la route 1856 aurait eu des effets durables sur les poissons et les activités halieutiques dans le fleuve. Aucune donnée de ce genre n'a été fournie par les experts du Nicaragua. Les exemples avancés à l'appui de cette allégation sont de portée générale et ne s'appliquent pas spécifiquement au San Juan ni aux espèces qui le peuplent.»¹⁸⁰

67

2.98. Le second volet de la prétention du Nicaragua relative à l'impact de la route sur l'écosystème du San Juan concerne les algues et les macroinvertébrés. Au cours des audiences sur la demande en indication de mesures conservatoires du Nicaragua, M. Kondolf a présenté les résultats des prélèvements d'échantillons de périphyton effectués par Mme Ríos en mai 2013¹⁸¹. Dans un rapport distinct présenté avec la réplique, Mme Ríos s'emploie à comparer les deltas de la rive méridionale du fleuve, qui seraient selon le Nicaragua formés de sédiments provenant de la route, à ceux de la rive septentrionale¹⁸². Selon elle, la biomasse de périphyton serait sensiblement inférieure et la richesse et l'abondance des espèces se seraient dégradées sur les deltas de la rive

¹⁷⁸ Rapport Kondolf de 2014 (RN, annexe 1), p. 64.

¹⁷⁹ Rapport Cowx (annexe 2), p. 13.

¹⁸⁰ *Ibid.* Ces conclusions sont aussi confirmées par le rapport d'un ichtyobiologiste costa-ricien, Arturo Angulo Sibaja, qui conclut que les espèces en question sont bien adaptées à des concentrations élevées de sédiments : voir A. Angulo, «Fish Fauna in the San Juan River» [ichtyofaune du fleuve San Juan], 2014 (annexe 7).

¹⁸¹ Troisième rapport Kondolf, p. 13.

¹⁸² Blanca Ríos Touma, Impacts écologiques de la route 1856 sur le fleuve San Juan, Nicaragua», juillet 2014 (RN, annexe 4).

sud, signes «que les sédiments provenant de l'érosion de la route ont des effets nocifs sur les communautés aquatiques des deltas touchés»¹⁸³. Le Nicaragua argue de ces effets (qui, comme il a été expliqué plus haut, sont faibles et temporaires) sur les deltas pour conclure que les sédiments issus de la route causent un dommage important aux organismes aquatiques du fleuve¹⁸⁴.

2.99. Il y a lieu de relever d'emblée que, selon l'étude d'impact sur l'environnement invoquée par le Nicaragua en l'affaire relative à *Certaines activités*, les organismes planctoniques et benthiques qui peuplent le fleuve San Juan appartiennent à des espèces «tolérantes et adaptées à des conditions défavorables»¹⁸⁵, ce qui, en soi, jette un doute sérieux sur les prétentions actuelles du Nicaragua.

2.100. En outre, comme il a déjà été mentionné, l'alluvionnement des deltas existants et la formation de nouveaux deltas est temporaire. Dans ces conditions, les allégations de dommage important sont indéfendables.

2.101. En tout état de cause, les éléments de preuve soumis par le Nicaragua n'établissent pas que la route a eu un impact préjudiciable, même temporaire, sur l'écologie aquatique du fleuve. Comme l'explique M. Cowx, les conclusions de Mme Ríos sont entachées par l'utilisation de méthodes discutables et n'étaient par la prétention du Nicaragua. Les faiblesses du rapport Ríos de 2014 sont exposées dans le rapport de M. Thorne :

68

- a) le rapport ne tient pas compte des superficies respectives des zones dont les eaux aboutissent aux différents deltas des rives nord et sud, ce qui pourrait expliquer les différences observées du point de vue de la santé écologique de ces deltas ;
- b) les différences entre les superficies, la végétation naturelle et l'utilisation des zones dont les eaux aboutissent aux différents deltas n'ont pas été analysées, alors qu'elles pourraient expliquer les dissemblances que Mme Ríos prétend avoir constatées dans la santé écologique des deltas ;
- c) l'analyse statistique des données présente d'importantes lacunes, ce qui prive les conclusions de toute fiabilité ;
- d) les invertébrés prélevés dans le fleuve ont été identifiés par la famille à laquelle ils appartiennent, en dépit du fait que certaines espèces différentes d'une même famille peuvent avoir une meilleure capacité d'adaptation à des conditions défavorables, notamment en ce qui concerne la concentration en sédiments¹⁸⁶.

2.102. Pour ces raisons, entre autres, M. Cowx conclut ce qui suit :

¹⁸³ Blanca Ríos Touma, *Impacts écologiques de la route 1856 sur le fleuve San Juan, Nicaragua*, juillet 2014 (RN, annexe 4), sect. 4 a).

¹⁸⁴ RN, par. 2.92.

¹⁸⁵ *Certaines activités*, contre-mémoire du Nicaragua, annexe 7, p. 67.

¹⁸⁶ Rapport Cowx (annexe 2) ; et rapport Thorne de 2015 (appendice A), par 6.22-6.35.

«Dans leur majorité, les éléments du rapport Ríos comparant les indicateurs biologiques entre les deltas des rives nord et sud ne sont pas concluants et ne fournissent pas les données empiriques solides qui seraient nécessaires pour prouver que les sédiments produits par l'érosion de la route auraient eu un impact préjudiciable sur l'écologie aquatique du fleuve San Juan.»¹⁸⁷

Il ajoute que «[d]ès lors, la conclusion de M. Kondolf quant aux effets dommageables qu'aurait eu l'apport de sédiments produits par la route sur les populations d'invertébrés du fleuve San Juan semble infondée»¹⁸⁸.

69

2.103. Dans son étude de suivi sur l'impact de la route, le Centre de sciences tropicales a examiné les effets des sédiments produits par l'érosion et recueillis dans les bassins hydrographiques costa-riciens sur l'écologie aquatique de ces bassins et a conclu qu'il n'y avait aucun effet préjudiciable important. Il a aussi relevé que, d'après l'observation visuelle de la route, la plus grande partie de celle-ci ne constituait apparemment pas une menace pour les milieux aquatiques¹⁸⁹. Dans ces conditions et puisque le Nicaragua n'a présenté aucun élément de preuve digne de foi à l'effet contraire, sa prétention relative à l'impact préjudiciable sur l'écosystème du fleuve San Juan doit être rejetée.

2.104. Dans sa réplique, le Nicaragua avance qu'il existe un «risque que des substances dangereuses transportées sur la route se déversent dans le fleuve à la suite d'un accident»¹⁹⁰. Il soutient que l'impact d'un tel déversement «pourrait avoir des effets dévastateurs» sur l'écologie du fleuve, en particulier les poissons et les populations de macroinvertébrés¹⁹¹.

70

2.105. L'argument du Nicaragua n'est que pure conjecture et repose de surcroît sur l'évocation d'un risque dénué de fondement. Le transport routier de matières dangereuses est efficacement régi par une réglementation costa-ricienne datant de 1995¹⁹². Ces marchandises ne peuvent être transportées que sur des routes agréées à cet effet¹⁹³ et la route 1856 n'en fait pas

¹⁸⁷ Rapport Cowx (annexe 2), p. 19.

¹⁸⁸ *Ibid.*, p. 18.

¹⁸⁹ Rapport du CCT de 2015 (annexe 14), par. 7.1.2.

¹⁹⁰ RN, par. 3.34.

¹⁹¹ *Ibid.*, par. 3.40.

¹⁹² Costa Rica, décret n° 24715-MOPT-MEIC-S daté du 6 octobre 1995 et publié au Journal officiel n° 207 du 1^{er} novembre 1995 (annexe 15). Pour sa part, le Nicaragua n'a adopté aucune réglementation efficace sur les substances dangereuses : voir, par exemple, Rapport EC-77.7, C-19/DG.8, en date du 13 mai 2014, sur l'état de l'application de l'article VII de la convention sur l'interdiction des armes chimiques au 31 juillet 2014, établi par le directeur général de l'Organisation pour l'interdiction des armes chimiques : Mesures supplémentaires pour les Etats parties détenteurs d'installations industrielles qui sont déclarables au titre de la convention (annexe 74) ; et Rapport EC-77/DG.6, C-19/DG.7, en date du 13 mai 2014, sur l'état de l'application de l'article VII de la convention sur l'interdiction des armes chimiques au 31 juillet 2014, établi par le directeur général de l'Organisation pour l'interdiction des armes chimiques : Article VII - mesures initiales (annexe 75).

¹⁹³ Costa Rica, décret n° 24715-MOPT-MEIC-S daté 6 octobre 1995 et publié au Journal officiel n° 207 du 1^{er} novembre 1995 (annexe 15), art. 39.

partie¹⁹⁴. Dans ces conditions, il n'existe aucun risque d'impact préjudiciable sur l'écologie du fleuve découlant du transport de substances dangereuses sur la route.

2.106. Ensuite, le Nicaragua soutient que la route a eu un impact préjudiciable sur le tourisme au Nicaragua et demande l'indemnisation de ce dommage. Or aucun élément de preuve d'impact effectif n'étaye cette réclamation, qui est de toute manière dénuée de fondement raisonnable en droit.

2.107. Sur ce point, le Nicaragua s'appuie sur le rapport Golder, arguant de ce que le tourisme dans la région a «pâti considérablement de la construction de la route», et que «[é]tant donné que le potentiel touristique du secteur «est lié principalement à la beauté naturelle de cette région éloignée et peu exploitée», la seule conclusion raisonnable est que le projet du Costa Rica a un effet préjudiciable sur le tourisme au Nicaragua»¹⁹⁵. Le rapport Golder renvoie au rapport du CCT de 2013, qui cite la «modification du paysage» parmi les répercussions de la construction de la route et recommande le reboisement des zones visibles depuis le fleuve San Juan¹⁹⁶. Il ne répond toutefois pas directement à la conclusion du rapport du CCT de 2013 selon laquelle «[l]a construction de la route 1856 n'a eu aucun impact direct sur le tourisme ces dernières années»¹⁹⁷. Dans son rapport de 2014, le CCT confirme cette conclusion¹⁹⁸. De plus, comme il est expliqué plus loin à la section 5), les mesures correctives importantes réalisées par le Costa Rica sur la route ont été mises en œuvre de façon à restaurer le paysage là où il avait été touché.

71

2.108. Aucune explication n'est fournie quant au fondement juridique de cette prétention. Faute de preuve effective concernant l'impact, elle semble reposer sur l'idée qu'une perte d'agrément visuel d'un Etat à un autre peut constituer la base d'un dommage important et ouvrant droit à indemnisation en droit international. C'est une absurdité. Le Nicaragua reconnaît que le Costa Rica est en droit de construire une route sur son propre territoire¹⁹⁹. Or le Costa Rica aurait pu construire une route beaucoup plus large et il est ridicule de laisser entendre qu'il a violé ses obligations internationales (et est de ce fait tenu à une obligation de réparation) parce que le Nicaragua trouve la route peu attrayante.

5. Mesures correctives

2.109. Comme le Costa Rica l'a expliqué au chapitre 2 de son contre-mémoire, depuis avril 2012, pour protéger les travaux réalisés et atténuer les effets de la route (principalement en ce

¹⁹⁴ La route 1856 ne figure pas sur la liste des routes agréées : voir Direction technique des transports, ministère des travaux publics et des transports du Costa Rica, liste des routes agréées pour le transport de matières dangereuses, 1995 (annexe 70) ; lettre DGIT-ED-4697-2014 en date du 11 juin 2014 adressée au chef du département des poids et mesures et au directeur général de la police des transports par l'ingénieur en chef du service des études et des plans au sein du Consejo Nacional de Vialidad (CONAVI) (annexe 76) ; communication interne concernant les routes agréées pour le transport de matières dangereuses et émanant de la direction technique du ministère des travaux publics et des transports du Costa Rica, juin 2014 (annexe 77).

¹⁹⁵ RN, par. 2.94, citant le rapport Golder (RN, annexe 6), sect. 7.

¹⁹⁶ Rapport Golder (RN, annexe 6), p. 42-43.

¹⁹⁷ Rapport du CCT de 2013 (CMCR, annexe 10), p. 148 (conclusion 14).

¹⁹⁸ Rapport du CCT de 2015 (annexe 14), par. 7.1.3.

¹⁹⁹ Voir, par exemple, RN, par. 4.3.

qui concerne le territoire costa-ricien), le Costa Rica a procédé à d'autres travaux d'entretien et de remise en état²⁰⁰.

72

2.110. Dans sa réplique, faisant fond sur les observations visuelles de M. Kondolf, le Nicaragua affirme que les mesures correctives entreprises par le Costa Rica laissent à désirer, car *a)* elles ne concernent que les 15 premiers kilomètres de la route, à l'exclusion d'autres segments exigeant des travaux urgents de remise en état²⁰¹ ; et *b)* elles ne suffisent pas à empêcher le rejet de sédiments dans le fleuve, notamment parce qu'un grand nombre des plants destinés à reconstituer la couverture du sol sont morts²⁰². Le Nicaragua prétend que les travaux du Costa Rica n'ont pas atténué le prétendu risque de dommage éventuel important pour le fleuve²⁰³.

2.111. Contrairement à ce qu'affirme le Nicaragua sur la base d'observations faites à distance, les mesures correctives prises par le Costa Rica ont efficacement endigué l'érosion. Ces mesures, qui sont toujours en cours, sont exposées en détail dans les rapports du conseil national des autoroutes (CONAVI) du ministère costa-ricien des travaux publics et du transport²⁰⁴ et de la commission (CODEFORSA) chargée de planter et d'entretenir plus de 50 000 arbres sur différents sites le long de la route²⁰⁵. Leur portée n'est pas limitée aux 15 premiers kilomètres et vise un grand nombre d'emplacements désignés par les experts du Nicaragua comme présentant l'érosion la plus marquée²⁰⁶. Les rapports annexés à la présente duplique montrent combien ces mesures ont été efficaces, photographies à l'appui ; elles comprennent notamment ce qui suit :

73

- a)* pose d'un revêtement de gravier pour stabiliser la route et la protéger de l'érosion de surface ;
- b)* compactage des talus de remblai meuble avec aménagement de terrasses ;
- c)* protection des talus de déblai et de remblai contre l'érosion de surface par application de nattes de fibre de coco et ensemencement hydraulique ;
- d)* évacuation dans des lieux sécurisés de la terre accumulée au pied des talus à la suite de glissements de terrain ;
- e)* gestion des eaux de ruissellement à l'aide de bermes, de fossés bétonnés et, au besoin, de dissipateurs d'énergie ;
- f)* installation de clôtures anti-érosion et de trappes pour intercepter et retenir les sédiments produits par l'érosion ;
- g)* installation de ponceaux dotés de structures d'entrée et de sortie en béton pour stabiliser les points de passage de petits cours d'eau ;

²⁰⁰ Voir CMCR, par. 2.38-2.41.

²⁰¹ Voir RN, par. 3.21-3.23.

²⁰² Voir *ibid.*, par. 3.24-3.28.

²⁰³ *Ibid.*, par. 3.33.

²⁰⁴ Conseil national des autoroutes (CONAVI), «Travaux relatifs à la route nationale 856 : situation avant-après», décembre 2014 (annexe 11).

²⁰⁵ Commission pour le développement forestier (CODEFORSA) de San Carlos, services de conseil pour l'élaboration et la mise en œuvre d'un plan environnemental pour la route frontalière Juan Rafael Mora Porras, rapport d'exécution du marché SINAC-CDE-004-2012, novembre 2014 (annexe 13) ; et Commission pour le développement forestier (CODEFORSA) de San Carlos, «Restauration et remise en état des écosystèmes touchés par la construction de la route frontalière Juan Rafael Mora Porras ou route 1856», rapport trimestriel, novembre 2014 (annexe 12).

²⁰⁶ Rapport Thorne de 2015 (appendice A), par. 7.20 et 7.26.

h) installation de ponts modulaires pour remplacer les passerelles de bois au niveau des passages de cours d'eau plus importants²⁰⁷.

74

2.112. De plus, un important programme de reboisement et de régénération du couvert végétal est en cours. Plus de 50 000 arbres ont été plantés sur une superficie de quelque 46 hectares. Et contrairement à ce qu'affirme le Nicaragua, la grande majorité de ces arbres ont survécu : ils sont maintenant âgés de deux à 28 mois et atteignent entre 50 cm et 7 m de hauteur. La Commission pour le développement forestier, ainsi que le prévoit le marché conclu par elle, a rapidement remplacé ceux qui n'avaient pas survécu initialement, ce qui garantit la pleine exécution du marché quant au nombre d'arbres à planter. Des photographies de chacun des emplacements visés sont incluses dans les rapports de la commission qui accompagnent la présente duplique²⁰⁸. Comme l'explique M. Thorne, les zones à reboiser (comprenant des talus en pente douce, mais aucun talus escarpé) ont été choisies parce que les arbres y peuvent effectivement :

- a) réduire l'érosivité des précipitations en les interceptant ;
- b) réduire l'érodabilité du sol en abaissant son niveau d'humidité par évapotranspiration et en le renforçant grâce à la présence de racines ;
- c) réduire le ruissellement en favorisant l'infiltration ;
- d) canaliser le ruissellement de surface dans des voies d'écoulement concentrées, en accroissant la rugosité de la surface et la perméabilité du terrain, ce qui protège le sol et la base des talus de l'érosion en nappe, en rigoles et en ravines ;
- e) intercepter le ruissellement de surface susceptible d'atteindre le fleuve San Juan ;
- f) créer un habitat propice à la faune et à la flore²⁰⁹.

2.113. M. Thorne décrit ainsi son examen de la route :

75

«Lorsque j'ai observé la route en 2014, je n'ai pas eu l'impression que l'érosion s'était «manifestement aggravée» (comme l'affirme M. Kondolf à la page 11 de son rapport de 2014), et il m'a semblé, au contraire, qu'elle avait ralenti. Cela s'explique en partie par le retour naturel à la stabilité ou «loi de vitesse» géomorphologique, selon laquelle le rythme de changement d'un paysage perturbé diminue de façon exponentielle à partir de l'événement perturbateur (Graf, 1977), mais également par les efforts concertés du CONAVI et de la CODEFORSA pour atténuer l'érosion en de nombreux endroits, situés notamment entre Boca San Carlos et l'Infiernito, et en particulier à l'est de celle-ci (où la situation a aussi été atténuée depuis la rédaction du rapport de M. Kondolf en 2014).»²¹⁰

²⁰⁷ Rapport Thorne de 2015 (appendice A), par. 7.20 ; rapport du CONAVI de 2014 (annexe 11).

²⁰⁸ Voir rapport de la CODEFORSA de 2014 (annexe 13) ; rapport trimestriel de la CODEFORSA de novembre 2014 (annexe 12).

²⁰⁹ Rapport Thorne de 2015 (appendice A), par. 7.6.

²¹⁰ *Ibid.*, par. 7.26.

2.114. Au vu de tous ces éléments, on ne saurait mettre en doute l'efficacité des mesures correctives mises en œuvre par le Costa Rica sur la seule base d'observations visuelles à distance ou de l'examen de photographies satellite. Quoi qu'il en soit, comme il a été expliqué au paragraphe 2.46, le Costa Rica s'est montré très prudent dans son estimation des volumes de sédiments se déversant dans le fleuve depuis la route, en ne donnant aucun effet à ces mesures correctives ; et même dans cette hypothèse, il n'y a eu aucun effet préjudiciable sur le fleuve.

D. IL NE FAUT ACCORDER AUCUN POIDS À L'«ARRÊT» DE LA COUR CENTRAMÉRICAINE DE JUSTICE

2.115. Dans son mémoire, le Nicaragua faisait déjà grand cas d'une décision rendue par la Cour centraméricaine de Justice le 21 juin 2012. Le Costa Rica a déjà expliqué dans son contre-mémoire que cet «arrêt» ne doit pas être pris en considération, parce que la Cour centraméricaine n'avait aucune compétence, c'est pourquoi le Costa Rica n'a pas participé à la procédure. Qui plus est, le soi-disant «arrêt» n'était fondé sur aucun élément de preuve scientifique de dommage, quel qu'il soit.

2.116. Dans sa réplique, le Nicaragua continue d'invoquer cet «arrêt», ajoutant qu'il «fait pleinement sienne» l'opinion de cette juridiction²¹¹. Pour les raisons exposées dans son contre-mémoire, le Costa Rica maintient que la Cour ne doit accorder aucun poids à cette décision de la Cour centraméricaine de Justice.

E. CONCLUSION

76

2.117. Les prétentions du Nicaragua relatives au dommage important qu'il allègue reposent sur l'hypothèse selon laquelle le rejet dans le fleuve de sédiments provenant de la route est si important qu'il cause ou pourrait causer un dommage. Or les éléments de preuve produits par le Costa Rica démontrent que tel n'est pas le cas et que, *même si l'on admet les estimations de l'apport sédimentaire avancées par les experts du Nicaragua, il n'y a aucun impact préjudiciable sur le fleuve et il n'y a jamais eu aucun risque de dommage important*. Plus particulièrement :

- a) La charge sédimentaire transportée par le San Juan depuis la construction de la route est en réalité *inférieure* à ce qu'elle était auparavant. En conséquence, il n'y a aucune preuve que la construction de la route a accru la charge de sédiments en suspension transportée par le San Juan.
- b) La surveillance sur le terrain effectuée par les experts du Costa Rica selon le scénario le plus défavorable (notamment par application à tous les talus jalonnant la route sur l'ensemble de son parcours les taux d'érosion estimatifs maximaux) indique que l'apport moyen de sédiments provenant de la route s'élève à environ 75 000 tonnes par an (chiffre d'autant plus modéré qu'il ne tient pas compte des mesures correctives). Ce chiffre représente moins de 0,6 % de la charge sédimentaire totale du fleuve et constitue de toute évidence une proportion trop faible pour avoir un effet important ou préjudiciable sur le fleuve. Si l'on retient l'estimation la plus élevée avancée par les experts du Nicaragua quant aux sédiments provenant de la route, le chiffre obtenu représente moins de 3 % de la charge sédimentaire totale du fleuve, ce qui constitue également, à l'évidence, une proportion trop faible pour avoir un effet important ou préjudiciable sur le fleuve.

²¹¹ RN, par. 6.126.

77

- c) A Delta Colorado, 10 % environ des eaux du San Juan se déversent dans le cours inférieur du fleuve. Il est raisonnable de supposer qu'environ 10 % des sédiments supplémentaires pénètrent dans le San Juan inférieur. Même en admettant les quantités avancées par l'expert du Nicaragua en ce qui concerne les sédiments issus de la route (qui sont considérablement exagérées) et l'hypothèse selon laquelle tous ces sédiments se déposent sur les trois premiers kilomètres du San Juan inférieur (hypothèse indéfendable), le lit de celui-ci n'en serait exhaussé que de 5 à 10 mm par an. Un tel relèvement ne pourrait avoir entravé la navigation ni obligé le Nicaragua à draguer le fleuve.
- d) Etant donné que les sédiments supplémentaires rejetés dans le fleuve en provenance de la route ne s'y trouvent pas dans une concentration excessive ni une quantité mesurable de nature à causer un dommage quelconque au fleuve, il n'existe aucune preuve que la qualité de l'eau du San Juan ait subi un impact préjudiciable.
- e) Aucun dommage n'a été causé au fleuve du point de vue de la morphologie du chenal.
- f) Il n'existe aucune preuve d'un impact préjudiciable sur l'écosystème ni sur le tourisme ou la santé des riverains.
- g) En outre, ainsi qu'il ressort des éléments de preuve, la construction de la route n'a jamais entraîné aucun risque de dommage important.

CHAPITRE 3

LES QUESTIONS JURIDIQUES EN SUSPENS

A. INTRODUCTION

3.1. Au chapitre 4 de sa réplique, le Nicaragua insiste sur l'idée que le traité de limites de 1858, étant donné qu'il «place le fleuve sous [s]a souveraineté [et] que la construction de la route cause un dommage grave au fleuve, ... est effectivement d'une pertinence cruciale pour la présente instance»²¹². Cette question a été abondamment discutée dans le contre-mémoire. Le traité de limites joue en effet un rôle «crucial» dans les relations entre les deux pays, mais il est sans pertinence aucune aux fins de la présente instance²¹³. Pour les motifs qui seront exposés dans ce chapitre, le Costa Rica rejette l'interprétation que le Nicaragua développe dans sa réplique en ce qui concerne ledit traité et l'arrêt rendu par la Cour le 13 juillet 2009 en l'affaire du *Différend relatif à des droits de navigation et des droits connexes*.

3.2. Dans sa réplique, le Nicaragua reconnaît que le Costa Rica est libre d'évaluer lui-même ses besoins en matière de sécurité et de communication, ainsi que les moyens les mieux à même d'y répondre sur son territoire²¹⁴. Il concède également que la présente affaire n'a pas pour objet la construction, par un Etat, d'une route sur son propre sol, mais un dommage prétendument causé à un Etat voisin à la suite de cette construction²¹⁵. Dans la mesure où le Nicaragua n'a subi aucun impact préjudiciable, il n'y a pas lieu de se pencher sur les allégations qu'il formule dans ses écritures quant aux prétendus problèmes liés aux travaux de construction menés en territoire costa-ricien et au décret instituant l'état d'urgence qui a permis le lancement du chantier, non plus que sur son analyse extravagante des violations que le Costa Rica aurait commises de son propre droit interne.

3.3. Le Nicaragua a par ailleurs mis en avant la pertinence, aux fins de la présente instance, de nombreuses autres règles. En formulant dans son mémoire des allégations fondées sur son interprétation du traité de limites, des sentences arbitrales y afférentes et de l'arrêt de 2009 de la Cour, il semble ainsi avoir essentiellement tenté de justifier l'idée qu'il serait en droit, à titre de contre-mesure, d'empêcher le Costa Rica d'exercer son droit perpétuel de libre navigation sur le fleuve San Juan²¹⁶. Il a toutefois abandonné cette prétention dans sa réplique, compte tenu de la réponse que le Costa Rica y a apportée dans son contre-mémoire²¹⁷, et paraît également avoir renoncé à d'autres accusations telles que celle, fantaisiste, d'«[invasion du] territoire nicaraguayen»²¹⁸.

3.4. En revanche, le Nicaragua maintient, dans sa réplique, que le dommage (inexistant) causé selon lui au fleuve San Juan constituerait aussi une violation de sa souveraineté territoriale ainsi que du traité de limites de 1858 et des interprétations judiciaires et arbitrales de celui-ci. Il continue par ailleurs de reprocher au Costa Rica d'avoir violé son droit de navigation (ce que, au

²¹² RN, par. 4.5.

²¹³ Voir le chapitre 4 du CMCR.

²¹⁴ RN, par. 4.2.

²¹⁵ *Ibid.*, par. 4.6.

²¹⁶ MN, par. 4.9 et 6.36.

²¹⁷ CMCR, par. 6.24 et 6.25 ; voir également par. 4.4.

²¹⁸ MN, p. 129, par. 4.13.

terme de deux tours de procédure écrite, il n'a toujours pas prouvé) et d'avoir manqué à son obligation de réaliser et de lui communiquer une évaluation de l'impact sur l'environnement. Le présent chapitre traitera notamment de ces questions juridiques en suspens.

81 B. L'INSISTANCE DU NICARAGUA SUR LA PRÉTENDUE VIOLATION DU TRAITÉ DE LIMITES DE 1858 ET DE SA SOUVERAINETÉ TERRITORIALE

3.5. Dans sa réplique, le Nicaragua soutient que le Costa Rica aurait violé le traité de limites et s'attarde longuement sur l'interprétation de cet instrument. S'il reconnaît que le droit qu'a le Costa Rica de naviguer sur le San Juan limite sa souveraineté sur les eaux du fleuve, telle qu'établie par le traité de limites de 1858²¹⁹, le Nicaragua considère toutefois à tort ce droit reconnu au Costa Rica comme une simple exception, et s'attribue par ailleurs une souveraineté illimitée sur le fleuve. Or, le traité de 1858 confère en réalité deux droits concomitants en ce qui concerne le San Juan : la souveraineté, au Nicaragua, et le droit perpétuel de navigation, au Costa Rica.

3.6. Dans sa réplique, le Nicaragua cite la phrase suivante de l'arrêt que la Cour a rendu le 13 juillet 2009 : «Le traité de limites de 1858 définit de manière complète les règles applicables à la portion en litige du fleuve San Juan en matière de navigation»²²⁰, avant d'affirmer que «[c]e n'est là qu'une exception, une limite conventionnelle à la souveraineté, par ailleurs *illimitée*, du Nicaragua sur les eaux du fleuve»²²¹. Or, c'est là faire abstraction non seulement des autres restrictions que le traité de limites impose au Nicaragua²²², mais aussi et surtout de cet autre constat également dressé par la Cour dans ce même arrêt :

82 «[L]a simple lecture de l'article VI fait apparaître que les Parties n'ont pas entendu établir une hiérarchie entre la souveraineté du Nicaragua sur le fleuve et le droit, qualifié de «perpétuel», de libre navigation du Costa Rica, chacune de ces deux affirmations faisant contrepoids à l'autre. La souveraineté du Nicaragua n'est affirmée que pour autant qu'elle ne porte pas atteinte à la substance même du droit de libre navigation du Costa Rica dans le domaine qui est le sien, et qu'il s'agit précisément de déterminer ; le droit de libre navigation, pour «perpétuel» qu'il soit, n'est reconnu que sous réserve qu'il ne porte pas atteinte aux prérogatives essentielles du souverain territorial.»²²³

Il est cependant inutile de se pencher plus avant sur ces questions, car elles ne sont pas pertinentes en l'espèce.

3.7. Le Nicaragua ne soutient pas que le traité de limites de 1858 impose des restrictions particulières en ce qui concerne les travaux que le Costa Rica pourrait planifier ou mettre en œuvre sur son territoire. Il est, dans sa réplique, moins direct que cela, se contentant d'affirmer que «le traité place le fleuve sous [s]a souveraineté et [que], étant donné que la construction de la route cause un dommage grave au fleuve, il est effectivement d'une pertinence cruciale pour la présente

²¹⁹ RN, par. 4.3.

²²⁰ *Différend relatif à des droits de navigation et des droits connexes (Costa Rica c. Nicaragua)*, arrêt, C.I.J. Recueil 2009, p. 233, par. 36.

²²¹ RN, par. 4.4 (les italiques figurent dans l'original).

²²² Par exemple l'article VIII du traité. Voir *Différend relatif à des droits de navigation et des droits connexes (Costa Rica c. Nicaragua)*, arrêt, C.I.J. Recueil 2009, p. 234, par. 38.

²²³ *Différend relatif à des droits de navigation et des droits connexes (Costa Rica c. Nicaragua)*, arrêt, C.I.J. Recueil 2009, p. 237, par. 48.

instance»²²⁴. Le Nicaragua n'a jamais sérieusement tenté de contester ce que le Costa Rica a clairement démontré dans son contre-mémoire, à savoir que, même à supposer établie l'existence du dommage allégué aux eaux du fleuve San Juan (*quod non*), la souveraineté nicaraguayenne sur ces eaux et l'exercice de cette souveraineté n'ont été *remis en question* par aucun des actes dont le Nicaragua fait grief au Costa Rica.

83

3.8. Le présent chapitre ne traitera pas du long développement que le Nicaragua consacre dans sa réplique à cette autre question qui n'est pas en cause entre les Parties — celle de savoir si un Etat est libre de «faire tout ce qu'il souhaite sur son propre territoire, quelles qu'en soient les conséquences transfrontières pour les autres Etats»²²⁵. Le Nicaragua prétend que telle serait la position costa-ricienne, ce qui n'est bien évidemment pas le cas. Le Costa Rica ne relèvera pas non plus la provocation que lui lance le Nicaragua en affirmant que son attitude «rappel[er]ait de façon alarmante la thèse de la souveraineté territoriale absolue énoncée par l'*Attorney General* américain Judson Harmon»²²⁶. Tant dans la présente espèce qu'en l'affaire relative à *Certaines activités*²²⁷, les écritures du Costa Rica auront permis d'établir que ces allégations sont dénuées de tout fondement. Voilà, donc, pour le chapitre 4 de la réplique du Nicaragua.

3.9. Au chapitre 5 de sa réplique, le Nicaragua expose la position suivante :

«Le rejet sur le territoire du Nicaragua de *tout* élément artificiel constitue une violation de sa souveraineté territoriale. Le survol illicite d'un Etat ou la poursuite d'un criminel sur le territoire d'un Etat voisin ne causerait généralement aucun «dommage» concret ou «financièrement évaluable». Mais, lorsqu'ils sont attribuables à un Etat, de tels faits engagent incontestablement sa responsabilité.»²²⁸

Le Nicaragua a également affirmé de manière infondée que le Costa Rica «utilis[ait] le fleuve comme dépotoir»²²⁹. Là encore, ces allégations ne sont pas étayées par le moindre élément de preuve ; elles sont tout simplement erronées. De fait, même si le Costa Rica était aussi insensible aux dommages environnementaux que le prétend le Nicaragua, il ne serait pas dans son intérêt, en tant qu'Etat riverain jouissant de droits de navigation sur le fleuve, d'avoir le comportement que lui prête celui-ci.

84

3.10. Dans sa réplique, le Nicaragua répète une fois de plus ce qu'il a déjà affirmé dans son mémoire, sans tenir compte des arguments avancés par le Costa Rica dans son contre-mémoire. Après avoir de nouveau cité la célèbre sentence arbitrale de Max Huber en l'affaire de l'*Ile de Palmas (ou Miangas)* et l'arrêt bien connu que la Cour permanente de Justice internationale a rendu en l'affaire du *Lotus*, le Nicaragua réitère ainsi que, «[e]n conséquence, le droit interdit à un Etat «tout exercice de sa puissance sur le territoire d'un autre Etat»»²³⁰. Il ne tente nullement de réfuter l'affirmation du Costa Rica — qu'étaient, en tout état de cause, les écritures et éléments de preuve produits en l'espèce —, selon laquelle celui-ci n'a exercé en aucune manière son pouvoir ou

²²⁴ RN, par. 4.5.

²²⁵ *Ibid.*, par. 4.7.

²²⁶ *Ibid.*, par. 4.14.

²²⁷ Directive 85/337/CEE du Conseil du 27 juin 1985 concernant l'évaluation des incidences de certains projets publics et privés sur l'environnement (ci-après la «directive sur l'évaluation des incidences sur l'environnement») (<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=CELEX%3A31985L0337&qid=1423213711527>).

²²⁸ RN, par. 5.10.

²²⁹ *Ibid.*, par. 4.4.

²³⁰ *Ibid.*, par. 5.12.

son autorité en territoire nicaraguayen, que ce soit dans les eaux du fleuve San Juan, dans l'espace aérien du Nicaragua ou encore sur son sol.

3.11. En définitive, le Nicaragua n'a qu'un argument à l'appui de sa thèse des «violations de sa souveraineté territoriale», lequel consiste à affirmer que le Costa Rica, en construisant sa route, «rejette délibérément» des sédiments dans le San Juan et en «modifie la configuration»²³¹. Or, dans son contre-mémoire, le Costa Rica a précisé que, quand bien même des dommages importants auraient été causés au fleuve à la suite des travaux de construction routière (*quod non*), il n'y aurait pas pour autant eu manquement à l'obligation de respecter la souveraineté territoriale d'autres Etats, mais manquement à celle de ne pas causer de dommages transfrontières significatifs²³² — il s'agit là de deux obligations fort dissemblables, mais le Nicaragua n'a fait aucun cas de cette différence, que ce soit en général ou pour la présente espèce.

85

3.12. Dans sa réplique, le Nicaragua continue d'accuser le Costa Rica de déverser volontairement des sédiments dans le fleuve San Juan, mais sans jamais apporter la preuve de ce qu'il avance²³³. Son argument consiste à dire que, puisque les sédiments, quels qu'ils soient, résultent tous de la construction de la route, ils ne sont pas «naturel[s]»²³⁴, et que «[l]e rejet sur le territoire du Nicaragua de tout élément artificiel constitue une violation de sa souveraineté territoriale»²³⁵ — alors même que le Costa Rica ne déverse bien évidemment rien dans le fleuve. A cet égard, le Nicaragua se borne à déclarer que cette situation «engage [l]a responsabilité internationale»²³⁶ — ce qui est autre chose qu'une violation de la souveraineté territoriale. L'engagement de la responsabilité internationale découle automatiquement de tout manquement à une obligation internationale, et pas uniquement du manquement à l'obligation de respecter la souveraineté territoriale d'autres Etats. En tout état de cause, il n'y a pas eu pareil manquement dans le cadre de la présente instance.

3.13. Ainsi que cela a déjà été exposé au chapitre 2, la part des sédiments aboutissant dans le fleuve que l'on peut attribuer à la construction de la route est insignifiante²³⁷. Pour le Nicaragua, le seul fait que des sédiments atteignent le San Juan serait apparemment assimilable à une situation dans laquelle un Etat irait puiser des sédiments ou quelque autre substance pour ensuite les déverser délibérément dans le territoire d'un autre Etat — situation qui est bien sûr sans rapport aucun avec celle qui nous occupe en l'espèce. Il est ici question de sédiments entraînés dans le fleuve dans des quantités qui ne prêtent pas à conséquence, pas de déplacement délibéré — et donc de «rejet» — de sédiments par le Costa Rica. En outre, les sédiments ne sont pas un élément artificiel, mais le produit du déplacement des sols de leur emplacement naturel sous l'effet des intempéries ou de l'érosion. Cette érosion des sols a, du reste, de multiples causes. Bien que certaines soient liées à l'activité humaine, le simple fait de marcher le long des rives d'un fleuve pouvant entraîner une érosion, les sols en question n'en demeurent pas moins naturels et la libération de sédiments dans le San Juan, involontaire. Par ailleurs, comme il ressort du chapitre 2, cette sédimentation du fleuve n'est ni inhabituelle ni préoccupante ; les processus fluviaux constituent la voie de transport de sédiments la plus courante, et le San Juan est un fleuve à très forte charge sédimentaire. On peut certes s'inquiéter de l'impact sur l'environnement de certaines

86

²³¹ RN, par. 5.16-5.19.

²³² CMCR, par. 4.9.

²³³ RN, par. 5.15.

²³⁴ *Ibid.*, par. 5.7.

²³⁵ *Ibid.*, par. 5.10.

²³⁶ *Ibid.*, par. 5.11.

²³⁷ Voir par. 2.77-2.80.

activités humaines, point qui a déjà été examiné plus haut²³⁸, mais la présente situation n'est en tout état de cause nullement assimilable à une «violation de la souveraineté et de l'intégrité territoriales» d'Etats, ou à une violation du traité de limites de 1858.

3.14. Du reste, si l'on retenait l'hypothèse du Nicaragua, le déversement de sédiments dans le fleuve San Juan intervenu à la suite de la construction, par ce même pays, du pont Santa Fe constituerait une violation de la souveraineté et de l'intégrité costa-riciennes, ces sédiments ayant été charriés dans le Colorado, fleuve qui appartient au Costa Rica.

87

3.15. S'agissant de l'argument de nature générale qu'il avait avancé en ce qui concerne une atteinte à son droit de navigation²³⁹, le Nicaragua soutient désormais plus particulièrement que «la formation de nombreux deltas «très visibles» et «massifs» consécutivement à la construction de la route modifie la configuration même du fleuve»²⁴⁰. Cette exagération, même si elle prête à rire, appelle un certain nombre de commentaires. *Premièrement*, les Parties sont en désaccord sur la question de savoir si l'existence de deltas dans le San Juan résulte de la construction de la route. Mais, il est incontestable que des deltas sont présents sur les deux rives du fleuve et qu'il en allait déjà ainsi bien avant que la route n'ait été construite²⁴¹. *Deuxièmement*, ainsi que cela est exposé dans le rapport de M. Thorne annexé à la présente duplique, les deltas sont des formations naturelles qui disparaissent aussi vite qu'elles sont apparues²⁴². Ces éléments venant se rattacher aux rives sont en effet éphémères et instables, et il faut vraiment avoir une imagination débordante pour considérer, comme le Nicaragua prétend le faire, que ces deltas — il y en aurait trois —, «ainsi que d'autres dont la formation dans le fleuve est attribuable à la route, ont un impact dommageable évident sur la navigation»²⁴³. En suivant le raisonnement du Nicaragua, qui argue que «la navigation [est] devenue impossible aux endroits qu'ils occupent»²⁴⁴, le Costa Rica pourrait soutenir que les deltas qui se sont formés du côté nicaraguayen du fleuve portent atteinte à son droit de naviguer sur le San Juan. Mais à vrai dire, prétendre que l'existence de deltas pourrait emporter violation du droit de navigation d'un Etat défie tout bonnement l'entendement. Dans son contre-mémoire, le Costa Rica a relevé que le Nicaragua n'avait soumis aucun élément prouvant la moindre atteinte à son droit de naviguer sur le fleuve, et sa position demeure inchangée après le dépôt de la réplique du Nicaragua.

**C. AUCUNE OBLIGATION DE NOTIFIER LA CONSTRUCTION DE LA ROUTE
FRONTALIÈRE NE DÉCOULE DU TRAITÉ DE LIMITES DE 1858 OU
DE L'ARRÊT DE 2009 DE LA COUR**

88

3.16. Dans sa réplique, le Nicaragua met en avant une lecture singulière de l'arrêt que la Cour a rendu en 2009 en l'affaire du *Différend relatif à des droits de navigation et des droits connexes* pour tenter d'étayer la thèse d'une obligation imposant au Costa Rica de l'aviser de la construction de sa route dans le cadre du régime juridique du fleuve San Juan. S'il cite à cet égard abondamment les paragraphes 94 et 95 de l'arrêt de 2009, il omet, en revanche, une nouvelle fois le paragraphe 93²⁴⁵. Le Nicaragua affirme ainsi que, dans la mesure où la Cour a reconnu qu'il avait

²³⁸ Voir par. 2.70.

²³⁹ MN, par. 4.15.

²⁴⁰ RN, par. 5.19 (note de bas de page omise).

²⁴¹ Voir rapport Thorne de 2015 (appendice A), par. 5.8-5.11.

²⁴² *Ibid.*, par. 5.16.

²⁴³ RN, par. 5.24.

²⁴⁴ *Ibid.*

²⁴⁵ *Ibid.*, par. 5.28.

le droit de réglementer la navigation sur le fleuve San Juan et l'obligation correspondante de notifier les mesures y afférentes au Costa Rica, la même obligation de notification s'appliquerait à la construction de la route par le Costa Rica, bien que le traité de limites ne contienne aucune disposition en ce sens.

3.17. Pour tout argument à l'appui de cette affirmation, le Nicaragua indique que l'analyse de la Cour s'appliquerait *mutatis mutandis* à la présente espèce, qui met en cause non pas de simples mesures de réglementation mais des actes concrets portant atteinte à la navigation sur le San Juan et à sa souveraineté sur les eaux du fleuve, «garantie par l'article VI du traité de 1858»²⁴⁶. Le Costa Rica a déjà répondu à cet argument²⁴⁷. En résumé, l'obligation de lui notifier les réglementations concernant la navigation sur le San Juan découle de son droit de naviguer sur ce fleuve, tel qu'établi par l'article VI du traité de limites. Le Nicaragua ne possède toutefois aucun droit, de quelque sorte que ce soit, relatif au territoire costa-ricien. L'article VIII du traité de limites prévoit bien une obligation de consultation mais celle-ci n'est pas pertinente en l'espèce, car elle couvre uniquement le cas où le Nicaragua envisagerait des travaux de canalisation. Aucun des facteurs mentionnés par la Cour pour déterminer l'existence de l'obligation qui incombe au Nicaragua de notifier les mesures de réglementation liées à la navigation ne s'applique à la construction de la route.

89

3.18. Le Nicaragua considère que la prétendue obligation de notification incombant au Costa Rica s'étend aux travaux routiers en cours ou planifiés²⁴⁸. Toutefois, ainsi que montré plus haut, ni le traité de 1858 ni l'arrêt de 2009 n'imposent au Costa Rica pareille obligation.

3.19. La question de savoir si une obligation de notifier des travaux tels que les travaux de construction de la route ici en cause s'impose en vertu d'autres règles internationales applicables aux Parties sera examinée ci-dessous, dans le contexte de la situation d'urgence qui a incité le Costa Rica à réaliser ces travaux²⁴⁹.

D. L'ÉVALUATION DE L'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DANS LE CADRE D'UNE SITUATION D'URGENCE

3.20. A propos de l'obligation qui existerait de réaliser une évaluation de l'impact sur l'environnement dans le cadre d'une situation d'urgence, le Nicaragua, dans sa réplique, ne fait, pour l'essentiel, que répéter ce qu'il a déjà indiqué dans son mémoire²⁵⁰. Une fois de plus, il consacre des pages entières aux conditions qu'il convient de remplir pour que l'état de nécessité puisse être invoqué en tant que circonstance excluant l'illicéité, alors même que le Costa Rica n'a jamais fait valoir cet argument²⁵¹. Le Costa Rica ne s'appuie d'ailleurs pas davantage sur son droit interne pour justifier une prétendue violation du droit international, de sorte que les conclusions auxquelles le Nicaragua parvient en se fondant sur l'article 27 de la convention de Vienne sur le droit des traités sont dépourvues de pertinence²⁵². Le Costa Rica n'a pas non plus pris des «mesures unilatérales» en vue de «se faire justice» ; rien ne permet donc d'établir un parallèle entre

²⁴⁶ RN, par. 5.29.

²⁴⁷ CMCR, par. 4.13-4.17.

²⁴⁸ RN, par. 5.31-5.32.

²⁴⁹ Voir ci-après, par. 3.29-3.46.

²⁵⁰ Voir MN, par. 2.15-2.23, et RN, par. 6.6-6.21.

²⁵¹ Voir MN, par. 5.23-5.24, RN, chap. 6, et CMCR, par. 5.15.

²⁵² RN, par. 6.17.

90

des travaux routiers entièrement réalisés sur le territoire costa-ricien et la situation que «la Cour a fermement désapprouvé[e], dans l'affaire relative au *Personnel diplomatique et consulaire des Etats-Unis à Téhéran*», pour reprendre les termes du Nicaragua²⁵³. Ces questions seront laissées de côté dans la présente section, qui traitera des points suivants : *a)* la condition minimale d'application de l'obligation de réaliser une évaluation de l'impact sur l'environnement ; *b)* l'exemption en cas d'urgence en droit international ; *c)* la situation d'urgence en l'espèce ; et *d)* l'existence d'une autre forme d'évaluation.

1. La condition minimale d'application de l'obligation de réaliser une évaluation de l'impact sur l'environnement

3.21. Pour que l'obligation de procéder à une évaluation de l'impact sur l'environnement devienne applicable, il doit à tout le moins — c'est là la condition minimale — être question de dommage ou d'impact *transfrontière significatif*. La présente espèce porte sur le dommage que la construction de la route aurait causé au territoire nicaraguayen, et lui seul. Toute analyse d'un dommage que le Costa Rica aurait causé à son propre territoire sort du cadre des prétentions que le Nicaragua est en droit de faire valoir au niveau international, comme du cadre de l'affaire dont la Cour est ici saisie. Il en va de même des nouvelles allégations formulées dans la réplique relativement aux différentes sources de sédimentation du fleuve San Juan qui seraient à rechercher en territoire costa-ricien.

3.22. Les Parties conviennent que l'obligation internationale de réaliser une évaluation de l'impact sur l'environnement n'entre en jeu que lorsqu'il existe un *risque d'impact ou de dommage transfrontière significatif*. Elles divergent cependant sur la question de savoir si cette condition était remplie en l'espèce.

91

3.23. Ainsi que le Costa Rica l'a déjà indiqué, la construction de la route n'entraîne ni n'a entraîné le rejet ou l'émission de substances nocives dans le fleuve San Juan ou toute autre partie du territoire nicaraguayen²⁵⁴ — la présente affaire ne se rapporte pas à une activité industrielle telle que celle d'une usine de pâte à papier. Pour toute réponse, le Nicaragua a fait valoir que le Costa Rica n'avait apporté aucun «élément de preuve ... à l'appui de cet argument»²⁵⁵. Cette position dénote une profonde incompréhension du mécanisme de la charge de la preuve. C'est, en effet, au Nicaragua qu'il incombe de démontrer que la construction de la route a causé, ou qu'elle aurait pu causer, un dommage transfrontière significatif. Or, le Nicaragua semble exiger que le Costa Rica prouve qu'il s'est abstenu d'en causer, qu'il prouve — donc — que la construction de sa route n'a pas débouché sur le rejet ou l'émission de substances nocives. Il est évident que le Nicaragua ne possède, et partant ne peut produire, les preuves nécessaires pour établir l'existence de pareils rejets ou émissions, ne serait-ce que parce qu'il n'y en a jamais eu.

3.24. Dans le contexte de la construction routière, un autre aspect à prendre en considération pour déterminer s'il y a lieu de procéder à une évaluation de l'impact sur l'environnement est le risque de voir l'érosion ou le rejet d'importantes quantités de sédiments dans le fleuve causer un dommage transfrontière significatif. Or, ainsi que le montrent les éléments de preuve, ce risque n'a jamais existé, et aucun dommage transfrontière significatif n'a été ni ne sera causé²⁵⁶.

²⁵³ RN, par. 6.18.

²⁵⁴ CMCR, par. 5.12.

²⁵⁵ RN, par. 6.30.

²⁵⁶ Voir par. 2.117.

92

3.25. Pour éviter la relative ambiguïté du critère du caractère «significatif», les instruments internationaux ou régionaux énumèrent parfois — comme l'atteste le rapport de M. Craik sur l'obligation de mener au préalable une évaluation de l'impact sur l'environnement — les activités qui, en raison de leur envergure ou des risques qui leur sont associés, nécessitent qu'il soit procédé à une telle évaluation²⁵⁷. La convention d'Espoo en fournit ainsi la liste²⁵⁸, le Conseil de l'Union européenne a adopté une approche similaire dans sa directive sur l'évaluation des incidences sur l'environnement²⁵⁹, et cette approche a été reconnue comme appropriée dans les lignes directrices volontaires pour l'intégration des questions relatives à la diversité biologique dans les études de l'impact sur l'environnement, établies en vertu de la convention sur la diversité biologique²⁶⁰. S'agissant de la liste qui figure à l'appendice 1 de la convention d'Espoo, le Nicaragua observe dans son mémoire qu'elle comprend les «autoroutes» et «routes express», ainsi que le «déboisement de grandes superficies»²⁶¹. Mais soyons clairs : les définitions des termes «autoroute» et «route express» données à l'appendice 1 excluraient la route qu'a construite le Costa Rica²⁶², qui n'est à l'évidence ni l'une ni l'autre. Les travaux de dégagement de faible ampleur auxquels il a pu être procédé ne sauraient, quant à eux, être assimilés à un «déboisement de grandes superficies». En d'autres termes, si la convention d'Espoo trouvait à s'appliquer — ce qui n'est en tout état de cause pas le cas —, le Costa Rica ne serait pas pour autant, en tant que partie à cet instrument, tenu de réaliser une évaluation de l'impact sur l'environnement²⁶³.

3.26. Comme indiqué plus haut, il n'y a pas lieu, en l'espèce, de s'intéresser à un très hypothétique dommage causé à l'écosystème du Costa Rica, puisqu'il n'aurait pas un caractère transfrontière, à moins d'avoir un impact préjudiciable sur le territoire nicaraguayen. A cet égard, c'est au Nicaragua qu'il incombe de démontrer l'existence — ou, à tout le moins, la probabilité — d'un tel impact pour satisfaire à la condition requise. Or, cette preuve n'a pas été apportée.

93

3.27. L'unique conséquence que la construction de la route pourrait avoir pour l'environnement du San Juan serait une augmentation de la charge sédimentaire de ce fleuve. Toutefois, cette potentialité ne suffit pas à elle seule à satisfaire à la condition minimale d'application de l'obligation de procéder à une évaluation de l'impact sur l'environnement en droit international. Ainsi que M. Thorne l'a démontré dans ses rapports, la route n'a en réalité qu'un

²⁵⁷ Voir M. Neil Craik, «La nécessité d'effectuer au préalable une évaluation de l'impact sur l'environnement», février 2015 (annexe 1, ci-après le «rapport Craik»), par. 4.4.

²⁵⁸ Convention sur l'évaluation de l'impact sur l'environnement dans un contexte transfrontière (ci-après la «convention d'Espoo»), Finlande, 25 février 1991, art. 2, par. 3, et appendice 1.

²⁵⁹ Directive sur l'évaluation des incidences sur l'environnement, art. 4.

²⁶⁰ Conférence des parties à la convention sur la diversité biologique (CDB), décision VIII/28, «Études d'impact : lignes directrices volontaires pour l'intégration des questions relatives à la diversité biologique dans les études de l'impact sur l'environnement», Nations Unies, doc. UNEP/CDB/COP/8/31 (ci-après les «lignes directrices de la CDB relatives à l'évaluation de l'impact sur l'environnement»), art. 10.

²⁶¹ MN, note de bas de page n° 474.

²⁶² Convention d'Espoo, appendice 1.

²⁶³ *Ibid.*, art. 2., par. 5

impact imperceptible sur la charge sédimentaire du San Juan²⁶⁴, et elle n'a jamais présenté de risque de dommage significatif²⁶⁵. Cette quantité imperceptible est donc loin de répondre au critère requis, celui — pour reprendre les termes de la Commission du droit international — d'un seuil «plus que «détectable»»²⁶⁶.

94

3.28. Le Nicaragua a également fait référence à des activités «susceptibles de nuire sensiblement à la diversité biologique», critère visé à l'article 14 de la convention sur la diversité biologique. Or, plus de trois ans ont passé depuis l'introduction de la présente instance, trois ans au cours desquels la «menace» pour la biodiversité que le Nicaragua avait évoquée en décembre 2011 ne s'est jamais concrétisée²⁶⁷. Qui plus est, il n'existe pas le moindre élément justifiant de telles craintes pour l'avenir. S'agissant des «critères de l'estimation préliminaire» répertoriés dans les lignes directrices de la CDB relatives à l'évaluation de l'impact sur l'environnement, le Nicaragua n'a produit dans sa réplique aucun élément démontrant l'existence 1) de changements biologiques qui augmenteraient les «risques d'extinction de génotypes, de cultivars, de variétés, de populations d'espèces ou le risque de perdre l'habitat ou l'écosystème», 2) d'activités qui dépasseraient «la limite maximale admissible, la capacité de charge de l'habitat/écosystème ou le niveau maximal de trouble permmissible d'une source, population ou d'un écosystème» ou 3) d'activités qui entraîneraient «des changements dans l'accès et les droits aux ressources biologiques»²⁶⁸. Ces facteurs sont mentionnés dans le rapport, annexé à la réplique, de M. W. Sheate, qui souligne la pertinence d'un tableau incorporant les critères en question tirés des lignes directrices de la CDB²⁶⁹, mais sans que, là encore, les éléments produits ne s'y rapportent directement. De fait, bien que le Costa Rica eût demandé au Nicaragua, lorsque celui-ci a commencé à lui faire publiquement grief de ses travaux, de prouver ce qu'il avançait, celui-ci n'a fourni aucune comparaison technique de l'état d'habitats ou d'écosystèmes du fleuve San Juan avant et après la construction de la route²⁷⁰.

3.29. Le Nicaragua s'est également opposé à ce que des experts techniques du Costa Rica accèdent à son territoire pour effectuer des mesures de la charge sédimentaire charriée par le fleuve²⁷¹. Le diagnostic de l'impact sur l'environnement que le Costa Rica a soumis dans son contre-mémoire, la nouvelle étude de suivi ou encore les rapports accompagnant la présente duplique n'ont fait apparaître aucun impact assimilable, à l'aune des critères retenus, à un impact préjudiciable sensible au niveau transfrontière²⁷². Si dommages importants il y avait eu, ils se seraient produits en territoire costa-ricien, mais les éléments de preuve montrent en tout état de

²⁶⁴ Rapport Thorne de 2013 (CMCR, appendice A), par. 12.2 ; voir aussi rapport Thorne de 2015 (appendice A), par. 8.2.

²⁶⁵ Rapport Thorne de 2013 (CMCR, appendice A).

²⁶⁶ Commission du droit international, «Projet d'articles sur la prévention des dommages transfrontières résultant d'activités dangereuses et commentaires y relatifs», dans le *Rapport de la Commission du droit international sur les travaux de sa cinquante-troisième session*, Nations Unies, *Documents officiels de l'Assemblée générale, 56^e session, supplément n° 10*, Nations Unies, doc. A/56/10 (2001), art. 2, commentaire 4.

²⁶⁷ Requête introductive d'instance du Nicaragua, 21 décembre 2011, par. 4 et 10.

²⁶⁸ Conférence des parties à la convention sur la diversité biologique (CDB), décision VIII/28, doc. UNEP/CDB/COP/8/31, lignes directrices de la CDB relatives à l'évaluation de l'impact sur l'environnement, «L'estimation préliminaire».

²⁶⁹ Rapport Sheate (RN, annexe 5), p.10.

²⁷⁰ Voir note DM-AM-601-11 en date du 29 novembre 2011 adressée au ministre des affaires étrangères du Nicaragua par le ministre des affaires étrangères et des cultes du Costa Rica (CMCR, annexe 39).

²⁷¹ Voir par. 2.28-2.33.

²⁷² Rapport du CCT de 2013 (CMCR, annexe 10) ; et rapport du CCT de 2015 (annexe 14).

cause que les incidences des travaux étaient réduites et localisées, sont en passe d'être atténuées et ne sont certainement pas de nature transfrontière²⁷³.

95

3.30. En résumé, la condition minimale d'application de l'obligation internationale de procéder à une évaluation de l'impact sur l'environnement — l'existence d'un risque de dommage ou d'impact transfrontière significatif — n'était pas été remplie en l'espèce.

2. La situation d'urgence comme cause d'exemption de l'obligation internationale de procéder à une évaluation de l'impact sur l'environnement

3.31. Le Nicaragua refuse de reconnaître qu'une situation d'urgence peut exempter un Etat de l'obligation internationale qui lui incombe de réaliser une évaluation de l'impact sur l'environnement. Il estime que cette obligation s'applique en permanence, et que seule une circonstance excluant l'illicéité permettrait de considérer qu'un Etat s'étant abstenu de procéder à pareille évaluation n'aurait pas commis de fait internationalement illicite. Cette affirmation, toutefois, est infondée.

3.32. Le seul argument que le Nicaragua avance dans sa réplique repose sur une extrapolation d'un *dictum* de la Cour qui, dans l'affaire relative à des *Usines de pâte à papier*, a noté que le droit international général ne précisait ni la portée ni le contenu des évaluations de l'impact sur l'environnement et estimé que, dès lors, il revenait à chaque Etat d'en décider dans le cadre de sa législation interne. Suivant un raisonnement *a contrario*, le Nicaragua soutient que *seuls* ces deux aspects relèveraient du droit interne²⁷⁴. Or, ce n'est pas ce qu'a dit la Cour. Aucune situation d'urgence n'étant en jeu dans l'affaire qui opposait l'Argentine et l'Uruguay, la Cour n'avait pas à s'en préoccuper et elle s'en est, à fort juste titre, tenue dans son arrêt aux points sur lesquels il lui fallait se prononcer. On ne saurait donc déduire du paragraphe 205 de cet arrêt qu'il serait interdit à un Etat de déterminer dans son droit interne qu'une situation d'urgence constitue une cause d'exemption de l'obligation de réaliser une évaluation de l'impact sur l'environnement. Au contraire, et comme M. Craik l'a d'ailleurs indiqué dans son rapport²⁷⁵, l'approche retenue par la Cour en 2010 se prête à l'analyse du cas de figure différent qu'il lui incombe d'examiner en l'espèce.

96

3.33. Ce n'est que très récemment, à la suite de l'éclaircissement apporté par la Cour en l'affaire relative à des *Usines de pâte à papier*, qu'a été établie l'obligation internationale de procéder, dans certaines circonstances, à une évaluation de l'impact sur l'environnement. La Cour a conclu à l'existence d'une telle obligation en se fondant sur une pratique «acceptée ... largement par les Etats ces dernières années»²⁷⁶. En conséquence, pour déterminer si le droit international reconnaît que la question de savoir si une situation d'urgence peut motiver une exemption de l'obligation de procéder à une évaluation de l'impact sur l'environnement relève du droit interne, il

²⁷³ Rapport du CCT de 2015 (annexe 14), p. 83.

²⁷⁴ RN, par. 6.34-6.35.

²⁷⁵ Voir rapport Craik (annexe 1), par. 2.11.

²⁷⁶ «Ainsi, l'obligation de protéger et de préserver, énoncée à l'alinéa *a*) de l'article 41 du statut [du fleuve Uruguay], doit être interprétée conformément à une pratique acceptée si largement par les Etats ces dernières années que l'on peut désormais considérer qu'il existe, en droit international général, une obligation de procéder à une évaluation de l'impact sur l'environnement lorsque l'activité industrielle projetée risque d'avoir un impact préjudiciable important dans un cadre transfrontière, et en particulier sur une ressource partagée.» *Usines de pâte à papier sur le fleuve Uruguay (Argentine c. Uruguay)*, arrêt du 20 avril 2010, C.I.J. Recueil 2010, p. 83, par. 204.

convient de procéder de même, en recherchant s'il est possible à cet égard de se fonder sur une pratique internationale.

3.34. Or, il ressort de la pratique internationale que les dérogations motivées par des situations d'urgence sont, elles aussi, «acceptée[s] ... largement», pour reprendre la formulation de la Cour. Tant les instruments internationaux que les instruments internes reconnaissent en effet aux Etats la capacité d'en accorder dans certaines circonstances, plus précisément lorsque la sécurité nationale ou des situations d'urgence à caractère civil sont en jeu. Ainsi :

97

- 1) Le régime concernant l'évaluation de l'impact sur l'environnement qui figure à l'annexe 1 du protocole au traité sur l'Antarctique relatif à la protection de l'environnement comprend la disposition suivante, intitulée «Cas d'urgence», qui prévoit, dans lesdits cas, une dispense des obligations prévues par le traité en matière d'évaluation de l'impact sur l'environnement :

«1. La présente Annexe ne s'applique pas aux cas d'urgence se rapportant à la sauvegarde des vies humaines, à la sécurité des navires, des aéronefs, ou des équipements et installations de grande valeur, ou à la protection de l'environnement, cas d'urgence qui exigent qu'une activité soit entreprise sans attendre l'achèvement des procédures établies dans la présente Annexe.

2. Toutes les Parties et le Comité sont immédiatement avisés des activités entreprises dans les cas d'urgence, qui sinon auraient exigé la préparation d'une évaluation globale d'impact sur l'environnement. Une justification exhaustive des activités ainsi entreprises doit être fournie dans un délai de 90 jours suivant ces activités.»²⁷⁷

- 2) La convention d'Espoo contient, au paragraphe 8 de l'article 2, une disposition réservant aux Etats le droit d'appliquer celles de leurs lois internes qui visent à protéger les «renseignements dont la divulgation serait préjudiciable au secret industriel et commercial ou à la sécurité nationale»²⁷⁸.
- 3) Le protocole de Kiev à la convention d'Espoo sur l'évaluation de l'impact sur l'environnement dans un contexte transfrontière, relatif à l'évaluation stratégique environnementale, prévoit une dérogation dans le cas de plans et de programmes destinés à des fins de «protection civile» qui feraient normalement l'objet d'une évaluation²⁷⁹.

98

- 4) Le paragraphe 6 de l'article 4 du *Protocol on Environmental Impact Assessment in a Transboundary Context to the Framework Convention for the Protection of the Marine Environment of the Caspian Sea* réserve aux parties le droit d'appliquer des lois dans l'«intérêt de la sécurité nationale»²⁸⁰.

²⁷⁷ Protocole au traité sur l'Antarctique relatif à la protection de l'environnement, 4 octobre 1991, *I.L.M.*, vol. 30, p. 1455 (1991), annexe 1, art. 7 (<http://www.ats.aq/f/ep.htm>).

²⁷⁸ Convention sur l'évaluation de l'impact sur l'environnement dans un contexte transfrontière, 25 février 1991.

²⁷⁹ Protocole à la convention sur l'évaluation de l'impact sur l'environnement dans un contexte transfrontière, relatif à l'évaluation stratégique environnementale (ci-après le «protocole de Kiev») (http://www.unece.org/fr/env/eia/sea_protocol_f.html).

²⁸⁰ *Protocol on Environmental Impact Assessment in a Transboundary Context to the Framework Convention for the Protection of the Marine Environment of the Caspian Sea* [Protocole à la convention-cadre pour la protection de l'environnement de la mer Caspienne, relatif à l'évaluation de l'impact sur l'environnement dans un contexte transfrontière], projet élaboré pour la Conférence des Parties, cinquième session, 28-30 mai 2014, Nations Unies, doc. TC/COP5/4 Rev.1, art. 4, par. 6.

- 5) Le paragraphe 3 de l'article premier de la directive communautaire sur l'évaluation de l'impact sur l'environnement dispose que les Etats peuvent décider au cas par cas de soustraire à l'application de la directive les «projets, ou ... parties de projets, ayant pour seul objet la défense ou [les] projets ayant pour seul objet la réponse à des situations d'urgence à caractère civil»²⁸¹.
- 6) Parmi les dispositions réglementaires adoptées en vertu du *National Environmental Policy Act* (NEPA), législation fédérale des Etats-Unis d'Amérique relative à l'évaluation de l'impact sur l'environnement (la première au monde à avoir été adoptée sur cette question), l'une, intitulée «Situations d'urgence», prévoit ce qui suit :

«Lorsqu'une situation d'urgence impose à une agence fédérale de prendre une mesure ayant sur l'environnement un impact important sans observer les dispositions du présent règlement, ladite agence devrait consulter le Conseil [pour la qualité de l'environnement] pour envisager de conserve d'autres arrangements. Les agences et le Conseil n'autoriseront ceux-ci qu'aux fins des mesures s'imposant pour maîtriser les effets immédiats de la situation d'urgence, toute autre mesure restant assujettie à une évaluation conforme au *NEPA*.»²⁸²

99

- 7) Parmi les autres pays dont la législation relative à l'évaluation de l'impact sur l'environnement prévoit une exemption en cas d'urgence, citons le Canada²⁸³, l'Australie²⁸⁴, le Mexique²⁸⁵, le Chili²⁸⁶, le Paraguay²⁸⁷, le Pérou²⁸⁸, ainsi que le Nicaragua (article 12 de la législation pertinente²⁸⁹).

3.35. Dans le rapport qu'il a élaboré pour le Nicaragua, M. W. Sheate reconnaît que

«[n]ombre de régimes relatifs à l'évaluation de l'impact sur l'environnement dans le monde, par exemple dans l'Union européenne ou aux Etats-Unis, prévoient des clauses d'exemption en cas d'urgences civiles ou de projets relevant de la défense nationale. Le fait pour le Costa Rica de se prévaloir de pareille exemption n'est pas en soi particulièrement inhabituel»²⁹⁰.

²⁸¹ Directive 85/337/CEE du Conseil du 27 juin 1985 concernant l'évaluation des incidences de certains projets publics et privés sur l'environnement, modifiée par la directive 2014/52/UE du Parlement européen et du Conseil du 16 avril 2014 (<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=CELEX%3A32014L0052>).

²⁸² *National Environmental Policy Act (NEPA)*, *United States Code*, titre 42, art. 4321 et suiv., règlement (*Code of Federal Regulations*, titre 40, art. 1506.11), Etats-Unis d'Amérique.

²⁸³ Loi canadienne sur l'évaluation environnementale, 2012 (<http://laws-lois.justice.gc.ca/fra/lois/C-15.21/index.html>).

²⁸⁴ *Environmental Protection and Biodiversity Conservation Act 1999 (Cth.)* [Loi de 1999 du Commonwealth sur la protection de l'environnement et la conservation de la diversité biologique], art. 158, par. 5) (<http://www.comlaw.gov.au/Details/C2012C00248>).

²⁸⁵ *Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Medio Ambiente en Materia de EIA* (règlement fédéral), art. 7 (<http://www.ibiologia.unam.mx/reserva/leyes/pdf/4.pdf> (en espagnol)).

²⁸⁶ *Ley General de Bases del Medio Ambiente*, *Ley 19 300*, art. 15 (<http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=30667>).

²⁸⁷ *Ley 294 Evaluación de Impacto Ambiental*, art. 9 (<http://www.bacn.gov.py/ampliar-leyes-paraguayas.php?id=2374>).

²⁸⁸ *Ley del sistema nacional de EIA y su reglamento*, art. 81 (<http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/10/Ley-y-reglamento-del-SEIA1.pdf>).

²⁸⁹ Décret n° 76-2006 du Nicaragua, système d'évaluation environnementale (CMCR, annexe 25).

²⁹⁰ Rapport Sheate (RN, annexe 5), p.27 (références omises).

100

Compte tenu des nombreuses dispenses d'obligations liées à l'évaluation de l'impact sur l'environnement prévues en cas d'urgence par les instruments, tant internationaux que nationaux, l'exemption doit être réputée admise dans le processus d'évaluation de l'impact sur l'environnement. Aussi convient-il de considérer que l'obligation internationale existante est subordonnée au droit des Etats de prévoir dans leur droit interne une exemption applicable en situation d'urgence — c'est du reste à cette même conclusion qu'est arrivé M. Craik dans son rapport²⁹¹.

3.36. Si l'exemption en question trouve bien son origine dans le droit interne — et plus précisément, en l'espèce, le décret costa-ricien ayant institué l'état d'urgence —, le Nicaragua a tort de l'assimiler à une disposition de droit national utilisée pour excuser l'inexécution d'une obligation internationale, puisque c'est dans le cadre même de cette obligation que les Etats peuvent autoriser des dérogations en cas d'urgence à caractère civil ou de menace pour leur sécurité nationale.

3.37. L'existence en droit international d'une exemption en cas d'urgence est compatible avec le devoir de diligence incombant aux Etats, autre élément sur lequel la Cour s'est fondée pour conclure qu'il existe une obligation de réaliser une évaluation de l'impact sur l'environnement²⁹². En pareil cas, il ne serait en effet ni «raisonnable» ni conforme au degré de vigilance «attendu d'un bon gouvernement» de contraindre un Etat à attendre, pour entreprendre des activités urgentes, la réalisation d'une évaluation de l'impact sur l'environnement. L'exemption est également compatible avec la latitude que le droit international laisse aux Etats de déterminer la teneur de leurs instruments d'évaluation de l'impact sur l'environnement, puisque c'est à eux qu'il revient de décider de l'opportunité d'en faire usage en cas d'urgence.

101

3.38. Si sa portée varie d'un instrument à l'autre, la clause d'exemption permet en règle générale de s'exonérer des obligations relatives à l'évaluation de l'impact sur l'environnement dans le cas d'activités mettant en jeu la sécurité nationale ou une urgence à caractère civil²⁹³. Cette dispense peut être mise en œuvre soit en vertu de dispositions législatives laissant au décideur administratif le pouvoir discrétionnaire de l'appliquer lorsqu'une activité répond aux critères d'urgence, soit au cas par cas par l'effet d'un décret instituant l'état d'urgence, tel que celui pris par le Costa Rica. Cette question non plus n'est pas expressément régie par le droit international général²⁹⁴.

3.39. Pour résumer, l'on peut, en suivant l'approche adoptée par la Cour en l'affaire relative à des *Usines de pâte à papier*, se fonder sur la pratique internationale pour conclure que la situation d'urgence constitue un cas de figure exceptionnel autorisant à se dispenser de l'obligation de procéder au préalable à une évaluation de l'impact sur l'environnement. La section suivante traitera de l'existence d'une telle situation en l'espèce.

²⁹¹ Rapport Craik (annexe 1), par. 5.3, p. 17-18.

²⁹² «Ainsi, l'obligation de protéger et de préserver, énoncée à l'alinéa *a*) de l'article 41 du statut [du fleuve Uruguay], doit être interprétée conformément à une pratique acceptée si largement par les Etats ces dernières années que l'on peut désormais considérer qu'il existe, en droit international général, une obligation de procéder à une évaluation de l'impact sur l'environnement lorsque l'activité industrielle projetée risque d'avoir un impact préjudiciable important dans un cadre transfrontière, et en particulier sur une ressource partagée.» *Usines de pâte à papier sur le fleuve Uruguay (Argentine c. Uruguay)*, arrêt du 20 avril 2010, C.I.J. Recueil 2010, p. 83, par. 204.

²⁹³ Voir, par exemple, *Winter v. Natural Resources Defense Council, Inc.*, Cour suprême des Etats-Unis d'Amérique, vol. 129, p. 365 (2008).

²⁹⁴ Rapport Craik (annexe 1), par. 5.5, p. 16.

3. Existence au Costa Rica d'une situation d'urgence due aux activités du Nicaragua

102

3.40. C'est à tort que le Nicaragua considère que la déclaration, au Costa Rica, de l'état d'urgence, cadre juridique dans lequel la construction de la route frontalière a été entreprise, est sans rapport, que ce soit dans le temps ou dans l'espace, avec la situation précise à laquelle le Costa Rica réagissait. Ce n'est pas parce que l'incursion et l'occupation militaires par le Nicaragua du territoire costa-ricien ont eu lieu dans la partie septentrionale d'Isla Portillos que le Costa Rica doit s'y confiner lorsqu'il tente d'assurer sa défense²⁹⁵. En outre, la question de savoir si le projet de route frontalière a été mené à bien rapidement est dépourvue de pertinence en ce qui concerne la déclaration de l'état d'urgence²⁹⁶. Le Nicaragua, dans la réplique, se perd également dans des digressions sur l'opportunité des mesures prises par le Costa Rica en réaction à la situation d'urgence²⁹⁷. Or, l'appréciation de ce point est une question purement interne qui ne concerne que le Costa Rica. La seule préoccupation que le Nicaragua puisse valablement soulever est celle d'un éventuel dommage transfrontière significatif et, ainsi que montré ci-dessus, cette préoccupation n'a pas lieu d'être.

103

3.41. La question qu'il convient de se poser aux fins d'apprécier si la construction de la route frontalière se justifiait dans une situation d'urgence est celle de l'existence d'une telle situation au moment où il a été décidé de l'entreprendre. Or, contrairement à ce qu'affirme le Nicaragua, le décret d'urgence n'a pas été pris deux mois après le lancement du chantier routier²⁹⁸. En décembre 2010, quelques semaines seulement après la première occupation, par le Nicaragua, de la partie nord de Isla Portillos, il fut entrepris d'améliorer l'état des pistes de terre qui existaient déjà, afin de pouvoir gagner, et relier entre eux, les postes frontières de Delta Costa Rica et Boca Sarapiquí. C'est dans ce contexte que le ministre costa-ricien de la sécurité publique a jugé nécessaire de construire une route — l'objectif étant d'assurer l'accès voulu aux postes frontières et de faciliter la mobilisation de la population locale en cas d'aggravation du différend²⁹⁹ —, et que le décret d'urgence a été pris le 21 février 2011³⁰⁰. La construction de la route frontalière n'a commencé, sous la responsabilité du ministère des travaux publics et des transports (CONAVI), qu'une fois le décret promulgué³⁰¹.

3.42. Le décret d'urgence a par ailleurs été pris conformément au droit interne du Costa Rica, comme l'a confirmé la Cour constitutionnelle de ce pays³⁰². Du reste, le Nicaragua ne le conteste pas.

²⁹⁵ RN, par. 6.14-6.15.

²⁹⁶ *Ibid.*, par. 6.13.

²⁹⁷ *Ibid.*, par. 6.16-6.17.

²⁹⁸ *Ibid.*, par. 6.12.

²⁹⁹ CMCR, par. 2.25-2.27.

³⁰⁰ Voir Décret exécutif 36440-MP du 21 février 2011, publié le 7 mars 2011 dans le n° 46 de *La Gaceta* (CMCR, annexe 28).

³⁰¹ CMCR, par. 2.29-2.30.

³⁰² *Ibid.*, par. 2.33.

3.43. Les activités du Nicaragua motivant la déclaration de l'état d'urgence ont atteint un premier palier lorsque celui-ci a occupé la partie septentrionale d'Isla Portillos, et y a entamé la construction d'un *caño* artificiel, puis un second, lorsqu'il a revendiqué une souveraineté sur cette zone. Ce faisant, le Nicaragua a ouvertement remis en cause la frontière territoriale entre les deux pays établie par le traité de 1858 et démarquée conformément aux sentences Alexander. Avant comme après, il a massé des troupes dans la zone frontalière. Il allait par la suite marquer son rejet du traité de 1858 sous d'autres formes, en revendiquant par exemple une souveraineté sur la province costa-ricienne de Guanacaste et un droit inexistant de naviguer sur le Colorado (lequel appartient dans son intégralité au Costa Rica). Sur ces faits, que le Costa Rica a exposés dans son contre-mémoire³⁰³, la position actuelle du Nicaragua va très nettement à l'encontre non seulement des règles élémentaires de droit international, mais aussi de certaines déclarations conjointes faites au plus haut niveau et de sa propre conduite dans le cadre de la sous-commission bilatérale chargée des questions frontalières et maritimes, où il n'a jamais abordé ces questions³⁰⁴.

3.44. Ces menaces et remises en question du traité de 1858 sont intervenues alors que le Nicaragua n'avait cessé d'empêcher ou d'entraver l'exercice par le Costa Rica de ses droits de navigation sur le San Juan, y compris en promulguant un décret de nature discriminatoire contrevenant à l'arrêt rendu par la Cour dans l'affaire du *Différend relatif à des droits de navigation et des droits connexes (Costa Rica c. Nicaragua)*³⁰⁵. La correspondance entre les

³⁰³ CMCR, par. 2.3, 2.10-2.19 et 2.24.

³⁰⁴ Voir communiqué de presse du 26 octobre 1976 et procès-verbal de la réunion qui s'est tenue à Liberia le 25 janvier 1977, in Ministère des affaires étrangères et des cultes du Costa Rica, concernant l'engagement de discussions sur une frontière maritime dans l'océan Pacifique, Rapport annuel 1976-1977, vol. I, p. 156-160 (annexe 59) ; voir également procès-verbal de la première réunion de la sous-commission des limites et de la cartographie tenue le 7 novembre 2002 (annexe 60).

³⁰⁵ Voir décret exécutif n° 79-2009 du 24 septembre 2009, «création de la commission inter-institutions chargée d'élaborer et de faire appliquer la réglementation relative à la navigation sur le fleuve San Juan, en particulier là où la Cour internationale de Justice a reconnu des droits de navigation limités à la République du Costa Rica» (CMCR, annexe 26).

105 Parties³⁰⁶ ainsi que nombre de déclarations sous serment³⁰⁷ et d'articles de presse³⁰⁸ attestent les nombreuses violations, par le Nicaragua, du droit qu'a le Costa Rica de naviguer sur le San Juan. Ces éléments, pris isolément et collectivement, établissent l'existence d'une situation d'urgence.

106 3.45. Depuis que la Cour a rendu son ordonnance du 22 novembre 2013, l'on sait que le Nicaragua a même manqué de se conformer à l'ordonnance du 8 mars 2011, puisque ses agents sont entrés dans la partie septentrionale de Isla Portillos, où il maintient par ailleurs des forces armées. Le Nicaragua a également fait réaliser des travaux visant à transformer le territoire, en y construisant de nouveaux *caños*. Le comportement du Nicaragua, qui fait litière d'obligations que lui impose la Cour dans le cadre d'une affaire *sub judice*, justifie les graves préoccupations que nourrit le Costa Rica quant à ses activités dans la zone frontalière.

3.46. Au surplus, les préoccupations parfaitement légitimes du Costa Rica ont trouvé une nouvelle justification lorsque le Nicaragua, non content de faire fi de ses droits de navigation, a aussi remis en question un arrangement pratique que les deux Parties avaient porté à la

³⁰⁶ Voir lettre DM-543-09 en date du 27 juillet 2009 adressée au ministre des affaires étrangères du Nicaragua par le ministre des affaires étrangères et des cultes du Costa Rica (annexe 16) ; lettre DVM-176-09 en date du 21 août 2009 adressée au ministre par intérim des affaires étrangères du Nicaragua par le ministre des affaires étrangères et des cultes du Costa Rica (annexe 17) ; lettre DM-674-09 en date du 7 septembre 2009 adressée au ministre des affaires étrangères du Nicaragua par le ministre des affaires étrangères et des cultes du Costa Rica (annexe 18) ; note DM-AM-816-09 en date du 20 novembre 2009 adressée au ministre des affaires étrangères du Nicaragua par le ministre des affaires étrangères et des cultes du Costa Rica (CMCR, annexe 34), y compris le document joint en annexe et intitulé «Annexe à la note DM-AM-816-09. Le décret n° 79-2009 du président de la République du Nicaragua contrevient à l'arrêt de la Cour internationale de Justice du 13 juillet 2009» ; note MRE/DM-AJST/297/3/2010 en date du 25 mars 2010 adressée au ministre des affaires étrangères et des cultes du Costa Rica par le ministre des affaires étrangères du Nicaragua (CMCR, annexe 35) ; lettre 1571-2010-DPS en date du 27 septembre 2010 adressée au directeur régional de la quatrième région-Heredia par le chef de la délégation des services de police de Sarapiquí (Costa Rica) (annexe 71) ; note DM-478-10 en date du 24 novembre 2010 adressée au ministre des affaires étrangères du Nicaragua par le ministre des affaires étrangères et des cultes du Costa Rica (affaire relative à *Certaines activités*, mémoire du Costa Rica, annexe 62) ; note MRE/DVM/AJST/121/04/11 en date du 8 avril 2011 adressée au ministre des affaires étrangères et des cultes du Costa Rica par le ministre par intérim des affaires étrangères du Nicaragua (affaire relative à *Certaines activités*, mémoire du Costa Rica, annexe 84) ; note DM-255-11 en date du 15 avril 2011 adressée au ministre des affaires étrangères du Nicaragua par le ministre des affaires étrangères et des cultes du Costa Rica (affaire relative à *Certaines activités*, mémoire du Costa Rica, annexe 87) ; note DM-AM-327-10 en date du 22 avril 2010 adressée au ministre des affaires étrangères du Nicaragua par le ministre des affaires étrangères et des cultes du Costa Rica (CMCR, annexe 36) ; lettre DM-264-11 en date du 27 avril 2011 adressée au ministre par intérim des affaires étrangères du Nicaragua par le ministre par intérim des affaires étrangères et des cultes du Costa Rica (annexe 19) ; note MRE/DM-AJ/129/03/13 en date du 5 mars 2013 adressée au ministre des affaires étrangères et des cultes du Costa Rica par le ministre des affaires étrangères du Nicaragua (CMCR, annexe 48) ; lettre DM-DVM-550-2013 en date du 24 septembre 2013 adressée au ministre des affaires étrangères du Nicaragua par le ministre par intérim des affaires étrangères (annexe 23) ; lettre DM-AM-685-13 en date du 10 décembre 2013 adressée au ministre des affaires étrangères et des cultes du Costa Rica par le ministre des affaires étrangères du Nicaragua (annexe 27) ; lettre DM-0373-14 en date du 24 juillet 2014 adressée au ministre des affaires étrangères du Nicaragua par le ministre des affaires étrangères et des cultes du Costa Rica (annexe 33).

³⁰⁷ Voir déclaration sous serment de M. Victor Julio Vargas Hernandez faite devant M^e Gustavo Arguello Hidalgo, acte n° 177-9 (annexe 62) ; voir aussi déclaration sous serment de M. William Vargas Jimenez faite devant M^e Gustavo Arguello Hidalgo, acte n° 178-9 (annexe 63) ; déclaration sous serment de Mme Mayela Vargas Arce faite devant M^e Gustavo Arguello Hidalgo, acte n° 179-9 (annexe 64) ; déclaration sous serment de Mme Gabriela Vanessa Lopez Gomez faite devant M^e Gustavo Arguello Hidalgo, acte n° 189-9 (annexe 65) ; déclaration sous serment de M. Claudio Arce Rojas faite devant M^e Gustavo Arguello Hidalgo, acte n° 181-9 (annexe 66) ; déclaration sous serment de M. Ruben Francisco Valerio Arroyo faite devant M^e Gustavo Arguello Hidalgo, acte n° 194-9 (annexe 67).

³⁰⁸ Voir par exemple «Costa Ricans denounce mistreatment and detentions in the northern border» [les Costa-riens déclarent avoir été victimes de mauvais traitements et de détentions arbitraires à la frontière septentrionale], *La Nación* (Costa Rica), 3 août 2014 (http://www.nacion.com/nacional/gobierno/Caos-frontera-provocadeteneciones-costarricenses_0_1430656995.html) (annexe 68) ; «He demanded that I pull down my pants» [Il a exigé que je baisse mon pantalon], *La Nación* (Costa Rica), 3 août 2014 (http://www.nacion.com/nacional/gobierno/exigio-bajara-pantalones_0_1430657010.html) (annexe 69).

connaissance de la Cour dans l'affaire relative à *Certaines activités*, et qui devait permettre au Costa Rica de combler les derniers *caños* creusés par le Nicaragua en violation de l'ordonnance rendue par la Cour le 8 mars 2011³⁰⁹.

107

3.47. En bref, c'est cette escalade dans la remise en question, par le Nicaragua, du traité de 1858 qui a amené le Costa Rica à déclarer un état d'urgence et, partant, lui a permis d'entreprendre dans les plus brefs délais la construction d'une route dans la zone frontalière.

4. L'existence d'une autre forme d'évaluation

3.48. Le Nicaragua refuse d'admettre que le Costa Rica a honoré ses obligations internationales en réalisant un diagnostic de l'impact sur l'environnement³¹⁰. Toutefois, il ne conteste pas que la réglementation costa-ricienne prévoit qu'une activité réalisée sans évaluation de l'impact sur l'environnement préalable peut être évaluée ultérieurement au moyen d'une étude analogue, le diagnostic de l'impact sur l'environnement³¹¹. Dans la réplique, le Nicaragua se borne à établir une distinction entre évaluation de l'impact sur l'environnement *ex ante* et contrôle «*post hoc*» et à réduire à tort le contenu des diagnostics de l'impact sur l'environnement à des questions de contrôle et d'atténuation³¹². Ce faisant, il procède par simplification abusive, sans prendre en compte les objectifs auxquels répondent les évaluations de ce type, que le Costa Rica a synthétisés en ces termes dans son contre-mémoire :

³⁰⁹ Voir lettre DM-AM-348-14 en date du 17 juillet 2014 adressée au ministre des affaires étrangères du Nicaragua par le ministre par intérim des affaires étrangères et des cultes du Costa Rica (annexe 32); lettre MRE-DM-336-8-14 en date du 4 août 2014 adressée au ministre des affaires étrangères et des cultes du Costa Rica par le ministre des affaires étrangères du Nicaragua (annexe 34); lettre MRE-DM-AJ-414-09-14 en date du 19 septembre 2014 adressée au ministre des affaires étrangères et des cultes du Costa Rica par le ministre des affaires étrangères du Nicaragua (annexe 36); lettre DM-AM-574-14 en date du 22 septembre 2014 adressée au ministre des affaires étrangères du Nicaragua par le ministre des affaires étrangères et des cultes du Costa Rica (annexe 37); lettre HOL-EMB-124 en date du 23 septembre 2014 adressée au greffier de la Cour par l'agent du Nicaragua (annexe 38); lettre ECRPB-103-14 en date du 25 septembre 2014 adressée au greffier de la Cour par le coagent du Costa Rica (annexe 39); lettre DM-AM-0707-14 en date du 7 novembre 2014 adressée au ministre des affaires étrangères du Nicaragua par le ministre des affaires étrangères et des cultes du Costa Rica (annexe 47); lettre MRE-DM-DGAJST-456-11-14 en date du 11 novembre 2014 adressée au ministre des affaires étrangères et des cultes du Costa Rica par le ministre des affaires étrangères du Nicaragua (annexe 49); lettre DM-AM-718-14 en date du 14 novembre 2014 adressée au ministre des affaires étrangères du Nicaragua par le ministre des affaires étrangères et des cultes du Costa Rica (annexe 50); lettre MRE/DM/677/12/14 en date du 2 décembre 2014 adressée au ministre des affaires étrangères et des cultes du Costa Rica par le ministre des affaires étrangères du Nicaragua (annexe 51); lettre DM-AM-774-11-14 en date du 2 décembre 2014 adressée au ministre des affaires étrangères du Nicaragua par le ministre des affaires étrangères et des cultes du Costa Rica (annexe 52); lettre DM-AM-789 en date du 4 décembre 2014 adressée au ministre des affaires étrangères du Nicaragua par le ministre par intérim des affaires étrangères et des cultes du Costa Rica (annexe 53); lettre MRE/DM/AJ/478/12/14 en date du 5 décembre 2014 adressée au ministre des affaires étrangères et des cultes du Costa Rica par le ministre des affaires étrangères du Nicaragua (annexe 54); lettre DM-AM-0818-14 en date du 12 décembre 2014 adressée au ministre des affaires étrangères du Nicaragua par le ministre des affaires étrangères et des cultes du Costa Rica (annexe 55); lettre MRE/DM/AJ/482/12/14 en date du 15 décembre 2014 adressée au ministre des affaires étrangères et des cultes du Costa Rica par le ministre des affaires étrangères du Nicaragua (annexe 56); lettre DM-AM-0826-14 en date du 16 décembre 2014 adressée au ministre des affaires étrangères du Nicaragua par le ministre par intérim des affaires étrangères et des cultes du Costa Rica (annexe 57); lettre DM-AM-0832-14 en date du 18 décembre 2014 adressée au ministre des affaires étrangères du Nicaragua par le ministre des affaires étrangères et des cultes du Costa Rica (annexe 58); réseau national des zones de conservation, zone de conservation de Tortuguero, compte rendu de la réunion tenue le 17 décembre 2014 dans les locaux du poste militaire nicaraguayen du Delta afin de notifier l'entrée dans le fleuve San Juan pour naviguer jusqu'à la zone déclarée litigieuse par la Cour internationale de Justice (annexe 61).

³¹⁰ RN, par. 6.36.

³¹¹ CMCR, par. 2.35.

³¹² RN, par. 6.36-6.38.

«Ce type d'étude a deux objectifs principaux : premièrement, déterminer les effets préjudiciables éventuels sur l'environnement et les risques à cet égard et, deuxièmement, recommander les mesures de contrôle environnemental nécessaires pour prévenir ou atténuer ces effets et ces risques. S'agissant de la route 1856, le Gouvernement costa-ricien a demandé un diagnostic de l'impact sur l'environnement, qui a été établi par une équipe d'experts du centre des sciences tropicales, organisme costa-ricien de renom créé en 1962. Le centre a à son actif nombre d'évaluations de l'impact sur l'environnement et autres recherches scientifiques sur l'environnement dans les régions tropicales. Le diagnostic de l'impact sur l'environnement couvre les 108 kilomètres que compte la route à proximité du fleuve San Juan, de la borne n° II à Delta Colorado. Il porte sur le milieu physique dans lequel la route est construite, notamment son climat, son hydrologie, sa flore et sa faune terrestres et aquatiques et son écologie. Il comprend des recommandations sur les travaux à réaliser pour achever la route, compte tenu de tout risque d'impact sur l'environnement. [Il est p]arfaitement conforme aux lignes directrices établies par la réglementation costa-ricienne applicable à ce type de projet.»³¹³

3.49. Contrairement à ce que prétend le Nicaragua³¹⁴, le diagnostic de l'impact sur l'environnement remplit les mêmes fonctions que l'évaluation de l'impact sur l'environnement dans le cas de travaux non encore réalisés. Insister pour que le Costa Rica procède à une «nouvelle évaluation de l'impact sur l'environnement» n'est pas seulement un non-sens juridique, mais relève encore d'une approche formaliste ne recouvrant aucune distinction effective ou concrète, et fondamentalement impossible à mettre en œuvre, l'évaluation de l'impact sur l'environnement devant par nature intervenir *ex ante*.

*

* *

3.50. En bref, le Costa Rica a montré dans cette section que la condition minimale d'application de l'obligation de réaliser une évaluation de l'impact sur l'environnement n'était pas remplie compte tenu du type de route construite au Costa Rica le long de la frontière, et que, en tout état de cause, la réalisation d'une telle évaluation était impossible, eu égard à la situation d'urgence dont le Gouvernement costa-ricien avait pris acte. Dès la mise en œuvre du chantier, un diagnostic de l'impact sur l'environnement a été effectué, et la planification et la surveillance dont les travaux font à ce jour l'objet prennent en compte les préoccupations environnementales soulevées en l'espèce par le Nicaragua afin d'éviter qu'un quelconque dommage ne lui soit causé.

³¹³ CMCR, par. 2.35.

³¹⁴ RN, par. 6.38 et 6.55.

109

3.51. Avant de clore cette section, deux points doivent encore être mentionnés. *Premièrement*, il est assez piquant qu'un Etat se voie aujourd'hui reprocher de ne pas avoir procédé à une évaluation de l'impact sur l'environnement par l'Etat même auquel est dû l'état d'urgence qui l'a amené à construire une route sur leur frontière commune ! Le Costa Rica a dressé ce constat dans une note adressée par son ministre des affaires étrangères à son homologue nicaraguayen le 29 novembre 2011 : «Le Gouvernement du Nicaragua sait pertinemment que ce sont les activités qu'il a lui-même menées dans la zone frontalière qui ont contraint le Costa Rica à entreprendre ces travaux d'infrastructure.»³¹⁵ *Deuxièmement*, il n'en est que plus frappant que l'Etat qui formule de telles allégations à l'encontre du Costa Rica en la présente espèce n'ait pas lui-même inclus la moindre analyse du préjudice environnemental transfrontière susceptible d'être causé à celui-ci dans l'évaluation de l'impact sur l'environnement qu'il prétend avoir réalisée avant d'entamer ces travaux de dragage et autres dans le fleuve San Juan — évaluation qui a été produite pour la première fois à l'audience que la Cour a consacrée en janvier 2011 à la demande en indication de mesures conservatoires³¹⁶.

3.52. Ayant empêché le Costa Rica d'exercer ses droits de navigation sur le fleuve San Juan, occupé le territoire costa-ricien, remis en cause la frontière territoriale établie de longue date entre les deux pays en revendiquant de nouveaux droits territoriaux, et été jusqu'à mener dans la zone frontalière des activités susceptibles de causer au Costa Rica un dommage significatif sans avoir au préalable réalisé d'évaluation de l'impact sur l'environnement, le Nicaragua ne saurait alléguer une quelconque violation de l'obligation qu'aurait le Costa Rica de mener à bien pareille évaluation.

110

E. NOTIFICATION

3.53. Dans sa réplique, le Nicaragua soutient que le Costa Rica a violé l'obligation lui incombant en vertu du droit international général ou d'instruments conventionnels d'informer le Nicaragua de son projet de construction routière, passant outre au fait que la condition minimale d'application de l'obligation de notification n'était pas remplie de même qu'à la situation d'urgence ayant motivé le lancement des travaux, dont il a déjà été question ci-dessus³¹⁷. Le Nicaragua reproche également au Costa Rica de ne pas lui avoir communiqué le décret instituant l'état d'urgence, et prétend qu'il n'y a eu entre les deux Etats ni consultation ni négociation³¹⁸. Ces allégations appellent deux remarques :

- 1) Premièrement, l'on se trouve ici dans une situation où l'Etat A demande à l'Etat B de lui communiquer la teneur non seulement de sa déclaration d'état d'urgence, mais encore des mesures qu'il entend prendre dans ce cadre, alors que l'urgence en question est précisément le fait de l'Etat A et que les mesures que l'Etat B envisage visent à lui permettre de se défendre contre l'Etat A — du jamais vu !
- 2) Deuxièmement, la réplique du Nicaragua ne rend pas fidèlement compte de la correspondance échangée entre les deux Etats à ce propos.

³¹⁵ Note DM-601-11 en date du 29 novembre 2011 adressée au ministère des affaires étrangères du Nicaragua par le ministre des affaires étrangères et des cultes du Costa Rica (CMCR, annexe 39).

³¹⁶ Documents soumis par le Nicaragua à la Cour lors des audiences relatives à la demande en indication de mesures conservatoires, cf. affaire relative à *Certaines activités*, mémoire du Costa Rica, annexes 158-165, et contre-mémoire du Nicaragua, annexes 12 et 13.

³¹⁷ Voir ci-dessus, par. 3.21 à 3.27, et par. 3.40 à 3.47.

³¹⁸ RN, par. 6.63.

111

3.54. Il est en effet faux d'affirmer que le Costa Rica aurait refusé de consulter le Nicaragua. Dans la note en date du 29 novembre 2011 adressée au ministre nicaraguayen des affaires étrangères par son homologue costa-ricien, que le Nicaragua a reproduite en annexe 18 de sa requête, le Costa Rica invitait celui-ci à participer sans arrière-pensées et dans un esprit de coopération à un dialogue constructif. Le passage pertinent de sa lettre se lit comme suit :

«Du reste, le Costa Rica considère que ces travaux n'ont aucune incidence sur le territoire nicaraguayen. Cela étant, dans un souci de préserver les relations de bon voisinage et de protéger l'environnement, et conformément aux accords en la matière, le Gouvernement costa-ricien est disposé à entendre les craintes nourries par le Nicaragua quant à une telle route.

Partant, mon gouvernement invite le Nicaragua à lui faire formellement part des raisons pour lesquelles il considère qu'il risque d'être porté atteinte à l'environnement ou aux intérêts nicaraguayens. A cette fin, le Costa Rica demande à recevoir des informations scientifiques sérieuses et objectives à l'appui des revendications du Nicaragua. En retour, mon pays compte que le Gouvernement nicaraguayen fera preuve du même esprit d'ouverture au sujet des travaux susceptibles de nuire au territoire costa-ricien.

Enfin, s'agissant de la médiation assurée par les Gouvernements guatémaltèque et mexicain, le Costa Rica est prêt à accepter que ces deux pays participent à la discussion et à l'examen des questions environnementales d'intérêt commun.»³¹⁹

3.55. Par une lettre datée du même jour, le Nicaragua s'est contenté d'affirmer que la construction de la route était contraire au droit international, et d'exiger la suspension des travaux jusqu'à ce qu'une évaluation de l'impact sur l'environnement ait pu être produite³²⁰. Il ne saurait faire de doute que, si le Nicaragua se souciait véritablement de protection de l'environnement, il aurait répondu favorablement à cette invitation du Costa Rica. Or, regrettablement, il n'en a rien fait, préférant, moins d'un mois plus tard, introduire la présente instance.

112

3.56. Toutes les tentatives faites par le Costa Rica, depuis le moment où le différend a surgi, et jusqu'à récemment encore, en vue d'établir une surveillance conjointe des eaux du fleuve San Juan auront été vaines³²¹, nouvelle preuve s'il en est que les préoccupations environnementales exprimées par le Nicaragua ne sont pas, en réalité, les considérations qui ont motivé l'introduction de la présente instance — et preuve également que le Costa Rica, quant à lui, est disposé à aborder cette question dans une optique scientifique et constructive.

3.57. En outre, alors que lui-même n'avait pas communiqué au Costa Rica d'évaluation de l'impact sur l'environnement qu'auraient le dragage et les autres travaux sur le fleuve San Juan, le Nicaragua reproche aujourd'hui à celui-ci d'avoir manqué à cette même obligation de produire une évaluation de l'impact qu'est susceptible d'avoir la construction d'une route à deux voies sur son territoire. Or, les travaux de dragage entrepris par le Nicaragua, et ses efforts pour modifier le cours du fleuve (sans parler de la construction de *caños* artificiels en territoire costa-ricien et de son projet de canal interocéanique), risquent d'affecter les droits de navigation du Costa Rica et de causer à celui-ci un dommage environnemental important, particulièrement en ce qui concerne le

³¹⁹ Note DM-AM-601-11, en date du 29 novembre 2011, adressée au ministre des affaires étrangères du Nicaragua par le ministre des affaires étrangères et des cultes du Costa Rica (CMCR, annexe 39).

³²⁰ Note MRE/DVM/AJST/500/11/11, en date du 29 novembre 2011 adressée au ministre des affaires étrangères du Costa Rica par son homologue nicaraguayen (requête du Nicaragua, annexe 17, MN, annexe 14).

³²¹ Voir par. 2.28-2.33.

débit des eaux du San Juan qui se jettent dans le Colorado, fleuve entièrement situé en territoire costa-ricien. Le Nicaragua ne saurait donc faire grief à celui-ci d'un quelconque manquement à son obligation de notification, pour cette autre raison que, dans les circonstances susmentionnées, il a lui-même manqué à son obligation d'informer le Costa Rica.

F. VIOLATIONS ALLÉGUÉES D'AUTRES TRAITÉS

113

3.58. Dans sa réplique, le Nicaragua répète que la construction de la route emporte violation de la convention sur la diversité biologique, de la convention de Ramsar, de la convention centraméricaine pour la protection de l'environnement et d'autres instruments régionaux, ainsi que de l'accord sur le système international de zones protégées pour la paix [SIAPAZ]³²². Le Costa Rica a déjà réfuté ces allégations dans son contre-mémoire³²³.

3.59. Précisons d'emblée que, dès lors que le Nicaragua n'a pas établi l'existence d'un quelconque dommage transfrontière significatif, la plupart de ces allégations peuvent être rejetées sans qu'il soit nécessaire de les analyser en détail. Il en va ainsi en ce qui concerne l'article 3 de la convention sur la diversité biologique et la convention concernant la conservation de la biodiversité et la protection des aires forestières prioritaires de l'Amérique centrale de 1992, l'accord régional concernant les mouvements transfrontières de déchets dangereux et l'accord SIAPAZ.

3.60. Le Nicaragua, dans sa réplique, ne tente même pas de répondre à l'analyse développée dans le contre-mémoire quant au défaut de pertinence de l'article 8 sur la convention de la diversité biologique³²⁴. Quant à l'article 14 de cette même convention, pour les raisons exposées ci-dessus³²⁵, il est faux d'affirmer que le Costa Rica n'aurait pas réfuté l'allégation selon laquelle il aurait manqué à son obligation de planification, de notification, d'échange de renseignements et de consultation³²⁶. Indépendamment du fait que la convention sur la diversité biologique n'est en rien en cause en l'espèce, c'est le Costa Rica qui a proposé au Nicaragua que les deux pays se concertent afin de régler toute question environnementale que pourrait soulever la construction de la route³²⁷.

114

3.61. Le Nicaragua ne conteste pas que la condition de réciprocité s'applique à l'obligation de notification, d'échange de renseignements et de consultation énoncée au paragraphe 1 de l'article 14 de la convention sur la diversité biologique³²⁸ — cette condition de réciprocité n'est du reste pas l'apanage de cette convention ; elle s'applique également de manière générale. En l'occurrence, et dès le 29 novembre 2011, le Costa Rica a invité le Nicaragua à présenter des éléments de preuve objectifs, et à entamer un dialogue bilatéral, afin que toute préoccupation qu'il

³²² RN, chap. 6, sect. F.

³²³ CMCR, chap. 5, sect. E.

³²⁴ Voir CMCR, par. 5.28, et RN, par. 6.107.

³²⁵ Voir par. 3.53-3.56.

³²⁶ RN, par. 6.110-6.111.

³²⁷ Note DM-AM-601-11 en date du 29 novembre 2011 adressée au ministre des affaires étrangères du Nicaragua par le ministre des affaires étrangères et des cultes du Costa Rica (CMCR, annexe 39).

³²⁸ RN, par. 6.111.

pourrait nourrir quant à la construction de la route puisse être prise en compte. Le Nicaragua, en revanche — comme expliqué ci-dessus —, n'a pas honoré l'obligation de notification, d'échange de renseignements et de consultation qui lui incombait vis-à-vis du Costa Rica, lorsqu'il a entrepris de draguer le fleuve San Juan, d'en dévier le cours, et d'y réaliser d'autres grands travaux³²⁹. Il n'y a, dès lors, pas de réciprocité.

3.62. Soucieux de justifier ce manque de réciprocité, le Nicaragua avance l'explication suivante :

«Le dragage effectué par le Nicaragua l'a été, sans conteste, sur son territoire souverain, le fleuve San Juan de Nicaragua, et ne pouvait avoir aucun effet notable sur la diversité biologique ou d'autres effets au Costa Rica ; quant au nettoyage du *caño*, il a été effectué par le Nicaragua dans ce qu'il considère encore aujourd'hui comme une autre partie de son territoire souverain et ne touche donc pas le Costa Rica ; le Nicaragua a démontré que de toute manière ces activités ne causaient en fait aucun dommage au Costa Rica. Par conséquent, il ne saurait être dit que la réciprocité n'a pas été respectée.»

115

3.63. Le Nicaragua emploie donc précisément les arguments qu'il reproche vivement au Costa Rica d'utiliser. Dans les deux cas (et en laissant de côté, aux fins de la présente analyse, le principal enjeu de l'affaire relative à *Certaines activités*, à savoir l'occupation par le Nicaragua du territoire costa-ricien), les allégations selon lesquelles les activités menées dans les territoires respectifs des Parties sont susceptibles de causer un dommage transfrontière significatif ou de porter atteinte à la diversité biologique demandent à être prouvées. Ce qui ne fait aucun doute, c'est que les activités menées par le Nicaragua avant que la construction de la route frontalière ne soit entreprise n'ont fait l'objet d'aucune notification, d'aucune consultation ni d'aucun échange de renseignements avec le Costa Rica. Faute de réciprocité, le Nicaragua ne saurait invoquer pareilles obligations dans le contexte de la présente affaire.

3.64. En ce qui concerne la convention de Ramsar, le Nicaragua avance l'idée pour le moins inédite qu'il lui est loisible de reprocher au Costa Rica, devant la Cour, des violations concernant les propres zones humides de ce dernier, quand bien même le Nicaragua lui-même n'en serait pas affecté³³⁰. Il est inutile de répondre sur ce point. Le Costa Rica a informé le Secrétariat de Ramsar de la construction d'un tronçon de route de 22 kilomètres sur un site qu'il considère comme une zone humide protégée, et continue de consulter le Secrétariat sur toutes les mesures devant être

³²⁹ Voir, par. 3.57 ci-dessus.

³³⁰ RN, par. 6.113.

116 prises au regard de la convention de Ramsar³³¹. Contrairement à ce que le Nicaragua affirme sans autre explication dans sa réplique, la construction de la route ne concerne aucune zone humide à cheval entre les territoires des deux pays. En outre, ce ne sont pas des travaux liés à un système hydraulique partagé par deux Etats qui sont ici en jeu : en réalité, l'affaire ne concerne pas un chantier hydraulique capable d'affecter un quelconque système fluvial, mais une route entièrement construite en territoire costa-ricien. La simple proximité d'un fleuve ne suffit pas à rendre l'article 5 de la convention de Ramsar applicable.

3.65. Analysant les traités régionaux, le Nicaragua, dans sa réplique, invoque le prétendu «arrêt» de la Cour centraméricaine de justice en date du 21 juin 2012³³². Ainsi qu'indiqué dans le contre-mémoire, et que rappelé ci-dessus, au chapitre 2, le Costa Rica n'est pas partie au Statut de cette juridiction, dont, partant, l'«arrêt» est ici sans pertinence aucune³³³.

3.66. S'agissant des accords régionaux eux-mêmes, le Nicaragua adopte, dans sa réplique, une stratégie déjà éprouvée dans son mémoire, qui consiste à formuler des considérations générales sur les «graves doutes» qu'il nourrirait quant à «l'engagement en faveur des objectifs de ces accords», et à laisser entendre que la construction de la route frontalière serait contraire à leur objet et à leur but³³⁴. Le Costa Rica a déjà exposé sa position sur ces questions dans son contre-mémoire³³⁵.

117 3.67. Les seuls éléments nouveaux à cet égard sont les références que le Nicaragua fait dans sa réplique à une «pollution» prétendument causée par des «sédiments d'origine anthropique» et à «des ponceaux fixés de façon inadéquate» qui auraient été entraînés «dans le fleuve à la suite de fortes précipitations», deux faits emportant, selon lui, violation de l'accord régional concernant les mouvements transfrontières de déchets dangereux³³⁶. Or, le seul élément venant appuyer ces allégations est une photographie et un renvoi général au rapport établi en 2014 par M. Kondolf, qui reproduit à son tour ce même cliché³³⁷. Comme indiqué plus haut, il s'agit là encore d'allégations

³³¹ CRCM, par. 5.33 et annexes 43 et 44. Voir aussi ministère des affaires étrangères et des cultes du Costa Rica, nouveaux travaux dans la zone humide dite Humedal Caribe Noreste, rapport à l'intention du secrétariat exécutif de la Convention de Ramsar sur les zones humides, juillet 2013 (annexe 73) ; lettre MPCR-ONUG/2014-324 en date du 17 juillet 2013 adressée au secrétaire général de la convention de Ramsar par le représentant permanent du Costa Rica auprès de l'Office des Nations Unies à Genève (annexe 22) ; lettre MPCR-ONUG/2013-534 en date du 25 novembre 2013 adressée au secrétaire général de la convention de Ramsar par le représentant permanent du Costa Rica auprès de l'Office des Nations Unies à Genève (annexe 25) ; lettre en date du 29 novembre 2013 adressée au représentant permanent du Costa Rica auprès de l'Office des Nations Unies à Genève par le secrétaire général de la convention de Ramsar (annexe 26) ; lettre MPCR-ONUG-2014-190 en date du 26 mars 2014 adressée au secrétaire général de la convention de Ramsar par le représentant permanent du Costa Rica auprès de l'Office des Nations Unies à Genève (annexe 28) ; lettre SG2014-103/CHB/MAR en date du 7 mai 2014 adressée au représentant permanent du Costa Rica auprès de l'Office des Nations Unies à Genève par le secrétaire général de la convention de Ramsar (annexe 29) ; lettre MPCR-ONUG/2014/407 en date du 18 juin 2014 adressée au secrétaire général de la convention de Ramsar par le représentant permanent du Costa Rica auprès de l'Office des Nations Unies à Genève (annexe 30) ; lettre DM-AM-0706-14 en date du 6 novembre 2014 adressée au secrétaire général de la convention de Ramsar par le ministre des affaires étrangères et des cultes du Costa Rica (annexe 46).

³³² RN, par. 6.117.

³³³ CMCR, par. 3.70 ; voir également par. 2.115-2.116 ci-dessus..

³³⁴ RN, par. 6.127.

³³⁵ CMCR, par. 5.34-5.39.

³³⁶ RN, par. 6.133.

³³⁷ *Ibid.*, par. 6.133, note de bas de page n° 741, rapport Kondolf de 2014 (RN, annexe 1), p. 17 (19).

dépourvues de fondement³³⁸. Dans sa réplique, le Nicaragua se perd également en conjectures sur le risque de voir les substances dangereuses que transporteraient les camions se déverser dans le fleuve³³⁹. Toutefois, ainsi que le Costa Rica l'a démontré au chapitre 2 ci-dessus, il s'agit là d'une vue de l'esprit³⁴⁰.

3.68. Enfin, en ce qui concerne l'accord bilatéral SIAPAZ, le Nicaragua ne précise toujours pas, dans sa réplique, à quelles dispositions de cet instrument la construction de la route aurait contrevenu.

G. CONCLUSIONS

3.69. Dans le présent chapitre, le Costa Rica a démontré que, dans sa réplique, le Nicaragua n'avait pas réfuté les conclusions ci-après :

118

- a) le Costa Rica n'a pas violé la souveraineté et l'intégrité territoriale du Nicaragua, ni le traité de limites de 1858 ;
- b) ni le traité de limites de 1858 ni l'arrêt rendu en 2009 par la Cour dans l'affaire du *Différend relatif à des droits de navigation et des droits connexes* n'imposaient au Costa Rica l'obligation d'informer le Nicaragua de la construction d'une route frontalière en territoire costa-ricien ;
- c) la condition minimale d'application de l'obligation internationale de réaliser une évaluation sur l'impact de l'environnement n'est pas remplie en la présente espèce ;
- d) le droit international général reconnaît la possibilité d'être exempté de pareille obligation lorsqu'il existe une situation d'urgence ;
- e) l'état d'urgence proclamé par le Costa Rica en réaction à la violation systématique du traité de limites de 1858 dont le Nicaragua s'est rendu coupable, notamment en occupant militairement une partie de son territoire, relève de ce cas de figure ;
- f) c'est le Nicaragua lui-même qui est à l'origine de cette situation d'urgence ;
- g) en tout état de cause, le diagnostic de l'impact sur l'environnement répond aux préoccupations quant à un éventuel dommage environnemental transfrontière en ce qui concerne les travaux déjà réalisés, leur surveillance ainsi que les travaux d'infrastructure devant être entrepris, et partant, il satisfait à toutes les obligations internationales applicables ;
- h) le Costa Rica n'a violé aucune obligation de notification, d'échange de renseignements et de consultation ; au contraire, il a invité le Nicaragua à dialoguer, mais en vain ;

³³⁸ Par. 2.104 ci-dessus.

³³⁹ RN, par. 3.34-3.42.

³⁴⁰ Par. 2.105 ci-dessus.

- i) en tout état de cause, le Nicaragua n'a pas satisfait à la condition de réciprocité en ce qui concerne l'obligation de produire une évaluation de l'impact sur l'environnement, ou l'obligation de notification, d'échange de renseignements et de consultation, lorsqu'il a entrepris, entre autres, de draguer le fleuve San Juan, d'en dévier le cours ou de construire des *caños* en territoire costa-ricien — autant d'activités antérieures ou concomitantes à la situation d'urgence ayant motivé la construction de la route ;
- j) aucune des allégations de violations d'obligations internationales découlant de l'un des quelconques traités mentionnés par le Nicaragua n'a de fondement en droit ou en fait.

CHAPITRE 4

MESURES DE RÉPARATION

A. INTRODUCTION

4.1. Dans sa requête, le Nicaragua a présenté un catalogue de mesures de réparation ; il demande ainsi que la Cour

- a) déclare que le Costa Rica s'est rendu responsable de faits illicites³⁴¹ et ordonne à ce dernier de cesser tous les travaux de construction engagés³⁴², de procéder à une évaluation en bonne et due forme de l'impact sur l'environnement³⁴³ et d'en présenter les résultats au Nicaragua ;
- b) ordonne au Costa Rica de rétablir le *statu quo ante*³⁴⁴ et indemniser le Nicaragua pour tous les dommages causés, en prenant notamment à sa charge les frais supplémentaires de dragage du fleuve San Juan³⁴⁵, et lui interdit de mettre en chantier tout nouveau projet dans la région sans avoir procédé à une évaluation en bonne et due forme de l'impact environnemental transfrontière³⁴⁶.

4.2. Dans son mémoire, le Nicaragua a de nouveau demandé que la Cour :

- a) déclare que le Costa Rica s'est rendu responsable de faits illicites³⁴⁷ ;
- b) ordonne au Costa Rica de mettre un terme à ces faits illicites et lui interdit de mettre en chantier tout nouveau projet dans la région sans avoir procédé à une évaluation en bonne et due forme de l'impact environnemental transfrontière³⁴⁸ ;
- c) ordonne au Costa Rica de rétablir le *statu quo ante*, conclusion assortie d'une demande d'indemnisation³⁴⁹.

4.3. Le Nicaragua a également demandé à la Cour, dans son mémoire, de nouvelles mesures de réparation, à savoir :

- a) qu'elle ordonne au Costa Rica de fournir des assurances et des garanties de non-répétition³⁵⁰ ;
- b) qu'elle déclare que le Nicaragua est fondé à suspendre le droit de libre navigation du Costa Rica sur le fleuve San Juan³⁵¹ ;

³⁴¹ Requête introductive d'instance, 22 décembre 2011, par. 49.

³⁴² *Ibid.*, par. 51 a).

³⁴³ *Ibid.*, par. 51 b).

³⁴⁴ *Ibid.*, par. 50 a).

³⁴⁵ *Ibid.*, par. 50 b).

³⁴⁶ *Ibid.*, par. 50 c). Le Nicaragua a de surcroît demandé à la Cour d'enjoindre au Costa Rica de produire une évaluation de l'impact sur l'environnement, sans présenter auparavant une demande en indication de mesures conservatoires.

³⁴⁷ MN, par. 6.10 à 6.12.

³⁴⁸ *Ibid.*, par. 6.13 à 6.17.

³⁴⁹ *Ibid.*, par. 6.26 à 6.34.

³⁵⁰ *Ibid.*, par. 6.18 à 6.25.

121

- c) qu'elle déclare que le Nicaragua a le droit d'effectuer les travaux «qu'il estime opportuns» pour améliorer la navigation sur le San Juan³⁵² et de rétablir les conditions de navigabilité qui existaient à l'époque de la conclusion du traité de limites de 1858³⁵³ ;
- d) qu'elle indique des mesures conservatoires *proprio motu*³⁵⁴.

4.4. Dans sa réplique, le Nicaragua semble avoir renoncé, devant la fermeté avec laquelle le Costa Rica a réagi à cette prétention fantaisiste, à demander à la Cour de suspendre le droit de libre navigation de ce dernier³⁵⁵. Il prétend toutefois que le Costa Rica est «étrangement muet» à propos de ce qu'il appelle, pour la première fois dans sa réplique, sa «principale demande», à savoir le rétablissement du *statu quo ante*³⁵⁶. Le Nicaragua avait assorti cette conclusion d'une demande d'indemnisation³⁵⁷, à laquelle le Costa Rica a consacré de longs développements dans son contre-mémoire³⁵⁸. Dans la mesure où cela demeure nécessaire, cette demande est de nouveau examinée ci-dessous. Le Nicaragua soutient par ailleurs que le Costa Rica n'a pas répondu à ses conclusions relatives à la cessation et aux garanties et assurances de non-répétition³⁵⁹. Or le Costa Rica a expressément traité ces questions dans son contre-mémoire³⁶⁰, et le fait de nouveau ci-dessous.

122

B. RÉTABLISSEMENT DU *STATU QUO ANTE*

4.5. La demande du Nicaragua tendant au rétablissement du *statu quo ante*³⁶¹ est très confuse. Elle est de surcroît infondée, en ce qu'elle amènerait la Cour à ordonner des mesures inutiles, et elle n'est pas compatible avec la demande d'indemnisation formulée par ailleurs.

4.6. S'agissant de la confusion qui entoure la demande, après avoir prié la Cour d'ordonner au Costa Rica de «rétablir le *statu quo ante*»³⁶², le Nicaragua aspire maintenant au rétablissement du *statu quo ante* «dans la mesure du possible»³⁶³ ou d'une situation «aussi proche que possible»³⁶⁴

³⁵¹ MN, par. 6.35 à 6.44.

³⁵² *Ibid.*, conclusion 3 i).

³⁵³ *Ibid.*, conclusion 3 ii).

³⁵⁴ *Ibid.*, conclusion 4.

³⁵⁵ CMCR, par. 6.15 à 6.26.

³⁵⁶ RN, par. 7.7.

³⁵⁷ MN, par. 6.26 à 6.34.

³⁵⁸ CMCR, par. 6.12 à 6.14.

³⁵⁹ RN, par. 7.2.

³⁶⁰ CMCR, par. 6.7 et 6.8.

³⁶¹ RN, par. 7.7 à 7.10 et conclusions, par. 2 ii).

³⁶² MN, par. 6.31.

³⁶³ RN, par. 7.7.

³⁶⁴ *Ibid.*, par. 7.8.

du *statu quo ante*. Parallèlement, il déclare à présent qu'il «ne demande pas un rétablissement complet du *statu quo ante*, ce qui exigerait la destruction complète de la route»³⁶⁵ et qu'il «ne conteste pas le droit du Costa Rica de construire toutes les routes qu'il jugera utiles sur son territoire»³⁶⁶.

4.7. Il s'ensuit que, en réalité, le Nicaragua ne demande pas le rétablissement du *statu quo ante* et reconnaît ne pas être en droit de formuler une telle demande, et que même l'expression «dans la mesure du possible» n'est pas adaptée à la réparation qu'il souhaite véritablement obtenir sous ce chef de demande et qui consiste en définitive à ce que le Costa Rica entreprenne des travaux d'atténuation conformément aux recommandations formulées par les experts désignés par lui, notamment en ce qui concerne la modification du tracé de certaines portions de la route³⁶⁷.

123

4.8. Mais, même dans cette version reformulée, il ne saurait être fait droit à cette mesure de réparation. En l'espèce, la *restitutio in integrum* se limiterait aux travaux d'atténuation que le Costa Rica a déjà mis en œuvre (non parce qu'il a violé le droit international, mais parce qu'il l'a souverainement décidé). Il appartient à ce dernier d'arrêter, de son propre chef, les mesures d'atténuation qui s'imposent pour améliorer l'infrastructure routière sur son territoire souverain. Ces travaux sont en cours et sont supervisés par les experts du Costa Rica. En ordonnant quoi que ce soit à celui-ci à propos de ces travaux ou en lui imposant les exigences et la supervision des experts du Nicaragua, la Cour «appliquerait le droit en perdant entièrement de vue la réalité»³⁶⁸. Une demande aussi importune, impraticable et injustifiée serait sans précédent et, même si tel n'était pas le cas, il n'aura pas échappé à la Cour, à la lecture des rapports qui lui ont été soumis, que les experts du Costa Rica sont parfaitement capables d'étudier et de superviser les éventuels travaux de remise en état que le Costa Rica pourrait juger nécessaires sur son territoire.

4.9. Les différentes formes de réparation demandées par le Nicaragua sont incompatibles entre elles. Dans sa réplique, celui-ci semble demander à être indemnisé non pas à titre subsidiaire, mais en sus de sa demande de *restitutio in integrum*³⁶⁹. Or l'indemnisation est censée se substituer à la restitution lorsque celle-ci est impossible ou inopportune. Le Nicaragua ne saurait bien évidemment demander cumulativement ces deux formes de réparation et, de toute façon, il n'a droit à ni l'une ni l'autre.

124

4.10. Même si la demande d'indemnisation du Nicaragua était véritablement présentée à titre subsidiaire³⁷⁰, il n'en demeure pas moins qu'elle ne repose sur aucune preuve de l'existence d'un dommage susceptible de faire l'objet d'une action en justice. L'eau continue de couler du bassin méridional costa-ricien vers le fleuve San Juan, comme cela a toujours été le cas. Il n'existe absolument aucune preuve que cette situation ait changé du fait de la construction de la route, ni qu'une forme quelconque de perte ou de dommage susceptible d'indemnisation ait pu résulter de ce projet. Le Nicaragua ne saurait éluder cette réalité en tentant de repousser à un stade ultérieur l'évaluation des dommages. Même au stade actuel de la procédure, il doit démontrer clairement l'existence des pertes ou des dommages qu'il allègue, ce dont il est totalement incapable.

³⁶⁵ RN, par. 7.8.

³⁶⁶ *Ibid.*, par. 7.19.

³⁶⁷ *Ibid.*, par. 7.10.

³⁶⁸ *Projet Gabčíkovo-Nagymaros (Hongrie/Slovaquie)*, arrêt, C.I.J. Recueil 1997, par. 136.

³⁶⁹ RN, par. 7.9 ; cf. MN, par. 6.31.

³⁷⁰ RN, par. 7.19.

C. CESSATION ET GARANTIES ET ASSURANCES DE NON-RÉPÉTITION

4.11. Ainsi que le Costa Rica l'a déjà expliqué³⁷¹, pour qu'une juridiction ordonne à un Etat de mettre un terme à un comportement illicite ou de fournir des garanties et des assurances de non-répétition, encore faut-il, tout comme s'il s'agissait d'une demande d'indemnisation, qu'elle ait pu constater au départ l'existence d'un fait internationalement illicite. Le Nicaragua n'étant pas parvenu à démontrer qu'un tel fait puisse être imputé au Costa Rica, il ne dispose d'aucune base pour étayer ses conclusions concernant la cessation et les assurances et garanties de non-répétition. Sans préjudice de ce qui précède, le Costa Rica exposera ci-dessous les raisons pour lesquelles le Nicaragua ne satisfait de toute façon pas aux autres conditions pour pouvoir prétendre à ces formes de réparation.

125

4.12. En ce qui concerne la demande tendant à ce que le Costa Rica mette un terme à son comportement, à supposer que celui-ci soit déclaré illicite (*quod non*), le Nicaragua n'a pas montré pourquoi la Cour devrait s'écarter de la règle générale selon laquelle

«[i]l n'est pas nécessaire, et il n'est pas utile ... [qu'elle] rappelle l'existence de cette obligation [de cessation d'un comportement illicite] dans le dispositif des arrêts qu'elle rend : du seul fait que la Cour constate l'existence d'une violation qui présente un caractère continu, il découle de plein droit l'obligation de la faire cesser, à la charge de l'Etat concerné»³⁷².

4.13. Le Nicaragua n'a avancé aucune «raison particulière»³⁷³ pour fonder sa demande tendant à ce que la Cour ordonne au Costa Rica de mettre un terme à un comportement prétendument illicite. Il se contente de soutenir que les travaux routiers continuent d'être une source d'érosion sur la rive du fleuve San Juan qui est entièrement située en territoire costa-ricien³⁷⁴. Il est néanmoins faux d'affirmer (comme le fait le Nicaragua) que «le Costa Rica reconnaît lui-même que les effets [des travaux routiers] sur le fleuve continuent de se faire sentir»³⁷⁵. Il revient au Nicaragua d'établir, non seulement que ces travaux ont un effet dommageable important sur le fleuve San Juan, mais qu'un tel effet constitue la violation continue par le Costa Rica d'une obligation qui lui est opposable en droit international. Or il n'est pas parvenu à établir pareille violation. Les travaux de construction routière entrepris par le Costa Rica ne sont la source d'aucun dommage appréciable pour le Nicaragua ; telle est la réalité.

126

4.14. En ce qui concerne la demande tendant à ce que la Cour ordonne au Costa Rica de fournir des garanties et des assurances de non-répétition, le Nicaragua n'a pas démontré que les «circonstances spéciales» justifiant pareille mesure étaient réunies³⁷⁶. Il fonde cette demande sur les mêmes faits que ceux qu'il invoque à l'appui de sa demande de cessation, à savoir l'érosion persistante que, selon lui, les travaux routiers entraînent. Or cette érosion, à supposer qu'elle soit établie, ne constitue pas un dommage susceptible de faire l'objet d'une action en justice lorsqu'elle se produit à l'échelle alléguée par le Nicaragua, encore moins à celle qui a été démontrée par les éléments de preuve. En l'espèce, l'existence d'un dommage transfrontière actuel ou éventuel n'a

³⁷¹ CMCR, par. 6.8.

³⁷² *Différend relatif à des droits de navigation et des droits connexes (Costa Rica c. Nicaragua)*, arrêt, C.I.J. Recueil 2009, par. 148.

³⁷³ *Ibid.*

³⁷⁴ RN, par. 7.5.

³⁷⁵ *Ibid.*

³⁷⁶ *Différend relatif à des droits de navigation et des droits connexes (Costa Rica c. Nicaragua)*, arrêt, C.I.J. Recueil 2009, p. 267, par. 150.

pas été prouvée. Sans préjudice de la position qui est la sienne en l'espèce, le fait est que le Costa Rica a entrepris d'importants travaux d'atténuation sur la route et poursuit ses efforts en ce sens, en dressant à cet égard tous les rapports voulus, ce qui confirme qu'il a toujours agi et continue d'agir de bonne foi. Même si un fait illicite quelconque pouvait être retenu contre lui (*quod non*), la Cour devrait partir du principe qu'il continuera d'agir de bonne foi à l'avenir, notamment en ce qui concerne les travaux d'atténuation et l'achèvement de la route³⁷⁷. Par conséquent, il n'existe aucune «circonstance spéciale» justifiant qu'il soit ordonné au Costa Rica de fournir des garanties et des assurances de non-répétition.

D. DEMANDE TARDIVE DE DÉSIGNATION D'UN EXPERT

127

4.15. La présente instance a été introduite par le Nicaragua en décembre 2011. Conformément au calendrier établi par la Cour, ce dernier a déposé son mémoire le 19 décembre 2012 et le Costa Rica, son contre-mémoire le 19 décembre 2013. Dans la lettre sous le couvert de laquelle il a présenté sa réplique, le 4 août 2014, le Nicaragua faisait valoir

«qu'il ne serait peut-être pas inutile que la Cour s'attache les services d'un expert neutre, sur la base des articles 66 et 67 du Règlement, afin de l'assister dans son examen des éléments de preuve scientifiques présentés par les Parties puis, une fois l'arrêt rendu, d'aider celles-ci à en assurer la mise en œuvre. Du point de vue du Nicaragua, il devrait s'agir d'un expert en géomorphologie ou d'un ingénieur en géotechnique spécialisé dans la construction de routes et ses impacts.»³⁷⁸

4.16. Cette proposition figurait de nouveau dans la réplique du Nicaragua³⁷⁹. Le Costa Rica s'y est opposé dans sa lettre ECRPB-085 en date du 14 août 2014³⁸⁰ :

«La Cour est tout à fait à même d'évaluer les éléments de preuve qui lui ont été soumis par les Parties ou qui le seront et d'en tirer les conclusions qui s'imposent. C'est ainsi qu'elle a procédé dans des affaires récentes, notamment dans l'affaire relative à des *Usines de pâte à papier sur le fleuve Uruguay (Argentine c. Uruguay)*, arrêt, *C.I.J. Recueil 2010* (voir p. 62, par. 168).

De surcroît, la Cour a déjà établi le calendrier des audiences sur le fond. Dans ces conditions, la proposition du Nicaragua tendant à ce que soit désigné un expert est purement dilatoire. Elle entraînerait un allongement de la durée des audiences et retarderait le prononcé de l'arrêt sur le fond dans la présente affaire (ainsi que dans la précédente, désormais jointe à celle-ci, relative à *Certaines activités menées par le Nicaragua dans la région frontalière (Costa Rica c. Nicaragua)*), nuisant ainsi à la célérité de la procédure.»³⁸¹

³⁷⁷ *Usine de Chorzów*, fond, C.P.J.I., arrêt n° 13, 1927, série A, n° 17, p. 63 ; *Essais nucléaires (Australie c. France)*, arrêt, *C.I.J. Recueil 1974*, p. 272, par. 60 ; *Essais nucléaires (Nouvelle-Zélande c. France)*, arrêt, *C.I.J. Recueil 1974*, p. 477, par. 63 ; *Activités militaires et paramilitaires au Nicaragua et contre celui-ci (Nicaragua c. Etats-Unis d'Amérique)*, compétence et recevabilité, arrêt, *C.I.J. Recueil 1984*, p. 437, par. 101.

³⁷⁸ Lettre HOL-EMB-095 en date du 4 août 2014 adressée au greffier par l'agent du Nicaragua.

³⁷⁹ RN, par. 7.14.

³⁸⁰ Lettre ECRPB-085 en date du 14 août 2014 adressée au greffier par le coagent du Costa Rica.

³⁸¹ *Ibid.*

128

4.17. Rien ne justifie que le Nicaragua ait attendu la clôture de la procédure écrite pour demander qu'un expert indépendant soit désigné en l'affaire. Le fait qu'il propose de désigner un ingénieur spécialisé dans la construction de routes, plutôt qu'un expert en matière de cours d'eau, montre qu'il ne dispose d'aucun argument pour étayer sa demande, si ce n'est que la route construite par le Costa Rica ne lui convient pas. Cette demande tardive peut manifestement être interprétée soit comme une manœuvre dilatoire, soit comme une reconnaissance tardive par le Nicaragua de ce qu'il n'a pas su apporter la preuve de ses allégations. Dans un cas comme dans l'autre, elle devrait être rejetée.

E. POSITION DU COSTA RICA AU SUJET DE L'ORDONNANCE REJETANT LA DEMANDE EN INDICATION DE MESURES CONSERVATOIRES DU NICARAGUA

4.18. Dans sa réplique, le Nicaragua soutient que le Costa Rica n'a pas respecté, en matière d'atténuation, l'engagement qu'il avait pris au cours des audiences relatives à la demande en indication de mesures conservatoires³⁸² et que, le 4 août 2014 (date à laquelle le Nicaragua a déposé sa réplique) ou aux alentours de cette date, il s'apprêtait à reprendre les travaux de construction de la route³⁸³, contrairement à ce qu'il avait déclaré au cours de ces mêmes audiences.

4.19. Dans l'ordonnance du 13 décembre 2013 par laquelle elle a rejeté la demande en indication de mesures conservatoires présentée par le Nicaragua, la Cour a dit ce qui suit :

129

«Il [le Costa Rica] a précisé que, dans sa version actualisée, le programme des travaux prévoyait que la construction du tronçon de route longeant la rive sud du San Juan ne reprendrait pas avant «la fin de l'année 2014 ou le début de l'année 2015», ce qui montre une nouvelle fois, selon lui, à quel point les arguments du Nicaragua relatifs à l'urgence sont dépourvus de tout fondement.»³⁸⁴

4.20. Ainsi que le Costa Rica l'a expliqué lors des audiences et dans son contre-mémoire, la procédure d'octroi des marchés publics est longue et peut être retardée par divers facteurs indépendants de la volonté de l'Etat. Il ajoute ce qui suit lors des audiences de 2013 :

«Cet échéancier indique que le processus d'appel d'offres pour la conception ouvrira en décembre de l'année en cours, avec diverses échéances selon les sections. Seuls les plans relatifs à la section 5, qui s'étend de Delta Costa Rica jusqu'à l'embouchure de la Sarapiquí, pourraient être achevés au cours des six mois à venir. La section 5 est la partie de la route située en aval de Delta Costa Rica, c'est-à-dire le long tronçon traversant un terrain assez plat et correspondant à des routes préexistantes. Cette partie de la route n'a fait l'objet d'aucune critique de la part du Nicaragua ... La construction des quatre autres sections, qui correspondent à la seule partie de la route à soulever l'inquiétude de M. Kondolf, n'aura pas lieu avant la fin de l'année 2014 ou le début de l'année 2015. Ces travaux ne commenceront donc pas dans quelques jours ou quelques semaines, ou même dans quelques mois.»³⁸⁵

³⁸² RN, par. 7.18.

³⁸³ *Ibid.*, par. 5.31.

³⁸⁴ *Construction d'une route au Costa Rica le long du fleuve San Juan (Nicaragua c. Costa Rica) ; Certaines activités menées par le Nicaragua dans la région frontalière (Costa Rica c. Nicaragua), mesures conservatoires, ordonnance du 13 décembre 2013, C.I.J. Recueil 2013, par. 33.*

³⁸⁵ *Construction d'une route au Costa Rica le long du fleuve San Juan (Nicaragua c. Costa Rica)*, audience publique tenue le 8 novembre 2013, CR 2013/31, p. 14, par. 21 (Parlett).

4.21. A la date du dépôt de la présente duplique (début 2015), le processus d'appel d'offres pour l'établissement des plans définitifs de la route avait pris fin et cette tâche avait été confiée, pour les cinq sections évoquées ci-dessus, à deux entreprises, qui procèdent actuellement aux études techniques nécessaires à la conception d'une route de ce type, notamment du point de vue de la protection de l'environnement.

130

4.22. Une fois achevé le travail de conception, un autre processus d'appel d'offres sera lancé et une ou plusieurs entreprises seront chargées de reprendre la construction de la route. Au moment du dépôt de la présente duplique, les travaux de construction n'avaient pas repris, même si la mise en œuvre des mesures d'atténuation s'était poursuivie. La situation sur le terrain est parfaitement conforme à ce que le Costa Rica a déclaré au cours des audiences relatives à la demande en indication de mesures conservatoires qui se sont tenues en 2013 et l'allégation du Nicaragua selon laquelle le Costa Rica aurait manqué à ses engagements en ce qui concerne la réalisation des travaux de remise en état est dépourvue de fondement³⁸⁶.

4.23. Ainsi que le Costa Rica l'a déclaré à l'occasion des audiences de 2013, il n'a pas l'intention de suspendre les travaux de construction. Par courtoisie, il a informé la Cour que le processus de construction était retardé et que les travaux ne reprendraient pas avant la fin de 2014, mais il a également bien précisé que le travail de conception se poursuivrait, de même que la construction de ponts³⁸⁷ et l'exécution d'autres travaux de remise en état³⁸⁸, comme cela a effectivement été le cas.

131

4.24. Le but des travaux effectués sur la route, ainsi que des plans définitifs des sections qui la composent, est d'en améliorer la qualité, notamment en évitant que des dommages soient causés à l'environnement en territoire costa-ricien. Ces travaux ont également pour conséquence naturelle d'empêcher toute possibilité que des dommages soient causés à la région environnante, notamment au Nicaragua. Comme cela a été exposé au chapitre 2 ci-dessus, ce dernier n'est pas parvenu à établir que pareils dommages avaient été causés à son territoire ou risquaient de l'être, ni même qu'ils pourraient être attribués à la violation par le Costa Rica d'une quelconque obligation internationale.

F. RÉPARATIONS D'ORDRE DÉCLARATOIRE INJUSTIFIÉES

4.25. Pour les mêmes raisons, les conclusions du Nicaragua tendant à l'octroi de réparations d'ordre déclaratoire sont dépourvues de tout fondement, en droit comme en fait. Du point de vue juridique, le Nicaragua demande à la Cour de faire des déclarations sur des questions qui soit sont en dehors du champ de la présente affaire, soit ne reposent, de toute façon, sur aucun fondement en droit. Du point de vue factuel, le Nicaragua tente de fonder sa demande sur des conjectures relatives à des risques de dommages éventuels qui ne sont étayées par aucun élément de preuve d'ordre scientifique ou autre.

³⁸⁶ Voir RN, par. 7.18.

³⁸⁷ *Construction d'une route au Costa Rica le long du fleuve San Juan (Nicaragua c. Costa Rica)*, audience publique tenue le 6 novembre 2013, CR 2013/29, p. 18, par. 18 (Parlett).

³⁸⁸ *Ibid.*, p. 20, par. 24 (Parlett).

4.26. En particulier, le Nicaragua demande à la Cour de faire des déclarations sur les points ci-après³⁸⁹, qui seront tour à tour examinés ci-dessous :

- a) par son fait, le Costa Rica a manqué à nombre des obligations lui incombant envers le Nicaragua (section 1 ci-dessous) ;
- b) il est tenu de réaliser une évaluation en bonne et due forme de l'impact environnemental transfrontière (section 2 ci-dessous) ;
- c) il doit s'abstenir d'utiliser la route frontalière pour transporter des matières dangereuses jusqu'à ce que la route soit rendue conforme aux conditions applicables à cet usage (section 3 ci-dessous) ;

132 d) le Nicaragua a le droit de draguer le fleuve San Juan de Nicaragua en tant qu'il le jugera nécessaire (section 4 ci-dessous).

1. Les violations reprochées au Costa Rica

4.27. Pour les raisons exposées dans le contre-mémoire ainsi que dans la présente duplique, le Nicaragua n'a établi aucune des violations du droit international que le Costa Rica aurait selon lui commises. Pour sa part, il ne reconnaît pas être lié par les mêmes obligations envers ce dernier en ce qui concerne les agissements très préoccupants qui font l'objet de l'affaire relative à *Certaines activités menées par le Nicaragua dans la région frontalière (Costa Rica c. Nicaragua)*³⁹⁰.

4.28. Pour demander des réparations d'ordre déclaratoire, le Nicaragua argue de ce que le Costa Rica a nié avoir commis quelque acte illicite. Le simple fait de contester avec fermeté les allégations gratuites qu'il profère dans le cadre d'une affaire montée de toutes pièces lui permettrait donc de demander un tel redressement à la Cour ; pareil raisonnement n'est pas tenable.

2. La réalisation d'une évaluation de l'impact environnemental transfrontière

4.29. Le Costa Rica a présenté quantité d'éléments prouvant, comme il le soutient, qu'aucun dommage transfrontalier important n'a été causé au Nicaragua et qu'il n'existe aucun véritable risque que pareille conséquence se produise. De surcroît, étant donné la déclaration d'état d'urgence, il n'existait pas d'obligation de procéder à une étude de l'impact environnemental transfrontière, et ce, d'autant plus que l'urgence avait été causée par l'Etat même qui réclame à présent la réalisation d'une telle étude. La Cour doit donc refuser sur ce fondement les réparations d'ordre déclaratoire demandées par le Nicaragua³⁹¹.

133

³⁸⁹ RN, par. 7.22.

³⁹⁰ *Certaines activités menées par le Nicaragua dans la région frontalière (Costa Rica c. Nicaragua)*, CMN, vol. I, par. 3.21-3.52.

³⁹¹ Voir par. 3.31-3.47 ci-dessus.

4.30. Ce type de redressement ne serait de toute façon pas nécessaire, puisque le Costa Rica a présenté un diagnostic complet de l'impact sur l'environnement³⁹², un rapport de suivi³⁹³ et divers rapports d'experts³⁹⁴, et qu'il a pris nombre de mesures pour atténuer l'impact de la construction de la route sur l'environnement³⁹⁵. Le Nicaragua s'est même plaint du volume d'éléments de preuve scientifiques présentés par le Costa Rica, au point de demander que soit organisé un second tour de procédure écrite.

4.31. On pourrait également ajouter qu'il aurait été matériellement impossible au Costa Rica de procéder à une évaluation de l'impact environnemental transfrontière, puisque le Nicaragua lui a systématiquement refusé l'accès au fleuve San Juan. Le chapitre 2 de la présente duplique relate les tentatives faites par le Costa Rica en 2013 et en 2014 pour effectuer conjointement avec le Nicaragua des mesures dans les fleuves San Juan et Colorado³⁹⁶. En érigeant une série d'obstacles, en se trouvant sans cesse des excuses et en semant la perturbation, le Nicaragua a rendu impossible la réalisation de telles mesures³⁹⁷.

134

3. Le transport de matières dangereuses

4.32. L'argument relatif au transport de matières dangereuses, que le Nicaragua a avancé tardivement, a été traité au chapitre 2 ci-dessus³⁹⁸. Ainsi que l'a démontré le Costa Rica, le transport de carburants et d'autres substances dangereuses est soumis sur son territoire à une réglementation rigoureuse³⁹⁹. Puisque le Nicaragua n'a présenté aucun élément de preuve (ou argument) donnant à penser que la route échapperait à l'application de cette réglementation et qu'il en résulterait pour lui un risque important de dommage, on ne voit pas sur quel fondement pourrait reposer la mesure de réparation demandée.

4.33. Le Costa Rica tient à souligner ici que, alors que la question du transport de matières dangereuses ne se pose pas en ce qui concerne la route, l'annonce faite par le Nicaragua de percer un canal interocéanique soulève quant à elle des préoccupations autrement plus importantes, puisque ce canal est précisément destiné au transport de substances dangereuses telles que le pétrole et le gaz liquéfié. Une telle activité dans ce contexte pose un véritable risque de dommage transfrontière important pour le Costa Rica et le Nicaragua, par comparaison avec le transport de quelques litres de carburant par de modestes fermiers qui a été évoqué dans la présente affaire.

³⁹² CMCR, vol. II, annexe 10.

³⁹³ Rapport du CCT de 2015 (annexe 14).

³⁹⁴ Voir CMCR, appendice A et annexes 3, 4, 5, 6 et 9. Voir également appendice A de la présente duplique, ainsi que les annexes 2, 4, 5, 6, 7 et 9.

³⁹⁵ Voir CMCR, appendice A et annexes 2, 7 et 8. Voir également appendice A de la présente duplique, ainsi que les annexes 2, 11, 12 et 13.

³⁹⁶ Voir par. 2.28-2.33 ci-dessus.

³⁹⁷ *Ibid.*

³⁹⁸ Voir par. 2.104 et 2.105 ci-dessus.

³⁹⁹ Voir par. 2.105 ci-dessus.

4. Le dragage du fleuve San Juan

135 4.34. La conclusion du Nicaragua tendant à ce que la Cour déclare qu'il «a le droit d'effectuer les travaux qu'il estime opportuns pour améliorer la navigation sur le San Juan» fait double emploi avec celles qu'il a formulées en l'affaire relative à *Certaines activités menées par le Nicaragua dans la région frontalière (Costa Rica c. Nicaragua)*. En réalité, c'est la troisième fois qu'il présente la même demande à la Cour. Il l'a fait pour la première fois dans l'affaire du *Différend relatif à des droits de navigation et des droits connexes (Costa Rica c. Nicaragua)* et la Cour l'a débouté dans son arrêt du 13 juillet 2009⁴⁰⁰. Il n'a avancé aucun élément factuel pour étayer la prétention qu'il avance en l'espèce, se contentant de déclarer qu'«[i]l n'y a ... rien d'anormal à ce que la même conclusion soit présentée dans les deux affaires»⁴⁰¹. De l'avis du Costa Rica, la Cour doit de nouveau rejeter cette demande dans le cadre de la présente affaire⁴⁰². En effet, la revendication du droit auquel prétend le Nicaragua d'effectuer les travaux qu'il «estime opportuns» est d'autant plus irrecevable en l'espèce qu'elle n'a aucun rapport avec le dommage que la route est censée avoir causé.

4.35. Il convient également de relever que, chose plus extraordinaire encore, le Nicaragua revendique non seulement le droit d'effectuer les travaux de dragage «qu'il estime opportuns» sur le fleuve San Juan, mais aussi celui de rétablir les conditions de navigabilité qui existaient à l'époque de la conclusion du traité de 1858. Deux brèves remarques s'imposent à cet égard : premièrement, la mesure de réparation demandée n'est pas liée aux allégations formulées en l'espèce par le Nicaragua et, dans le cadre de la présente affaire, elle est donc, au mieux, hors sujet. Deuxièmement, le traité de 1858 n'a pas conféré de droit au gel des conditions de navigabilité et, quand bien même il aurait d'une manière ou d'une autre eu pour objectif de le faire (en dépit de la réalité géographique), peu après la conclusion du traité, ces conditions ont été profondément touchées par l'évolution de la géographie de la région, qui s'est notamment traduite par la modification du rapport de partage des eaux entre les fleuves San Juan et Colorado au moins depuis 1860, ce que le Nicaragua lui-même a reconnu⁴⁰³.

136 4.36. Pour les raisons exposées ci-dessus, toutes les mesures de réparation demandées par le Nicaragua doivent être rejetées.

5. Conclusion

4.37. Le fait que les mesures de réparation demandées par le Nicaragua n'ont cessé d'évoluer au cours de la procédure écrite en l'espèce témoigne du manque de crédibilité de la thèse développée par celui-ci. En ajoutant sans cesse de nouvelles conclusions à la longue liste de réparations qu'il réclame, le Nicaragua ne fait que renforcer le Costa Rica dans sa conviction que la présente affaire est purement factice. L'Etat demandeur qui reproche de façon générale à un autre Etat un comportement illicite justifiant l'adoption de mesures de réparation doit avancer une argumentation crédible étayée par des faits avérés. Le Nicaragua s'est contenté de critiquer les éléments de preuve soumis par le Costa Rica sans toutefois établir ses propres moyens. L'absence

⁴⁰⁰ *Différend relatif à des droits de navigation et des droits connexes (Costa Rica c. Nicaragua)*, arrêt, C.I.J. Recueil 2009, par. 155.

⁴⁰¹ RN, par. 7.46.

⁴⁰² La position du Costa Rica en ce qui concerne le programme de dragage du Nicaragua est telle qu'il l'a exposée, documentation à l'appui, dans l'affaire relative à *Certaines activités menées par le Nicaragua dans la région frontalière (Costa Rica c. Nicaragua)*.

⁴⁰³ Affaire relative à *Certaines activités menées par le Nicaragua dans la région frontalière (Costa Rica c. Nicaragua)*, CMN, vol. I, p. 79, par. 4.10.

d'éléments de preuve vérifiables à l'issue de deux tours de procédure écrite et orale, même après que le Costa Rica eut proposé, à cette fin, la mise en œuvre de mesures conjointes par les deux Parties, laisse entrevoir le caractère chimérique de la démarche nicaraguayenne. Le Costa Rica est d'avis non seulement que la Cour doit rejeter dans leur totalité les mesures de réparation ainsi demandées, mais qu'elle devrait sérieusement envisager de condamner le manque de jugement que trahit l'introduction d'instances aussi futiles et vexatoires, de la part d'un pays qui n'a de cesse de se plaindre des dépenses en deniers publics et en temps qu'engendrent de telles procédures.

137

EN BREF

1. Le paragraphe 3 de l'article 49 du Règlement se lit comme suit : «La réplique et la duplique, si la Cour en autorise la présentation, ne répètent pas simplement les thèses des parties mais s'attachent à faire ressortir les points qui les divisent encore.»

2. Or, le Nicaragua s'est servi de sa réplique pour élargir ses demandes au point de transformer l'affaire en une affaire environnementale, en cherchant à mettre en jeu, pour la première fois, les activités du Costa Rica en matière de développement et d'agriculture sur de larges pans de son territoire, et sur plusieurs dizaines d'années. Pour les raisons exposées dans la présente duplique, le Costa Rica estime que ces demandes ne relèvent pas du champ du différend soumis à la Cour. Mais, quoi qu'il en soit, l'évolution de l'utilisation des terres n'est pas la principale cause de la forte sédimentation du fleuve San Juan, qui s'est avérée une constante au fil des millénaires, attribuable aux phénomènes géologiques et naturels qui déterminent le régime hydrographique et le sort à la fois du fleuve San Juan et du Colorado.

3. Dans sa requête et dans son mémoire, le Nicaragua cherchait à obtenir de la Cour qu'elle fasse cesser la construction de la route. Il a soutenu qu'en l'absence d'évaluation de l'impact sur l'environnement, un désastre écologique ne manquerait pas de se produire. Or, outre l'absence de toute trace d'un tel désastre, mais le Nicaragua n'a soumis aucun élément digne de foi établissant que la route serait ne fût-ce que *capable* d'en provoquer un.

138

4. En même temps qu'il formulait de nouvelles demandes — inadmissibles et indéfendables — le Nicaragua semblait, dans sa réplique, renoncer à en faire valoir certaines autres. Ainsi, il semble avoir fini par reconnaître qu'il ne lui était pas juridiquement possible de faire litière des droits de navigation dont jouit le Costa Rica sur le fleuve San Juan (même s'il a fait tout ce qui était en son pouvoir pour les vider de tout contenu). Il semble également avoir renoncé à faire cesser la construction de la route.

5. Le Nicaragua a néanmoins cherché à présenter la route sous le jour le plus défavorable qui pût être, en ne s'intéressant qu'à une poignée de petits tronçons, que l'on retrouve sur nombre des clichés qu'il a produits dans sa réplique et dans ses rapports techniques. Mais même si l'on s'en tient à la partie de la route qu'il estime problématique, les travaux de remise en état sont désormais en cours, quand ils ne sont pas déjà achevés. En outre, si l'on replace ses demandes dans leur juste contexte, et même à admettre ses estimations exagérées quant aux volumes de sédiments produits par l'érosion de la route qui se seraient déversés dans le fleuve, il apparaît clairement que ce qui est ici en cause n'est rien de plus qu'une très légère — sinon imperceptible — augmentation de la quantité de sédiments en suspension dans un fleuve qui supporte naturellement une charge sédimentaire «très élevée». Du reste, le Nicaragua admet implicitement que l'incidence de la construction de la route est infime, comme l'attestent ses efforts tardifs pour faire passer pour «excessive» et artificielle la charge sédimentaire existante, dont il s'emploie en outre maintenant à faire accroire qu'elle serait due au Costa Rica. En définitive, la question qu'il revient à la Cour de trancher est celle de savoir si la route — dont la chaussée est, dans une large mesure, construite sur des pistes qui existaient déjà — a un impact important sur le fleuve San Juan.

6. Le Costa Rica soutient qu'il lui faut répondre à cette question par la négative. En effet, même à retenir les estimations avancées par les experts du Nicaragua dans sa réplique (et que le Costa Rica n'admet en aucun cas) quant à la quantité de sédiments qui se déverseraient dans le fleuve sous l'effet de l'érosion de la route, l'on aboutirait à une hausse représentant moins de 3 %

139

de la charge sédimentaire annuelle totale du fleuve. Dès lors, si des désaccords subsistent entre les experts des Parties en ce qui concerne l'ampleur de l'impact qu'aurait la route — à commencer par la question de savoir si impact il y a —, ces questions sont au final dépourvues de toute pertinence, puisque *la route n'a pas, même d'après les propres estimations du Nicaragua, d'incidence négative sur le fleuve*. Colin Thorne en fait la démonstration dans le rapport d'expert soumis en appendice A de la présente duplique.

7. Outre l'absence d'incidence négative sur le fleuve San Juan, et ainsi que l'a montré le Costa Rica, il n'a jamais existé le moindre risque de dommage transfrontière significatif. Partant, la condition minimale d'application de l'obligation de réaliser une évaluation de l'impact sur l'environnement transfrontière n'a jamais été remplie, et le Costa Rica n'était donc pas tenu de procéder à une telle évaluation. En outre, le droit international général ménage à cet égard la possibilité d'une exemption en cas d'urgence, comme l'a montré le Costa Rica dans la présente duplique, en se référant au rapport d'expert de Neil Craik, soumis en tant qu'annexe 1. La situation d'urgence constatée par le Costa Rica, qui est le fait du Nicaragua, et qui a motivé la mise en chantier précipitée de la route, relève justement de ce cas de figure. Il s'ensuit que le Costa Rica n'a nullement manqué à l'obligation de réaliser une évaluation de l'impact sur l'environnement, non plus qu'il n'aurait manqué à une quelconque obligation de notification, d'échange de renseignements ou de consultation. L'ensemble des allégations de violations des nombreux accords multilatéraux invoqués par le Nicaragua sont ainsi dépourvues de tout fondement.

8. Au terme de la phase écrite de la présente procédure, trois grands constats se dégagent clairement :

140

- a) les allégations du Nicaragua ne sont pas fondées en fait et guère davantage en droit. Le Nicaragua prétend que le San Juan aurait subi un grave préjudice écologique, mais n'a pas même pris la peine de mesurer les flux de sédiments ou le débit des eaux du fleuve, alors qu'il en avait parfaitement les moyens (ou bien l'a fait, mais sans en communiquer les résultats à la Cour). S'il n'a eu de cesse de dénigrer la construction de la route et de critiquer les éléments de preuve scientifiques et techniques soumis par le Costa Rica, le Nicaragua n'a nullement établi que celle-ci aurait la moindre incidence négative sur le San Juan.
- b) Le Costa Rica, quant à lui, a montré que le fleuve San Juan n'avait pas subi de dommage important ; de fait, même à retenir les estimations les plus défavorables avancées par le Nicaragua, seule serait imputable à la route une infime quantité de sédiments du fleuve, d'une valeur inférieure au taux de variabilité annuelle de la charge sédimentaire d'un fleuve qui, précisément, se caractérise et s'est toujours caractérisé par une charge solide élevée et variable. En bref, l'impact de la construction de la route sur le fleuve est imperceptible. Dans ces circonstances, il ne saurait faire de doute que la route ne cause aucun dommage, et moins encore de dommage important, au fleuve San Juan.
- c) Dès lors, le droit souverain qu'a le Costa Rica d'exploiter son propre territoire et d'y construire des infrastructures routières partout où il l'entend doit être pleinement respecté.

9. Le Costa Rica est certain que la Cour a désormais saisi le caractère artificiel de la présente affaire. Pour ce motif, toutes les demandes et conclusions du Nicaragua doivent être rejetées.

141

CONCLUSIONS

Pour les raisons exposées ci-dessus et tout en se réservant le droit de compléter, préciser ou modifier les présentes conclusions, le Costa Rica prie la Cour de rejeter la totalité des prétentions du Nicaragua en l'espèce.

Le 2 février 2015.

Le coagent du Costa Rica,
(*Signé*) M. Sergio UGALDE, ambassadeur.

145

APPENDICE A

**AFFAIRE RELATIVE À LA
CONSTRUCTION D'UNE ROUTE AU COSTA RICA LE LONG DU FLEUVE SAN JUAN
(NICARAGUA C. COSTA RICA)**

**EVALUATION DE L'IMPACT SUR LE FLEUVE SAN JUAN DE LA CONSTRUCTION DE
LA ROUTE FRONTALIÈRE AU COSTA RICA : RAPPORT EN RÉPONSE**

ÉTABLI PAR

**COLIN THORNE
NOTTINGHAM, ROYAUME-UNI**

**PROFESSEUR ET TITULAIRE DE LA CHAIRE DE GÉOGRAPHIE PHYSIQUE,
UNIVERSITÉ DE NOTTINGHAM**

FÉVRIER 2015

Table des matières	i
Liste des figures	ii
Liste des tableaux	vi
1. INTRODUCTION	88
2. TITRES ET QUALITÉS	89
3. MANDAT ET MÉTHODOLOGIE	90
4. LES SÉDIMENTS PROVENANT DE LA ROUTE 1856 ONT-ILS EU UN IMPACT IMPORTANT SUR LES CHARGES SÉDIMENTAIRES DANS LE FLEUVE SAN JUAN ?	93
5. LA CONSTRUCTION DE LA ROUTE 1856 A-T-ELLE EU DES RÉPERCUSSIONS IMPORTANTES SUR LA MORPHOLOGIE DU CHENAL DU FLEUVE SAN JUAN ?	147
6. LA ROUTE 1856 A-T-ELLE EU DES EFFETS SENSIBLES SUR L'ÉCOLOGIE OU LES RESSOURCES HALIEUTIQUES DU FLEUVE SAN JUAN, OU DES EFFETS QUELCONQUES SUR LA NAVIGATION ?	160
7. QUEL EFFET LES TRAVAUX D'ATTÉNUATION COSTA-RICIENS ONT-ILS EU ET COMMENT ONT-ILS PROGRESSÉ DEPUIS LA FIN DE L'ANNÉE 2013 ?	171
8. CONCLUSIONS.....	193
9. RÉFÉRENCES.....	196
10. ATTESTATION DU CARACTÈRE INDÉPENDANT ET VÉRIDIQUE DES OPINIONS FORMULÉES DANS LE PRÉSENT RAPPORT	197

LISTE DES FIGURES

Figure 4.1 :	<i>a)</i> Dispositif LiDAR terrestre au point de suivi n° 4 le 27 mai 2014, <i>b)</i> nuage de points LiDAR, <i>c)</i> isoplèthes à utiliser dans le cadre de mesures de l'érosion (extrait du rapport de l'UCR de 2014).	93
Figure 4.2 :	<i>a)</i> Orthophotographie, <i>b)</i> modèle numérique de terrain, <i>c)</i> coupe transversale d'une ravine au point n° 12 (point d'érosion marquée n° 9.4 du rapport Kondolf) réalisée d'après un levé photogrammétrique effectué le 28 octobre 2014 et utilisée pour estimer la superficie couverte par la ravine et le volume érodé (extrait du rapport de l'UCR de 2014).	94
Figure 4.3 :	Carte des points de suivi et de mesure de l'érosion par l'UCR (extrait du rapport de l'UCR d'avril 2014)	97
Figure 4.4 :	<i>a)</i> Trappe à sédiments au point no 5 le 1er octobre 2014. <i>b)</i> Points de levés et carte d'isolignes des niveaux de surface de sédiments le 22 octobre 2014 (extrait du rapport de l'UCR de 2014).....	98
Figure 4.5 :	Etat actuel de la route entre la borne n° II et Delta Costa Rica, d'après l'inspection sur site effectuée par M. Mende (issue du rapport Mende)	103
Figure 4.6 :	<i>a)</i> Zone du bassin du fleuve San Juan objet de l'étude, <i>b)</i> bassins d'affluents, <i>c)</i> modèle numérique de terrain, <i>d)</i> précipitations annuelles moyennes, <i>e)</i> carte d'utilisation des terres, <i>f)</i> carte de classification des sols (d'après les cartes présentées dans le rapport de l'ICE de 2014).....	110
Figure 4.7 :	<i>a)</i> facteur de gestion et d'utilisation des terres (C), <i>b)</i> facteur d'érodabilité des sols (K), <i>c)</i> facteur d'érosivité des précipitations (R) et <i>d)</i> facteur topographique (LS).....	112
Figure 4.8 :	Répartition de l'érosion potentielle des sols dans le bassin du fleuve San Juan entre le lac Nicaragua et Delta Costa Rica (d'après les cartes figurant dans le rapport de l'ICE de 2014)	113
Figure 4.9 :	Distribution spatiale de l'indice de dépôt dans la zone étudiée (extrait du rapport de l'ICE de 2014).....	114
Figure 4.10 :	Apports sédimentaires spécifiques ajustés dans la zone étudiée (extrait du rapport de l'ICE de 2014).....	115
Figure 4.11 :	Stations hydrométriques et relevés sédimentaires dans le bassin du fleuve San Juan (extrait du rapport de l'ICE de 2014).....	116
Figure 4.12 :	Courbe d'étalonnage des sédiments en suspension pour le fleuve Colorado à Delta Costa Rica (Station 11-04) entre 2010 et 2014 (extrait du rapport de l'ICE de 2014).....	117
Figure 4.13 :	Courbe d'étalonnage de la charge de fond pour la station de Delta Colorado (11-04) (extrait du rapport de l'ICE de 2014).	119

- Figure 4.14 :** Charges annuelles moyennes de sédiments en suspension présentes dans le Colorado et le San Juan inférieur, représentées en pourcentages de la charge en suspension du San Juan, dans l'hypothèse d'une proportion de *a)* 95 %, *b)* 90 % et *c)* 85 % du débit passant dans le Colorado (extrait du rapport de l'ICE de 2014).....123
- Figure 4.15 :** Charges annuelles moyennes de fond présentes dans le Colorado et le San Juan inférieur, représentées en pourcentages de la charge de fond du San Juan, dans l'hypothèse d'une proportion de *a)* 95 %, *b)* 90 % et *c)* 85 % du débit passant dans le Colorado (extrait du rapport de l'ICE de 2014).....123
- Figure 4.16 :** Quantités annuelles de sédiments produites par la route dans les bassins des principaux affluents costa-riciens entre la borne n° II et Delta Costa Rica dans le scénario pluviométrique le plus pessimiste (extrait du rapport de l'ICE de 2014).125
- Figure 4.17 :** Bilan des charges de sédiments en suspension et de fond du fleuve San Juan entre la borne n° II et le Delta (en tonnes/an) (extrait du rapport de l'ICE de 2014).....127
- Figure 4.18 :** Bilan des sédiments en suspension du système San Juan-Colorado, faisant apparaître en rouge, dans la partie inférieure du schéma, les apports de sédiments fins provenant de la route 1856. Les charges supplémentaires déversées dans le San Juan inférieur et le Colorado reposent sur l'hypothèse que 5 % de l'apport sédimentaire de la route est constitué de sédiments grossiers (les valeurs entre parenthèses correspondent à une proportion de 10 %) (extrait du rapport de l'ICE de 2014).....128
- Figure 4.19 :** Répartition des vents et des pluies au Costa Rica lors d'un cyclone tropical à proximité de la côte caraïbe du Nicaragua (extrait du rapport Fallas).....133
- Figure 4.20 :** Répartition des précipitations au Costa Rica pendant l'ouragan Mitch (extrait du rapport Fallas).....133
- Figure 4.21 :** Carte tectonique du sud de l'Amérique centrale, indiquant les principaux éléments tectoniques et néotectoniques qui ont une incidence sur le bassin du San Juan (ligne bleue). Le bassin inférieur est situé dans la zone d'arrière-arc d'Amérique centrale (extrait du rapport Astorga).137
- Figure 4.22 :** Volcans de 2000 à 3000 mètres de haut produisant régulièrement des apports sédimentaires exceptionnels qui viennent se déverser dans le système hydrographique du San Juan (extrait du rapport Astorga).....138
- Figure 4.23 :** Historique des séismes et éruptions volcaniques ayant produit des volumes exceptionnels de sédiments se déversant dans le bassin du San Juan depuis sa partie costa-ricienne (extrait du rapport Astorga)138
- Figure 4.24 :** Carte des glissements de terrain déclenchés par le séisme de Cinchona en 2009 (extrait de Alvarado, 2010).....139
- Figure 4.25 :** *a)* bassins d'affluents, *b)* modèle numérique de terrain, *c)* facteur topographique (LS), *d)* précipitations annuelles moyennes, *e)* coefficient d'érosivité des précipitations (R), *f)* facteur d'utilisation et de gestion des terres (C) et *h)* apports sédimentaires spécifiques ajustés (E) dans la zone étudiée142

	Figure 4.26 : Eaux turbides drainées par le fleuve San Juan le 23 décembre 2012 en provenance des affluents nicaraguayens <i>a)</i> Santa Cruz et <i>b)</i> Sábalo.....	144
	Figure 5.1 : Caractérisation des secteurs du fleuve San Juan selon la classification Montgomery-Buffington (tiré du rapport Thorne de 2013).....	147
	Figure 5.2 : Quinze deltas situés sur la rive septentrionale, photographiés depuis l'espace aérien costa-ricien en avril 2014. Ces deltas, formés de sédiments produits par des phénomènes d'érosion en territoire nicaraguayen, sont, pour certains, bien plus étendus que ceux photographiés par M. Kondolf sur la rive méridionale. Ils sont à comparer, du point de vue de leur taille et de leur morphologie, à ceux illustrés par les clichés de l'appendice F du rapport Kondolf de 2014, pris, eux aussi, en période de faible débit du fleuve San Juan.....	150
	Figure 5.3 : Images satellite antérieures et postérieures à la construction de la route, prouvant qu'au moins deux des huit deltas de la rive méridionale prétendument formés à partir de sédiments issus de la route existaient avant sa construction.....	152
	Figure 5.4 : Images satellite montrant la présence, dans le cours inférieur du San Juan, d'eaux turbides à forte concentration de sédiments fins qui s'écoulent jusqu'à la baie de San Juan del Norte et le système sédimentaire du littoral caraïbe. Clichés pris <i>a)</i> le 13 décembre 1997, <i>b)</i> le 26 novembre 2013.....	159
	Figure 6.1 : Points de prélèvement le long du fleuve San Juan entre El Castillo et Boca San Carlos. Chaque point correspond à un delta formé par un ruisseau se déversant dans le San Juan (figure 1 du rapport Ríos).....	164
149	Figure 6.2 : Concentration de sédiments en suspension en fonction du débit pour 2409 échantillons prélevés dans le Colorado, le San Juan et ses affluents costa-riciens. Note : la station 14-01 correspond à celle de delta Colorado (11-04), qui reçoit environ 90 % des eaux coulant dans le San Juan en amont immédiat du delta (tiré du rapport Thorne 2013).	168
	Figure 7.1 : Clichés illustrant les travaux de préparation et de plantation des talus entrepris par la CODEFORSA pour protéger la surface du sol le long de la route entre la borne n° II et Boca San Carlos.....	175
	Figure 7.2 : Talus 9 (près de Tiricias) en février 2014, après application par la CODEFORSA de mesures de protection de la surface du sol (exemple tiré du rapport de la CODEFORSA de 2014).	175
	Figure 7.3 : Photographies représentatives des conditions qui prévalent le long de la route entre Boca Sarapiquí et le Delta, observées par l'auteur depuis le ciel le 17 novembre 2014.	180
	Figure 7.4 : Photographies représentatives des conditions qui prévalent le long de la route entre Boca San Carlos et Boca Sarapiquí, observées par l'auteur depuis le ciel le 17 novembre 2014.....	181
	Figure 7.5 : Etat de certains des secteurs reboisés par la CODEFORSA, inspectés en 2014. Photographies de l'auteur.	182

- Figure 7.6 :** Etat de certains des talus dont le couvert végétal a été rétabli par la CODEFORSA, inspectés en 2014. Photographies de l'auteur.183
- Figure 7.7 :** Etat d'avancement d'autres travaux d'atténuation de l'érosion réalisés par le CONAVI, inspectés par l'auteur en 2014 (passages de cours d'eau à gauche, et talus à droite). Photographies de l'auteur.184
- Figure 7.8 :** Travaux de grande ampleur actuellement menés par le CONAVI en différents points proches du Cureñita, inspectés en novembre 2014. Photographies de l'auteur.185
- Figure 7.9 :** Glissement de terrain naturel sur la rive septentrionale (nicaraguayenne) du fleuve San Juan, correspondant au point 084° 03' 58,5" de latitude ouest et 10° 45' 31,5" de longitude nord, observé depuis l'espace aérien costa-ricien le 17 novembre 2014. L'on remarque le delta temporaire formé par les sédiments et les arbres arrachés, directement transportés dans le fleuve par le glissement de terrain. C'est en raison de ces processus naturels que les sédiments et débris d'arbres pénètrent dans le San Juan, dont la charge sédimentaire et la turbidité sont donc naturellement élevées, en particulier pendant la saison des pluies. Quatre autres glissements de terrain similaires ont été observés lors du même survol. Photographies de l'auteur.....186
- Figure 7.10 :** Exemples de voies d'accès empruntées au cours de la visite sur le terrain effectuée le 29 août 2014. Photographies de l'auteur.....186
- Figure 7.11 :** La route près de la borne n° II *a)* avant les travaux d'atténuation le 15 février 2013 ; *b)* le 7 mai 2013, alors que les mesures étaient mises en œuvre, où l'on remarque la présence d'une conduite d'évacuation intérieure et de nattes anti-érosion biodégradables posées sur une large surface de terrain ; *c)* le 23 avril, où l'ensemble de ces mesures ont résisté à la saison des pluies, et *d)* le 29 août, où l'on voit que la végétation a permis de stabiliser les deux bordures de la plate-forme de la route et s'étend sur les zones recouvertes de fibre de coco. Photographies de l'auteur.187
- Figure 7.12 :** Vue d'une large ravine formée dans un prisme de remblai par le ruissellement concentré de la route s'écoulant en territoire costa-ricien à l'ouest de la borne n° II ; *a)* en février, alors qu'elle se formait et *b)* en mai, après la mise en œuvre d'opérations de remblayage et de stabilisation au moyen d'un ponceau et d'un conduit bétonné, et la pose de nattes de fibre de coco pour protéger le talus de remblai avoisinant de l'érosion en nappe et de la formation de rigoles. Les photographies prises lors de visites ultérieures *c)* en avril et *d)* en août montrent que le ponceau installé au niveau du passage du cours d'eau est demeuré intact après la saison des pluies, et que la végétation a repoussé dans la zone avoisinante. Photographies de l'auteur.188
- Figure 7.13 :** Photographies de la route au point 49°78' 67" de latitude est et 32°54' 63" de longitude nord, à 6,4 km environ à l'est de la borne n° II *a)* le 15 février, où, suite à la rupture d'une protection géotextile du talus, le ruissellement concentré extérieur de la route avait entraîné la formation de deux ravines, et le ruissellement intérieur avait fragilisé un talus de déblai ; *b)* le 7 mai 2013, après la construction de fossés bétonnés extérieur et intérieur ; *c)* et *d)* en 2014, où l'on voit que l'érosion a été effectivement atténuée, avec la résorption des ravines et la repousse de la végétation sur les talus de déblai et de remblai. Photographies de l'auteur.189

Figure 7.14 : Photographies de la route au point 49° 80' 72" de latitude est et 32° 53' 45" de longitude nord, à 6,6 km environ à l'est de la borne n° II *a)* le 15 février 2013, où l'on voit un réseau de ravines formé sur un talus extérieur et des dépôts de sédiments accumulés sur la surface plane d'une terrasse ; *b)* le 7 mai 2013, montrant les travaux d'atténuation réalisés (construction de canalisations bétonnées et de chutes, installation de clôtures anti-érosion et d'une trappe pour empêcher les sédiments d'atteindre le fleuve) ; *c)* en avril 2014, où l'on voit que l'érosion locale a cessé et que la végétation a été rétablie sur le talus ; *d)* en août, où le ponceau sous-dimensionné et le prisme de remblai sous-jacent à la route au niveau du passage du cours d'eau ont été remplacés par un ponceau plus important doté de structures d'entrée et de sortie, recouvert d'un mélange terre-ciment compacté. Photographies de l'auteur.....190

Figure 7.15 : Photographies de la route au point 50° 24' 80" de latitude est et 32° 15' 61" de longitude nord, près de l'Infiernito *a)* le 15 février, où les surfaces de sol nu présentaient une érosion en nappe et des rigoles causées par le ruissellement de surface non contrôlé provenant de la plate-forme de la route et des talus voisins perturbés pendant la construction ; *b)* le même tronçon le 7 mai 2013, après la pose d'une couche de pierres concassées pour protéger la surface de la route, et l'installation de clôtures destinées à prévenir l'érosion en nappe et les rigoles et à évacuer le ruissellement de surface vers le bas de la pente au moyen de fossés bétonnés, intérieurs et extérieurs ; *c)* en avril, où les clôtures montraient des signes d'usure, mais la végétation se développait rapidement, et *d)* en août, où l'on voit que les mesures d'atténuation de l'érosion ont été efficaces dans ce secteur. Photographies de l'auteur.....191

Figure 7.16 : Chemin défriché en vue de la construction de la route près de Crucitas, juste à l'est de l'Infiernito *a)* le 15 février, où le ruissellement non contrôlé provenant de ce chemin défriché avait causé une érosion en nappe et en rigoles ; *b)* le 7 mai 2013, après la mise en œuvre de mesures intégrées pour maîtriser le ruissellement, notamment des travaux de déblai et de remblai, l'installation de clôtures anti-érosion et la construction d'un fossé extérieur bétonné ; *c)* en avril 2014, où aucun changement important n'a été observé et *d)* en août 2014, où il était manifeste que les mesures d'atténuation de l'érosion continuaient d'être efficaces, et que cette zone ne produisait pas de sédiment atteignant le fleuve San Juan. Photographies de l'auteur.....192

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 4.1 :	Points de suivi et de mesure de l'érosion par l'UCR (extrait du rapport de l'UCR d'avril 2014).....	96
Tableau 4.2 :	Taux d'érosion annuels maximaux (extrait du rapport de l'UCR de 2014)	98
Tableau 4.3 :	Synthèse des résultats de la surveillance de l'érosion dans le rapport de l'UCR de 2013.....	99
Tableau 4.4 :	Données mesurées pour les ravines des talus de remblai sur les points UCR n ^{os} 8, 11, 12 et 13 (extrait du rapport de l'UCR de 2014)	100
Tableau 4.5 :	Types d'érosion observés sur les talus bordant la route entre la borne n° II et Delta Costa Rica (extrait du rapport Mende).....	104
Tableau 4.6 :	Exemple de calcul du volume érodé annuel pour le talus de déblai T-8a	105
Tableau 4.7 :	Erosion potentielle en fonction d'une application globale ou distribuée de l'EUPS (extrait du rapport de l'ICE de 2014).....	114
Tableau 4.8 :	Erosion des sols et apports sédimentaires dans la zone étudiée du bassin du fleuve San Juan (extrait du rapport de l'ICE de 2014).....	115
Tableau 4.9 :	Charges annuelles moyennes de sédiments en suspension pour les 14 stations hydrométriques (extrait du rapport de l'ICE de 2014).....	117
Tableau 4.10 :	Intervalles de confiance exprimés sous forme d'anomalies normalisées pour les charges annuelles moyennes de sédiments en suspension mesurées par les stations hydrométriques (extrait du rapport de l'ICE de 2014).....	118
Tableau 4.11 :	Charge de fond annuelle moyenne du fleuve Colorado à la station 11-04 (extrait du rapport de l'ICE de 2014)	119
Tableau 4.12 :	Données hydrologiques, coefficients horaires et journaliers de variation et charges annuelles moyennes de sédiments en suspension aux embouchures de la Sarapiquí et de la San Carlos (extrait du rapport de l'ICE de 2014).....	120
Tableau 4.13 :	Charges de sédiments en suspension et charges de fond annuelles moyennes du San Juan en fonction du pourcentage du débit passant dans le Colorado (extrait du rapport de l'ICE de 2014).....	121
Tableau 4.14 :	Charges de sédiments en suspension et charges de fond annuelles moyennes du San Juan inférieur en fonction du pourcentage du débit du San Juan passant dans le Colorado (extrait du rapport de l'ICE de 2014)	122
Tableau 4.15 :	Taux d'érosion de la surface de la route (extrait du rapport de l'ICE de 2014).....	124

Tableau 4.16 :	Quantités annuelles de sédiments produites par la route dans les bassins des principaux affluents costa-riens entre la borne n° II et Delta Costa Rica dans le scénario pluviométrique le plus pessimiste (extrait du rapport de l'ICE de 2014)	124
Tableau 4.17 a) :	Apports sédimentaires initiaux et ajustés pour la zone étudiée (extrait du rapport de l'ICE de 2014).....	126
Tableau 4.17 b) :	Synthèse des estimations de charges sédimentaires et d'apports provenant de la route dans le fleuve San Juan.....	126
Tableau 4.18 :	Apports sédimentaires propres aux bassins nicaraguayens et costa-riens (extrait du rapport de l'ICE de 2014).	141
Tableau 4.14 :	Charges de fond annuelles moyennes du San Juan inférieur en fonction du pourcentage du débit du San Juan passant dans le Colorado (tiré du rapport de l'ICE de 2014).....	157
Tableau 7.2 :	Rapport de mortalité en vue du programme de reboisement de la CODEFORSA (tiré du rapport de la CODEFORSA de 2014).....	173
Tableau 7.3 :	Répartition des talus et des passages de cours d'eau (tiré du rapport Mende)	178
Tableau 7.4 :	Etat d'avancement des travaux d'atténuation de l'érosion sur les talus (tiré du rapport Mende de 2014).....	179
Tableau 7.5 :	Etat d'avancement des travaux d'atténuation de l'érosion sur les passages de cours d'eau (tiré du rapport Mende de 2014)	1

152

1. INTRODUCTION

1.1. Je m'appelle Colin Thorne et suis professeur de géographie physique à l'université de Nottingham. Le Costa Rica m'a demandé d'établir un rapport d'expert indépendant pour la Cour internationale de Justice (ci-après la «Cour») concernant l'instance qu'a introduite contre celui-ci le Nicaragua au sujet de la construction d'une route au Costa Rica à proximité du fleuve San Juan (ci-après la «route»). En décembre 2013, j'ai présenté un rapport d'expert indépendant intitulé «Evaluation de l'impact sur le fleuve San Juan de la construction de la route frontalière au Costa Rica», que le Costa Rica a soumis à la Cour sous l'appendice A de son contre-mémoire en l'affaire relative à la *Construction d'une route*. Le présent rapport répond à la réplique en date du 4 août 2014 que le Nicaragua a déposée dans cette même affaire, ainsi qu'aux éléments qui y sont annexés.

1.2. Il m'a été demandé de formuler un avis d'expert indépendant sur les points exposés dans le mandat défini ci-dessous. A cet égard, je comprends que je suis tenu, vis-à-vis de la Cour, d'exprimer mon point de vue sincère.

1.3. Conformément à ces instructions, j'ai examiné la réplique en date du 4 août 2014 déposée par le Nicaragua en l'affaire relative à la *Construction d'une route*, en me penchant tout particulièrement sur les documents suivants :

- a) G. Mathias Kondolf, «Erosion et dépôt de sédiments de la route 1856 dans le fleuve San Juan», juillet 2014 (le «rapport Kondolf de juillet 2014»), annexe 1 de la réplique du Nicaragua ;
- b) Danny Hagans et Bill Weaver, «Evaluation de l'érosion, de l'impact sur l'environnement et de la remise en état de certains tronçons de la route 1856 (route Juan Rafael Mora Porras) au Costa Rica, le long du fleuve San Juan, Nicaragua», juillet 2014 (le «rapport Hagans et Weaver»), annexe 2 de la réplique du Nicaragua ;
- 153 c) Edmund D. Andrews, «Evaluation des méthodes, des calculs et des conclusions du Costa Rica concernant l'apport et le transport de sédiments dans le bassin du fleuve San Juan», juillet 2014 (le «rapport Andrews»), annexe 3 de la réplique du Nicaragua ;
- d) Blanca Ríos Touma, «Répercussions écologiques de la route 1856 sur le fleuve San Juan, Nicaragua», juillet 2014 (le «rapport Ríos»), annexe 4 de la réplique du Nicaragua ;
- e) Golder Associates, Inc., «Evaluation de l'impact sur l'environnement : exigences attachées au projet de construction d'une route de grande envergure le long du fleuve San Juan, Nicaragua», juillet 2014 (le «rapport Golder»), annexe 6 de la réplique du Nicaragua.

154

2. TITRES ET QUALITÉS

2.1. Mes titres et qualités pertinents sont exposés au chapitre 2 de mon rapport de décembre 2013 (appendice A du contre-mémoire du Costa Rica). Mon curriculum vitae figure à la pièce jointe n° 1 dudit rapport.

3. MANDAT ET MÉTHODOLOGIE

A. Mandat

3.1. J'ai été prié de formuler un avis d'expert indépendant sur les effets environnementaux de la route sur le fleuve San Juan au Nicaragua. Dans ce cadre, il m'a été demandé d'examiner et d'apprécier les informations et points de vue présentés dans les rapports énumérés au paragraphe 1.3 ci-dessus, ainsi que les prétentions formulées par le Nicaragua dans sa réplique déposée en l'affaire relative à la *Construction d'une route* concernant le dommage causé au territoire nicaraguayen, ou susceptible de l'être.

3.2. Tout comme pour mon rapport annexé au contre-mémoire du Costa Rica, il m'a été demandé d'examiner les effets éventuels de la route sur l'environnement au Nicaragua. Je ne me suis donc pas intéressé à ses répercussions en territoire costa-ricien. De même, je n'exprime, dans le présent rapport, aucun avis sur les questions de droit.

B. Méthodologie

3.3. Pour établir le présent rapport, j'ai adopté la démarche suivante :

a) j'ai examiné les rapports énumérés au paragraphe 1.3 ci-dessus, ainsi que la réplique du Nicaragua en ce qu'elle concerne les dommages causés ou susceptibles d'être causés au fleuve San Juan, et contient des affirmations s'appuyant sur les rapports visés ci-dessus. J'ai, en outre, examiné la lettre de M. Andrews en date du 12 décembre 2014 ainsi que la communication, jointe à celle-ci, adressée au Costa Rica par la Cour le 16 décembre 2014 (réf. 144543).

b) J'ai examiné les publications scientifiques ayant trait aux effets de l'apport sédimentaire sur les fleuves et leur environnement, en me penchant plus particulièrement sur les sources mentionnées dans le rapport Kondolf de 2014 et le rapport Andrews.

c) J'ai pris part à trois visites sur les lieux, les 23 avril, 29 août et 17 novembre 2014. A chacune de ces visites, j'ai parcouru des tronçons de la route en voiture, et fait des observations approfondies en des points précis que j'ai moi-même sélectionnés ; j'ai également observé ces sites particuliers ainsi que des tronçons plus étendus lors de survols aériens. Je me suis par ailleurs entretenu directement avec les ingénieurs et scientifiques chargés des travaux d'atténuation, et j'ai pris des photographies au sol et depuis les airs.

d) J'ai commandé, élaboré et supervisé des études scientifiques et techniques, réalisées par des scientifiques et des ingénieurs costa-riciens compétents, pour produire les données et informations nécessaires à l'évaluation de l'impact éventuel de la construction de la route sur le fleuve San Juan.

e) J'ai, en avril, août et novembre 2014, pris part, à San José, à des réunions avec l'équipe de scientifiques et d'ingénieurs, lors desquelles nous avons examiné les consignes et méthodes de travail à adopter, l'avancement du projet et les résultats des différentes méthodes de recherche (archives, opérations sur le terrain, télédétection, système d'information géographique (SIG) et modélisation informatique).

f) J'ai examiné les conclusions préliminaires de l'équipe et demandé, lorsque nécessaire, des analyses complémentaires.

g) A l'issue de ces travaux de recherche encadrés, les rapports techniques ci-après ont été établis et m'ont été remis :

157

- Rafael Oreamuno Vega et Roberto Villalobos Herrera, 2014, «Second rapport de suivi systématique sur site de l'érosion et de l'apport sédimentaire le long de la route 1856», Université du Costa Rica, centre de recherche pour le développement durable (CIEDES), San José (Costa Rica), novembre 2014, 37 pages (le «rapport de l'UCR de 2014») ;
- Andreas Mende, 2014, «Second inventaire des pentes et cours d'eau liés à la route frontalière 1856 entre la borne II et Delta Costa Rica», rapport présenté au ministère costa-ricien des affaires étrangères, San José (Costa Rica), décembre 2014, 42 pages (hors appendice B : inventaire des pentes (402 pages) et appendice C : inventaire des cours d'eau (142 pages)), (le «rapport Mende de 2014») ;
- Régie costa-ricienne d'électricité (Instituto costarricense de Electricidad, ICE), 2014, «Second rapport sur l'hydrologie et les sédiments des bassins hydrographiques costa-riciens dont les eaux sont drainées par le fleuve San Juan», centre d'études fondamentales en ingénierie, service de l'hydrologie, San José (Costa Rica), décembre 2014, 34 pages (le «rapport de l'ICE de 2014») ;
- Fallas J. C., 2014, «Observations sur le rapport de M. Kondolf (en ce qu'il a trait aux ouragans et tempêtes tropicales), paragraphe 12 - Risques d'accroissement des apports de la route 1856 (annexe 1 de la réplique, p. 71-74)», Institut météorologique national du Costa Rica, San José (Costa Rica), 4 pages (le «rapport Fallas») ;
- Astorga A., 2014, «Apports sédimentaires extraordinaires causés par des phénomènes exceptionnels dans le fleuve San Juan», faculté centraméricaine de géologie de l'Université du Costa Rica, San José (Costa Rica), 21 pages (le «rapport Astorga») ;
- Angulo A., 2014, «Ichtyofaune du fleuve San Juan», Centre de sciences tropicales, 7 pages (le «rapport Angulo») ;
- Pacheco B., 2014, «Analyse du rapport «Répercussions écologiques de la route 1856 sur le fleuve San Juan, Nicaragua» (Ríos Touma 2014) et réponse», Centre de sciences tropicales, 7 pages (le «rapport Pacheco») ;
- Gutiérrez P.E., 2014, «Analyse statistique critique du rapport «Répercussions écologiques de la route 1856 sur le fleuve San Juan, Nicaragua» établi par Mme Blanca Ríos Touma», diplômée dans le domaine des ressources en eau, Université du Costa Rica, San José (Costa Rica), 5 pages (le «rapport Gutierrez») ;
- CODEFORSA, 2014a, services de conseil pour l'élaboration et la mise en œuvre d'un plan environnemental pour la route frontalière Juan Rafael Mora Porras, Commission pour le développement forestier de San Carlos, Ciudad Quesada (San Carlos, Costa Rica), (le «rapport de la CODEFORSA de 2014») ;
- CODEFORSA, 2014b, «Restauration et remise en état des écosystèmes touchés par la construction de la route frontalière Juan Rafael Mora Porras ou route 1856», Commission pour le développement forestier de San Carlos, Ciudad Quesada

158

(San Carlos, Costa Rica), (le «rapport trimestriel de la CODEFORSA de novembre 2014»);

— CONAVI, 2014, «Travaux relatifs à la route nationale 856 : situation avant — après», actualisé en décembre 2014 (le «rapport du CONAVI de 2014»).

h) J'ai également examiné le rapport d'expert indépendant de M. Ian Cowx concernant les effets de la route sur les populations de poissons et de macroinvertébrés du fleuve San Juan, Nicaragua (le «rapport Cowx»).

3.4. Lorsque je m'appuie sur des informations et des données contenues dans ces rapports et études, ou dans d'autres rapports établis dans le cadre des recherches et activités mentionnées au paragraphe 3.3 ci-dessus, je le précise.

159

4. LES SÉDIMENTS PROVENANT DE LA ROUTE 1856 ONT-ILS EU UN IMPACT IMPORTANT SUR LES CHARGES SÉDIMENTAIRES DANS LE FLEUVE SAN JUAN ?

A. Suivi sur site des glissements de terrain, des ravines, des rigoles et de l'érosion en nappe

4.1. En septembre 2013, le centre de recherche pour le développement durable (CIEDES) de l'Université du Costa Rica a transmis au ministère des affaires étrangères du Costa Rica un document intitulé «Rapport de suivi systématique sur site de l'érosion et de l'apport sédimentaire le long de la route 1856» (annexe 1 du contre-mémoire du Costa Rica). Dans ce rapport, le CIEDES présentait de façon détaillée son programme de suivi sur site de l'érosion de la route et des talus de déblai et de remblai, ainsi que les résultats déjà obtenus.

4.2. En 2014, le programme a été poursuivi par la même équipe, qui a toutefois pu se procurer des instruments plus précis et a ajouté de nouveaux emplacements afin d'améliorer la précision des données. L'équipe s'est fondée sur les nouvelles mesures réalisées pour vérifier la fiabilité des données communiquées dans le rapport de 2013. L'ensemble des données a ensuite été exploité afin d'établir les estimations hautes des taux d'érosion moyens le long de la route 1856.

4.3. Deux changements techniques ont été opérés. *Premièrement*, un système de détection et télémétrie par ondes lumineuses (LiDAR pour *light detection and ranging*) a remplacé les mesures topographiques relevées manuellement sur les talus faisant l'objet du programme de suivi à long terme (figure 4.1). *Deuxièmement*, de nouveaux sites de mesure ont été ajoutés. Des levés aériens et photogrammétriques ont été effectués pour trois emplacements supplémentaires particulièrement difficiles d'accès, qui ont donc fait l'objet d'un survol aérien (figure 4.2). Ces points (numérotés 11, 12 et 13 dans le rapport de l'UCR) correspondent aux points d'érosion marquée portant les numéros 8.1, 9.4 et 9.5 dans le rapport Kondolf de 2014.

160

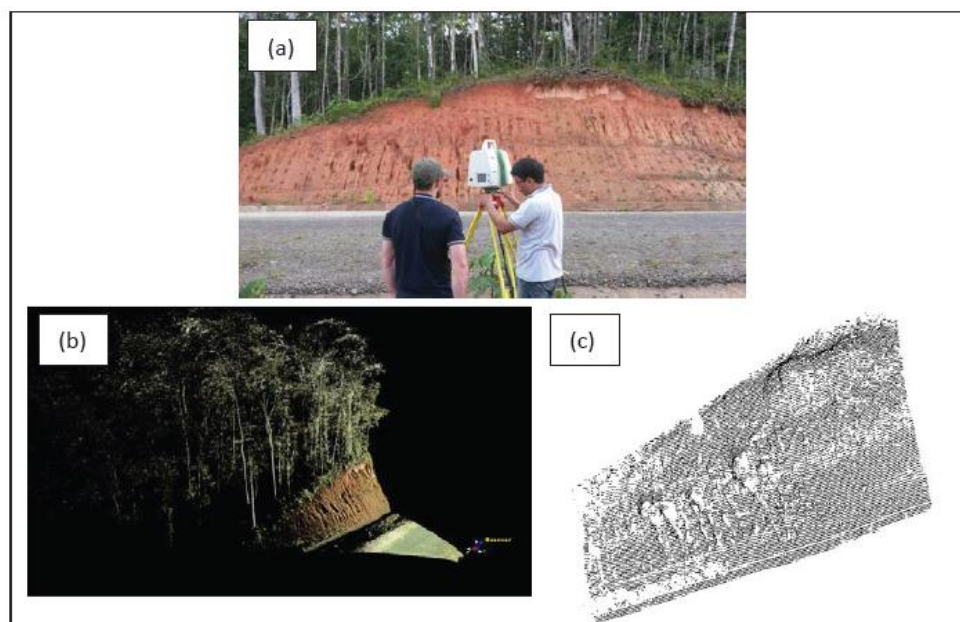


Figure 4.1 : a) Dispositif LiDAR terrestre au point de suivi n° 4 le 27 mai 2014, b) nuage de points LiDAR, c) isoplèthes à utiliser dans le cadre de mesures de l'érosion (extrait du rapport de l'UCR de 2014).

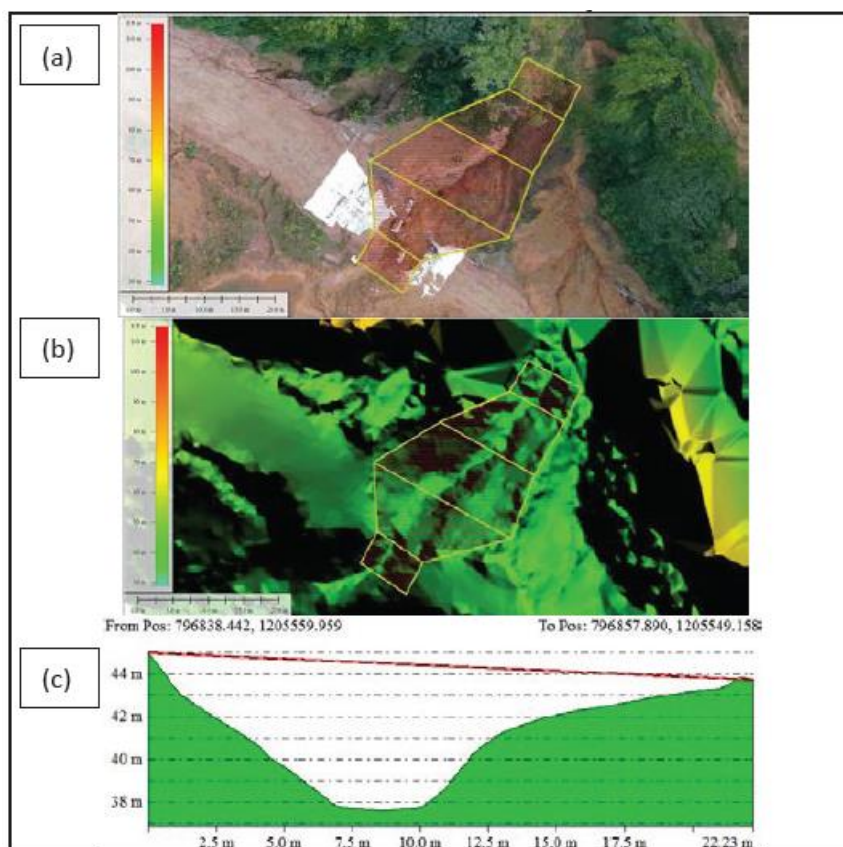


Figure 4.2 : *a) Orthophotographie, b) modèle numérique de terrain, c) coupe transversale d'une ravine au point n° 12 (point d'érosion marquée n° 9.4 du rapport Kondolf) réalisée d'après un levé photogrammétrique effectué le 28 octobre 2014 et utilisée pour estimer la superficie couverte par la ravine et le volume érodé (extrait du rapport de l'UCR de 2014).*

161

4.4. Ces ajustements techniques répondent directement aux critiques les plus sévères formulées par M. Kondolf à l'encontre du rapport de l'UCR de 2013. A la page 48 de son rapport de 2014, M. Kondolf avance que «la principale lacune de l'étude de l'UCR tient à l'incapacité de ses auteurs à mesurer l'érosion en aval, c'est-à-dire aux emplacements plus gravement touchés par l'érosion». Ainsi qu'il est expliqué dans le rapport de l'UCR de 2014, les difficultés d'accès à la route par voie terrestre à l'est de la rivière Infiernito ont été résolues en 2014, ce qui a permis l'ajout de mesures de l'érosion sur les points n°s 11, 12 et 13, qui correspondent aux points d'érosion marquée portant les numéros 8.1, 9.4 et 9.5 dans le rapport Kondolf de 2014.

4.5. A la page 51 de son rapport de 2014, M. Kondolf expose sa deuxième critique importante, formulée comme suit :

«Les auteurs du rapport de l'UCR ont également appliqué une méthodologie erronée. Au lieu de mesurer directement toutes les marques d'érosion importantes dans les zones gravement touchées et de cartographier les occurrences de processus moins importants comme le ruissellement (dans le cadre d'une collecte de données réelles sur les sites connaissant une érosion significative), ils ont opté pour un système compliqué consistant à mesurer le taux d'érosion correspondant à un processus tel que le ravinement, puis à réduire ce chiffre en le divisant par la superficie de l'intégralité de la «pente» exposée audit processus. Cette réduction est en fait arbitraire, dans la mesure où la superficie de la zone exposée au processus d'érosion choisi n'est aucunement liée à ce dernier. Les auteurs du rapport de l'UCR se sont également

abstenus de tenir compte d'autres processus d'érosion affectant le reste de la pente, ce qui a par conséquent provoqué une baisse artificielle du taux d'érosion. Cette omission constitue la principale raison expliquant que les taux d'érosion indiqués dans le tableau 6 de l'annexe 1 sont déraisonnablement faibles».

162

4.6. L'utilisation du système LiDAR terrestre sur les points de suivi à long terme de l'UCR a permis d'estimer le taux d'érosion pour la surface concernée par chaque type d'érosion, plutôt que d'en calculer une moyenne sur la superficie totale des talus faisant l'objet du suivi. Ainsi, les taux d'érosion sont désormais représentatifs des surfaces effectivement concernées par chaque type de phénomène, et ne sont plus de simples moyennes. Les mesures sur site effectuées en 2013 restent inchangées, seule la surface totale sur laquelle le taux d'érosion moyen est calculé étant modifiée. Grâce aux analyses du système LiDAR, l'UCR a pu procéder à un nouveau traitement des données de 2013, dont les résultats valident largement les méthodes plus simples utilisées en 2013. Ces résultats font en outre apparaître que les taux d'érosion mesurés en 2014 sont comparables, quoique, de manière générale, inférieurs à ceux constatés en 2013.

4.7. L'UCR a établi des taux d'érosion caractéristiques pour chaque type d'érosion plutôt que pour chaque talus faisant l'objet du suivi. Ainsi, ces taux peuvent être appliqués spécifiquement aux types d'érosion et aux zones concernées figurant dans l'inventaire des pentes de M. Mende. Il est ainsi possible d'établir avec précision une estimation haute du taux d'érosion annuel applicable non seulement aux talus faisant l'objet du suivi, mais également à tous les talus situés le long de la route.

4.8. Le rapport de l'UCR de 2014 recense les mesures d'érosion et les résultats du suivi pour 11 emplacements au total (les points n^{os} 6 et 7 n'y figurent pas pour des raisons techniques exposées dans le rapport en question) sur une période de deux ans (tableau 4.1 et figure 4.3 ci-après).

**Tableau 4.1 : Points de suivi et de mesure de l'érosion par l'UCR
(extrait du rapport de l'UCR d'avril 2014)**

Numéro du point		Description	Coordonnées
UCR (Kondolf)	Mende		
1	n/d	Glissement rotationnel important sur talus de déblai. Aucune mesure d'atténuation.	84° 21 ' 43.57"
			10° 59 ' 30.46 1" N
2	T - 33	Glissement rotationnel important sur talus de déblai. Aucune mesure d'atténuation.	84° 20 ' 45.71 2" W
			10° 56 ' 55.93 1" N
3	T - 37	Ravine sur talus de déblai. Aucune mesure d'atténuation.	84° 20 ' 27.57 9" W
			10° 56 ' 50.99 1" N
4	T - 42	Rigoles sur talus de déblai. Aucune mesure d'atténuation.	84° 19 ' 33.65 3" W
			10° 55 ' 15.45 9" N
5	T - 39	Trappe à sédiments.	84° 20 ' 07.50 9" W
			10° 56 ' 27.45 1" N
6	C - 29	Trappe à sédiments (non utilisée). Plus d'informations dans le rapport de 2013.	84° 19 ' 26.84 7" W
			10° 55 ' 07.19 9" N
7	T - 58a	Trappe à sédiments (non utilisée). Plus d'informations dans le rapport de 2013.	84° 18 ' 18.02 5" W
			10° 54 ' 50.52 8" N
8	T - 8b	Ravine sur talus de remblai. Mesures d'atténuation partielle.	84° 21 ' 19.77 5" W
			10° 59 ' 26.76 9" N
9	T - 57a	Ravine sur talus de remblai. Aucune mesure d'atténuation.	84° 18 ' 21.89 6" W
			10° 54 ' 52.69 5" N
10	T - 45b	Rigoles sur talus de remblai. Aucune mesure d'atténuation.	84° 19 ' 31.56 2" W
			10° 55 ' 09.79 9" N
11 (8.1)	T - 65	Large ravine sur talus de remblai. Aucune mesure d'atténuation.	84° 17 ' 22.66 4" W
			10° 54 ' 24.19 1" N
12 (9.4)	T - 68	Large ravine sur prisme de remblai. Mesures d'atténuation imminentes.	84° 17 ' 02.13 7" W
			10° 53 ' 39.91 2" N
13 (9.5)	T - 70	Large ravine sur prisme de remblai. Mesures d'atténuation imminentes.	84° 16 ' 54.72 5" W
			10° 53 ' 35.47 7" N

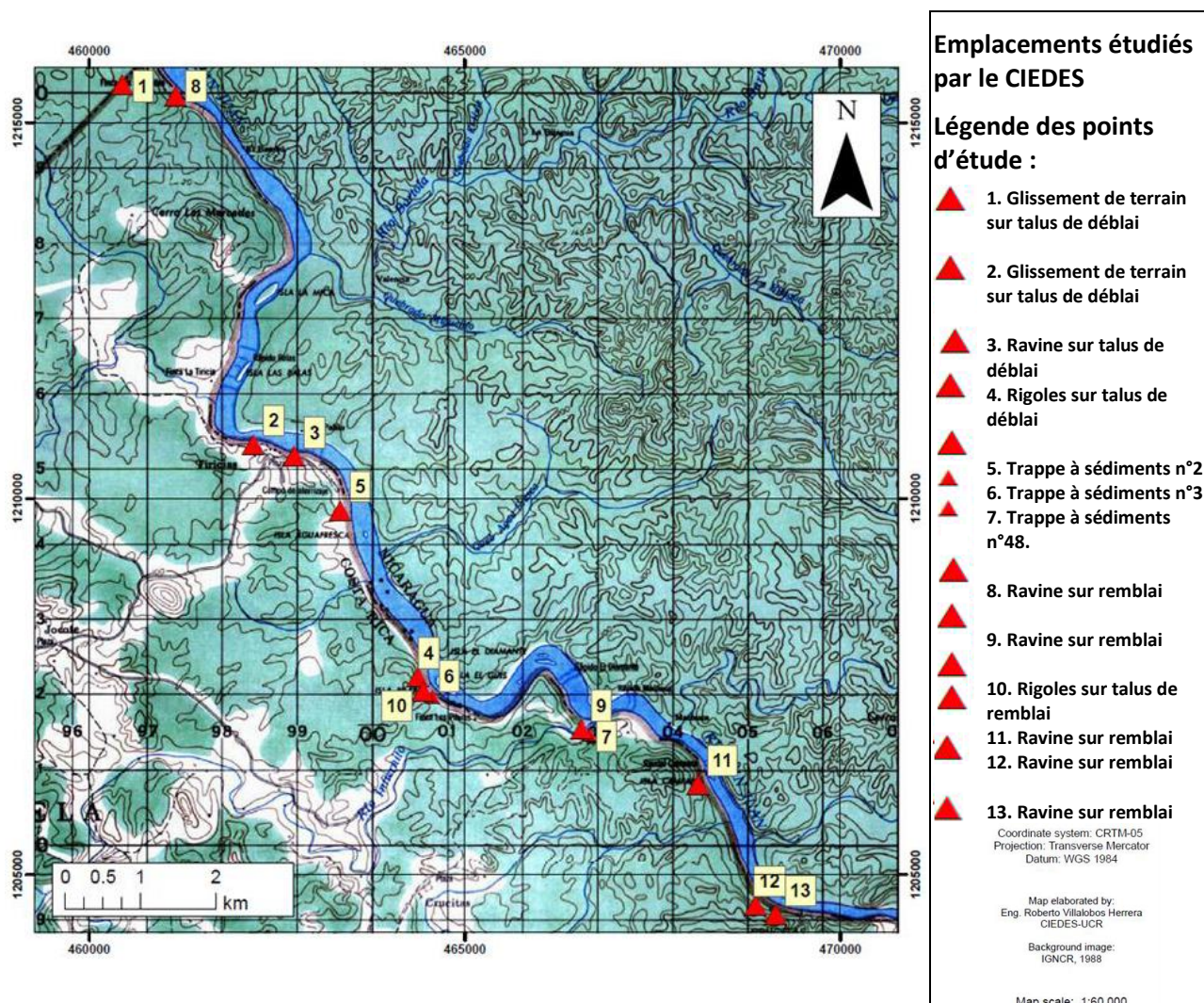


Figure 4.3 : Carte des points de suivi et de mesure de l'érosion par l'UCR (extrait du rapport de l'UCR d'avril 2014)

4.9. Les techniques d'analyse de données appliquées pour calculer les niveaux d'érosion des talus, ainsi que les modalités de traitement des résultats des balayages LiDAR et des analyses de stéréophotogrammétrie sont décrites dans le rapport de l'UCR de 2014.

4.10. La méthode utilisée pour estimer l'érosion en nappe a été affinée par rapport à celle employée en 2013. Si le grand principe reste l'emploi d'une trappe à sédiments au point n° 5 afin de capter les sédiments issus de l'érosion d'un talus de déblai classique uniquement touché par l'érosion en nappe, la méthode utilisée pour mesurer la profondeur de la couche de sédiments accumulés a toutefois été améliorée. En août 2014, la trappe a été vidée à l'aide d'une pelleteuse, et un tachéomètre électronique a permis d'établir ses dimensions et sa topographie. Des piquets enregistrant la profondeur des sédiments dans et autour de la trappe ont été installés et sondés (figure 4.4). Les niveaux de sédiments par rapport aux piquets ont ensuite été mesurés à deux reprises en octobre 2014, après quoi les écarts entre les modèles numériques de terrain de surface des sédiments ont été calculés pour connaître le volume de sédiments accumulés dans la trappe entre les deux relevés.



Figure 4.4 : a) Trappe à sédiments au point no 5 le 1er octobre 2014. b) Points de levés et carte d'isolignes des niveaux de surface de sédiments le 22 octobre 2014 (extrait du rapport de l'UCR de 2014).

4.11. Le rapport de l'UCR de 2014 énumère et décrit les mesures et taux d'érosion enregistrés pour chacun des emplacements faisant l'objet d'un suivi et fournit également des précisions et des observations concernant les types d'érosion spécifiques constatés sur chaque site. L'UCR résume les résultats de cette grande campagne de terrain conduite sur plusieurs années et en plusieurs points au tableau 7 de son rapport de 2014, reproduit ici au tableau 4.2.

Tableau 4.2 : Taux d'érosion annuels maximaux (extrait du rapport de l'UCR de 2014)

Type d'érosion	Taux d'érosion des talus de remblai (m/an)	Taux d'érosion des talus de déblai (m/an)
Glissement rotationnel	0,40 ^a	0,40
Ravine	0,76	0,27
Rigole	0,16 ^b	0,16
Nappe	0,14 ^c	0,07

^a Aucun glissement rotationnel massif n'ayant été mesuré dans les talus de remblai, l'application du taux d'érosion des talus de déblai est recommandée.

^b Par prudence, dans le rapport de 2013, le même taux d'érosion était appliqué aux rigoles des talus de déblai et des talus de remblai et cette même précaution a été retenue dans le nouveau rapport. Le taux d'érosion estimé pour les rigoles des talus de remblai étant plus faible (0,07 m/an), il a été recommandé d'appliquer aux deux emplacements, par prudence, le taux d'érosion plus élevé enregistré pour les talus de déblai (0,16 m/an).

^c Le taux recommandé d'érosion en nappe est estimé en multipliant par deux le taux mesuré pour un talus de déblai, afin de tenir compte du fait que le sol n'est pas tassé dans les prismes de remblai.

Tableau 4.3 : Synthèse des résultats de la surveillance de l'érosion dans le rapport de l'UCR de 2013

Elément physique concerné	Type d'érosion	Surface érodée/Surface de l'élément (%)	Profondeur moyenne de l'érosion (m)	Taux moyen d'affaissement de la surface du terrain (m/an)
Talus de déblai	Glissement de terrain	13	0,38	0,19
Talus de déblai	Ravine	2	0,01	0,005
Talus de déblai*	Rigole	50	0,12	0,06
Plateforme de la route et talus de déblai	Nappe	100	0,02	0,095
Talus de remblai	Ravine	9	0,10	0,20

4.12. Il convient de noter que, comme dans le rapport de 2013, l'UCR recommande d'appliquer le taux d'érosion le plus élevé mesuré pour chaque type d'érosion et de talus ; les taux indiqués pour chaque type d'érosion représentent donc les limites supérieures des taux d'érosion annuels moyens mesurés sur les points de suivi au cours de la période concernée, et constituent par conséquent des estimations prudentes.

4.13. Si l'on compare les données figurant aux tableaux 4.2 et 4.3, il convient de noter que les taux d'érosion annuels moyens y sont exprimés différemment, pour les raisons précisées aux paragraphes 4.6 et 4.7 ci-dessus. Les taux d'érosion présentés au tableau 4.2 sont plus élevés que ceux figurant dans le tableau 4.3, pour la seule raison que le volume de sédiments produits est divisé par la surface du phénomène d'érosion concerné, plutôt que par la surface totale du talus en question. De fait, selon l'UCR, l'érosion a enregistré en 2014 un ralentissement aux emplacements faisant l'objet d'un suivi, par rapport aux mesures effectuées en 2013.

4.14. M. Kondolf critique le choix des emplacements retenus dans le cadre de la campagne de terrain menée par l'UCR en 2013, et avance à la page 52 que «rien ne justifie scientifiquement l'application des profondeurs relevées dans les petites ravines aux grandes ravines». Dans le rapport de l'UCR de 2014, les ingénieurs experts du Costa Rica exposent les éléments sur lesquels ils se sont fondés pour sélectionner les points de suivi à long terme. La sélection a obéi à des décisions pragmatiques et concrètes, qui sont raisonnables et justifiées. En critiquant les emplacements retenus pour le suivi, critique sous-tendue par l'hypothèse qu'il présente à la page 48, selon laquelle la grande taille des ravines observées sur les points d'érosion marquée n^{os} 8 et 9 prouve que ceux-ci sont «plus gravement touchés par l'érosion» que les points observés par l'UCR, M. Kondolf cherche à faire valoir que les données mesurées par l'UCR ne sont pas représentatives des taux d'érosion des talus situés tout au long de la route.

4.15. Grâce aux techniques de stéréophotogrammétrie appliquées pour relever et estimer les taux d'érosion des larges ravines sur les points n^{os} 8.1, 9.4 et 9.5 de M. Kondolf (dans le tronçon le moins accessible de la route 1856, entre la rivière Infiernito et Boca San Carlos), il est désormais possible de vérifier l'hypothèse avancée par celui-ci, selon laquelle ces ravines de taille importante présenteraient des taux d'érosion plus élevés et, partant, son argument selon lequel les taux enregistrés par l'UCR sont anormalement bas et donc peu représentatifs. Les résultats des analyses de stéréophotogrammétrie et des levés effectués sur le terrain figurent au tableau 4.4.

Tableau 4.4 : Données mesurées pour les ravines des talus de remblai sur les points UCR n^{os} 8, 11, 12 et 13 (extrait du rapport de l'UCR de 2014)

Point	Superficie des ravines (m ²)	Volume érodé (m ³)	Taux d'érosion annuel (m/an)*
8	86	101,4	0,76
9	18,4	8,7	0,30
11 (8.1)	174	134,5	0,22
12 (9.4)	500	659,9	0,38
13 (9.5)	720	303,1	0,12

* N.B. Le taux d'érosion annuel sur le point n^o 8 est deux fois plus important qu'à l'emplacement enregistrant l'érosion la plus rapide dans le rapport Kondolf de 2014.

168

4.16. Il ressort de ces mesures que, si les ravines des points n^{os} 8.1, 9.4 et 9.5 de M. Kondolf sont plus importantes, du point de vue de la taille et des *volumes* de sédiments produits, que celles formées sur les talus de remblai des points de suivi n^{os} 8 et 9 de l'UCR, les *taux d'érosion* annuels moyens (obtenus par division des volumes érodés par la superficie, selon une vue en plan, et l'âge des ravines, ce qui correspond au degré d'affaissement de la surface du sol en une année) aux points n^{os} 8.1, 9.4 et 9.5 de M. Kondolf sont en réalité largement *inférieurs* à ceux mesurés au point n^o 8 et comparables à ceux du point n^o 9.

4.17. Les taux d'érosion mesurés aux points n^{os} 8.1, 9.4 et 9.5 de M. Kondolf sont, par ailleurs, proches du taux d'érosion recommandé dans le rapport de l'UCR de 2013, qui était de 0,2 m/an (voir tableau 4.2). La conclusion de M. Kondolf selon laquelle les taux enregistrés par l'UCR en 2013 étaient anormalement bas et non représentatifs n'est donc nullement étayée par les mesures effectuées aux points n^{os} 8.1, 9.4 et 9.5 en 2014.

169

4.18. A la figure 21 de son rapport de 2014, M. Kondolf recense plusieurs secteurs qu'il qualifie de «points d'érosion marquée» et qui ne faisaient pas partie du programme de suivi et de mesures à long terme de l'UCR, parmi lesquels ses points d'érosion marquée n^{os} 10 à 17. A cet égard, il importe surtout de faire remarquer que l'UCR a privilégié, pour son programme de suivi à long terme, des sites présentant des phénomènes représentatifs d'érosion en nappe, de rigoles, de ravines et de glissements de terrain, et qui soient accessibles en toute saison. Ainsi que le démontrent aujourd'hui les mesures effectuées par l'UCR aux points d'érosion marquée n^{os} 8 et 9 de M. Kondolf, ce ne sont pas aux emplacements les plus touchés que l'affaissement de la surface du terrain est le plus rapide. De fait, les points où ce processus est le plus avancé correspondent à des formations de taille moyenne, où les forces à l'œuvre se concentrent sur une surface relativement limitée. A mesure que la surface d'érosion s'étend, le taux moyen de l'affaissement consécutif de la surface du terrain tend à décroître, en raison de la dispersion des forces motrices du processus et de la perte d'intensité de la contrainte de cisaillement responsable de l'entraînement des sédiments (c'est-à-dire la force tangentielle par unité de surface). Des mesures précises effectuées à l'aide d'une analyse photogrammétrique de couples stéréoscopiques de clichés aériens orthogonaux de haute définition sur les points n^{os} 8.1, 9.4 et 9.5 de M. Kondolf démontrent que les taux moyens à long terme d'affaissement de la surface du terrain sous l'effet des larges ravines observées en ces endroits avant les mesures d'atténuation prises par le CONAVI, à la fin de l'année 2014, étaient inférieurs à ceux mesurés par l'UCR à l'aide du système LiDAR terrestre sur le point UCR n^o 9. Les taux d'affaissement de la surface du terrain mesurés sur les points n^{os} 8.1, 9.4 et 9.5 de M. Kondolf sont comparables au taux recommandé dans le rapport de l'UCR de 2013 et plus faibles que celui recommandé dans le rapport de l'UCR de 2014 (tableau 4.4).

4.19. L'UCR a envisagé d'effectuer des mesures sur le reste des points d'érosion marquée de M. Kondolf, mais ne l'a pas fait pour les raisons exposées en détail dans son rapport de 2014. En résumé, le point n° 8.2 a été exclu, car il n'était pas possible de distinguer les différents types d'érosion ; le point n° 9.6 n'a pas non plus été étudié car des mesures d'atténuation de l'érosion étaient déjà en place lors du levé photogrammétrique ; pour ce qui est des points n° 10 à 17, aucun taux d'érosion ne figurait dans le rapport Kondolf ou celui rédigé en collaboration avec MM. Hagans et Weaver (estimations fournies uniquement pour les points n° 8.1, 8.2, 9.4, 9.5 et 9.6), et ces emplacements étaient par ailleurs hors de portée de l'UAV. L'UCR indique qu'il semble peu probable, au vu de ses observations concernant les points n° 10 à 17, que ceux-ci présentent des taux d'érosion plus élevés que ceux recommandés dans son rapport de 2014. Je suis du même avis et j'en conclus que les taux d'érosion mesurés sur les emplacements observés par l'UCR sont raisonnablement représentatifs de ceux qui prévalent sur l'ensemble des 201 talus se trouvant le long de la route.

170

4.20. Il ressort du rapport Kondolf une certaine confusion quant à l'existence de glissements de terrain sur des talus de remblai (voir page 45 du rapport Kondolf). Dans ses commentaires, M. Kondolf interprète l'érosion des talus de remblai comme résultant de la juxtaposition de ravines et de glissements de terrain. S'il fait référence aux glissements rotationnels massifs dus à l'instabilité gravitationnelle des talus, il s'agit là d'une erreur d'interprétation. Comme M. Kondolf le fait remarquer à juste titre, les sédiments des talus de remblai sont des matériaux meubles. La cohésion du remblai est donc faible et, partant, la pente inférieure ou égale à l'angle de talus naturel. Il ne se produit pas de glissements rotationnels massifs sur les talus présentant ce type de propriétés géotechniques et géométriques. En réalité, les prismes de remblai situés le long de la route sont érodés par des ravines qui entaillent en profondeur le remblai, créant des escarpements abrupts et entraînant la désagrégation des pentes latérales qui s'effondrent ou glissent progressivement. Le glissement des têtes ou flancs de ravines est causé par l'affouillement fluvial se produisant dans ces parties de la ravine. Il fait partie intégrante du processus de ravinement et se distingue des glissements de terrain classiques. C'est la raison pour laquelle ce que M. Kondolf qualifie de «glissement de terrain ayant affecté le talus de remblai» se situe au niveau de la tête ou des flancs des ravines des talus de remblai. L'erreur de discernement de M. Kondolf quant à l'existence de glissements rotationnels massifs sur les talus de remblai entame la crédibilité de son rapport, qu'il présente comme un traité technique sur la mécanique des talus censé se distinguer des rapports produits par les ingénieurs géotechniques de l'UCR.

B. Estimation des apports annuels de sédiments dus à l'érosion des talus de déblai et de remblai, dans le scénario pluviométrique le plus pessimiste

4.21. En 2013, M. Mende a rencontré d'importantes difficultés lorsqu'il a entrepris de procéder aux levés d'environ 200 talus de déblai et de remblai, et d'inspecter plus d'une centaine de points de passage de cours d'eau le long des 108 kilomètres entre la borne n° II et Delta Costa Rica. Ces difficultés ont été aggravées par la période de l'année à laquelle ces travaux ont dû être menés, qui se caractérise par des conditions météorologiques peu clémentes rendant les mesures sur site délicates, certains tronçons de la route étant impraticables en voiture et d'autres purement inaccessibles, même à pied.

4.22. En 2014, une nouvelle campagne sur site a donc été organisée en vue de mettre à jour le recensement des talus et des points de passage de cours d'eau figurant dans le rapport de MM. Mende et Astorga de 2013.

4.23. Dans le cadre de cette campagne, menée pendant la saison sèche, M. Mende s'est vu attribuer des ressources supplémentaires et la géométrie des talus a pu être mesurée avec précision

171

(largeur, hauteur, longueur, angle) à l'aide d'un hypsomètre laser Nikon Forestry Pro, qui est un télémètre portatif. Cet appareil sert à mesurer des distances comprises entre 10 et 100 mètres avec une précision de +/-0,5 m et des dénivellations avec une précision de +/-0,2 m. Des explications détaillées sur son fonctionnement sont disponibles à l'adresse suivante : http://www.forestry-suppliers.com/product_pages/Products.asp?mi=7852&title=Nikon%C2+Forestry+PRO+Laser+Rangefinder%2Fhypsonometer.

4.24. Le rapport Mende applique l'estimation haute des taux d'érosion annuels moyens recommandés dans le rapport de l'UCR de 2014, ainsi que les nouvelles mesures sur site des hauteurs et superficies de talus, afin de calculer les estimations hautes de volumes de sédiments provenant de l'érosion des talus de déblai et de remblai situés sur toute la longueur de la route entre la borne n° II et Delta Costa Rica. Les taux d'érosion présentés dans le rapport de l'UCR de 2014 étant prudents pour les raisons expliquées précédemment, les résultats obtenus pour chacun des talus dans le rapport Mende le sont également.

4.25. Aux pages 52 à 56 de son rapport de 2014, M. Kondolf critique la façon dont les hauteurs de talus ont été estimées lors des opérations de terrain en 2013, ainsi que les modalités de calcul ultérieur des surfaces érodées et d'estimation des volumes correspondants, appliquées par MM. Mende et Astorga dans leur rapport de 2013. Le rapport Mende de 2014 a tenu compte de ces observations et intègre des mesures précises de la hauteur des talus, renforçant par là même la crédibilité de ses résultats.

4.26. Les inventaires effectués en 2014 précisent en outre l'état d'avancement des mesures d'atténuation mises en œuvre sur chaque talus et point de passage, en distinguant différentes catégories selon que celles-ci sont achevées, en cours, programmées ou non nécessaires. La catégorie «autre» a été ajoutée pour les petits points de passage situés sur les tronçons où la route n'existe que sous forme de piste accessible à pied ou à cheval. Les résultats de cette évaluation de l'état d'avancement des mesures d'atténuation sont examinés de façon plus détaillée à la section 7 ci-après.

172

4.27. M. Mende a profité des délais et des ressources supplémentaires qui lui ont été accordés en 2014 pour inspecter en personne chaque talus et chaque point de passage de cours d'eau, en parcourant à pied la totalité du tracé de la route (y compris les tronçons où la route n'est qu'une simple piste) entre la borne n° II et Delta Costa Rica, soit une distance d'environ 108 kilomètres. Grâce à cet examen minutieux, uniquement réalisable en se rendant ainsi sur le terrain, il a complété les inventaires de 2013 en ajoutant huit petits points de passage de cours d'eau et cinq talus supplémentaires. M. Mende a également choisi, sur le fondement de cette inspection plus approfondie, de subdiviser certains talus complexes afin de mieux les présenter dans l'inventaire. Ainsi, le talus T-83 a été divisé en six segments (T-83a à T-83f), le T-114 en trois (T-114a à T-114c) et le T-161 en deux (T-161a et T-161b).

4.28. La visite sur site de M. Mende a donc eu pour premier effet d'augmenter le nombre d'entrées des inventaires, en passant de 188 à 201 talus et de 121 à 129 points de passage de cours d'eau. Ces talus et points de passage ne sont pas répartis uniformément entre la borne n° II et Delta Costa Rica, étant situés, pour plus de 60 %, sur le tronçon de 41,6 kilomètres entre la borne n° II et Boca San Carlos, et pour un tiers sur le tronçon de 43,6 kilomètres entre Boca San Carlos et Boca Sarapiquí. En revanche, on ne dénombre que dix points de passage et quatre talus sur le tronçon de 22,6 kilomètres entre Boca Sarapiquí et Delta Costa Rica (voir tableau 7.2 ci-après).

4.29. En rejoignant à pied Delta Costa Rica depuis la borne n° II, M. Mende a pu observer et cartographier l'état de la surface de la route selon trois catégories : «route de gravier», «route de terre» ou «piste» (figure 4.5). Sur les tronçons relevant de la catégorie «route de gravier», la surface de la route est protégée de l'érosion par un revêtement de cailloux de type graviers. Pour ce qui est des tronçons de «route de terre», la surface n'est pas protégée. Enfin, sur les tronçons relevant de la catégorie «piste», la route n'existe pas, si ce n'est sous forme de sentier étroit uniquement praticable à pied ou à cheval. A la section 6 (page 39) de son rapport de 2014, M. Kondolf conteste que l'essentiel de la plate-forme de la route soit recouvert de graviers. Les observations de M. Mende et la cartographie qu'il a réalisée démontrent que tel est pourtant le cas (figure 4.5).

173

174

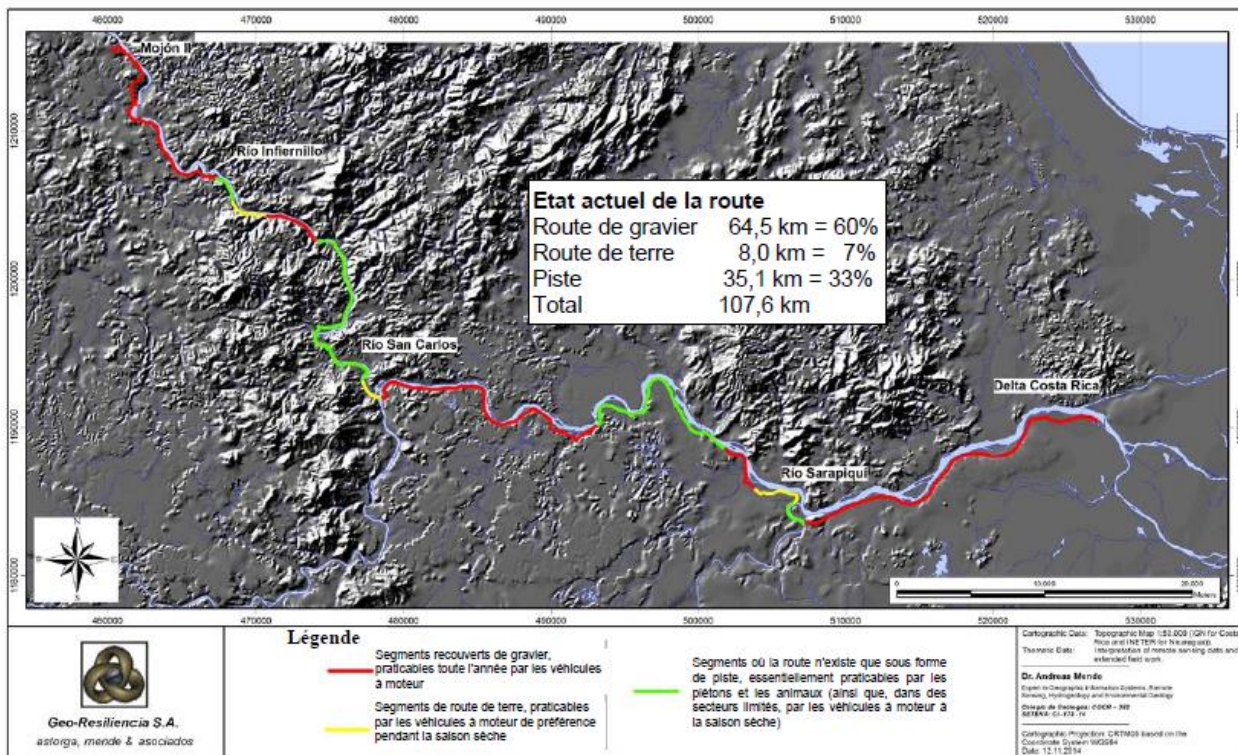


Figure 4.5 : Etat actuel de la route entre la borne n° II et Delta Costa Rica, d'après l'inspection sur site effectuée par M. Mende (issue du rapport Mende)

175

4.30. Le rapport Mende présente des données précises et mesurées avec exactitude sur la fréquence relative de chaque type d'érosion survenant sur les talus situés le long de la route (tableau 4.6).

Tableau 4.5 : Types d'érosion observés sur les talus bordant la route entre la borne n° II et Delta Costa Rica (extrait du rapport Mende)

Type d'érosion	Superficie concernée (ha)	Pourcentage de la superficie totale des talus (%)
Erosion en nappe	16,5	53
Rigole	6,4	21
Ravine	5,9	19
Glissement de terrain	1,9	6
Aucune	0,2	1
Total	30,9	100

4.31. Il ressort de ces observations que le phénomène le plus présent sur les talus situés le long de la route est l'érosion en nappe. Les rigoles et ravines occupent chacune environ un cinquième de la surface totale des talus. Les glissements de terrain, bien qu'ils figurent sur la plupart des photographies de talus du rapport Kondolf de 2014, ne représentent quant à eux que 6 % de la surface totale de talus. L'idée selon laquelle les glissements de terrain seraient majoritaires le long de la route est donc inexacte.

4.32. Les taux d'érosion annuels recommandés par l'UCR (figurant au tableau 4.2 ci-dessus) ont été admis et appliqués sans modification, comme on le voit au tableau 9 du rapport Mende (page 32) et au tableau 4.7 ci-après. Ainsi qu'il a été souligné au paragraphe 4.12 ci-dessus, l'UCR recommande à nouveau, dans son rapport de 2014, d'appliquer le taux d'érosion moyen annuel le plus élevé pour chaque type d'érosion et chaque type de talus ; les taux d'érosion spécifiques des différents phénomènes observés correspondent ainsi au taux moyen annuel maximal mesuré sur les emplacements observés au cours de la période concernée, et sont donc prudents.

176

4.33. Dans le rapport Mende, les taux d'érosion actualisés du rapport de l'UCR de 2014 sont associés aux nouvelles mesures de géométrie des talus relevées sur le terrain à l'aide de techniques et d'instruments plus précis, afin d'estimer le volume annuel de sédiments produits par l'érosion de chacun des 201 talus de l'inventaire. Dans ces calculs, pour chaque talus, la limite supérieure du taux d'érosion recommandé par l'UCR par type de phénomène (glissements de terrain, ravines, rigoles et érosion en nappe) est multipliée par la superficie correspondante dans l'inventaire des talus, et les volumes de sédiments produits par chaque type de phénomène sont additionnés pour estimer l'érosion totale associée au talus concerné. Par conséquent, le volume érodé annuel ainsi calculé pour chaque talus correspond lui aussi à une valeur maximale, et constitue donc une estimation prudente.

4.34. La méthode de calcul appliquée pour le talus T-8a, qui présente les quatre types d'érosion, est illustrée au tableau 4.[6] ci-dessous.

Tableau 4.6 : Exemple de calcul du volume érodé annuel pour le talus de déblai T-8a

Type d'érosion	Taux d'érosion des talus de déblai (m/an)	Superficie concernée (m ²)	Volume érodé annuel estimé (m ³ /an)
Erosion en nappe	0,07	185	13
Rigoles	0,16	554	89
Ravines	0,27	369	100
Glissements de terrain	0,40	739	296
Total	--	1 847	497

4.35. En appliquant cette méthode à l'ensemble des 201 talus présents le long de la route entre la borne n° II et Delta Costa Rica, M. Mende a estimé le volume total de sédiments produits par l'érosion des talus à près de 72 000 m³/an.

4.36. Ce volume se fonde sur un scénario dans lequel les quatre types d'érosion se produiraient selon leur taux le plus élevé, et ce, sur l'ensemble des talus situés tout le long du tracé de la route. Pour que 72 000 m³ de sédiments soient effectivement produits en une seule année, il faudrait que les précipitations soient suffisamment fortes et fréquentes sur une zone suffisamment étendue pour que les taux d'érosion soient à leur maximum sur toute la longueur de la route, ce qui est peu probable pour les raisons météorologiques exposées à la section 4D ci-après. A mon sens, il s'agit donc là, pour ce qui est de l'érosion des talus le long de la route, du scénario de précipitations le plus pessimiste, hypothèse très improbable qui rend l'estimation extrêmement prudente. Par ailleurs, il n'est absolument pas tenu compte de la diminution de l'érosion des talus du fait du programme d'atténuation mis en place par le CONAVI et la CODEFORSA, qui enregistre des résultats significatifs depuis 2013 (voir section 7 ci-après). En conséquence, le chiffre obtenu par M. Mende de 72 000 m³/an de sédiments produits par l'érosion des talus correspond au scénario le plus défavorable, et ne représente en aucun cas une valeur moyenne annuelle.

177

4.37. L'estimation de 2014 du volume de sédiments produits par l'érosion des talus est près de deux fois supérieure à celle de 2013, qui était de 36 590 m³/an (ou 61 100 tonnes/an). Cette augmentation est due à une sous-estimation, dans le rapport de 2013 de M. Mende, de la superficie couverte par les talus. L'utilisation d'instruments de meilleure qualité lors de la campagne sur site de 2014 lui a permis de mesurer précisément – au lieu de les estimer – les dimensions des talus et de produire des résultats plus justes, notamment dans les cas où la route se situe en haut de la pente. Si l'on applique le taux de conversion de 1,67 t/m³ utilisé en 2013, 72 000 m³/an représentent, à peu de chose près, 120 000 tonnes/an.

4.38. Je constate que les estimations fournies par le rapport Kondolf 2014 concernant les volumes sédimentaires produits par les glissements de terrain, les ravines et l'érosion superficielle sur les talus (entre 147 515 et 158 515 m³/an, à la page 61) ont également changé par rapport à celles figurant dans le rapport Kondolf de 2012 (entre 218 400 et 273 000 m³/an, à la page 46 du rapport en question), les estimations de 2013 étant 1,5 à 1,7 fois plus élevées que celles proposées dans le rapport Kondolf de 2014. Les estimations de 2014 se fondent sur l'application du taux d'érosion moyen figurant dans le rapport de l'UCR de 2013 pour les rigoles, ravines et glissements de terrain (0,558 mètre/an) à tous les emplacements qualifiés par M. Kondolf de «points d'érosion marquée». Ce taux d'érosion remplace le taux, bien trop élevé, sur lequel était fondé le rapport Kondolf de 2012 (1 mètre/an).

178

4.39. Dans son tableau A (page 53 de son rapport), M. Kondolf fait observer un écart entre les taux d'érosion recommandés dans le rapport de l'UCR de 2013 et ceux appliqués dans le rapport de MM. Mende et Astorga de 2013. Ainsi que M. Mende l'a expliqué, cet écart a été corrigé, et les taux d'érosion ajustés en 2014 par l'UCR sont appliqués dans le rapport Mende de 2014. Quoi qu'il en soit, j'observe qu'en 2013, MM. Mende et Astorga ont appliqué des estimations plus prudentes, et donc plus élevées, des taux d'érosion, ce qui a conduit à une estimation plus élevée du volume sédimentaire acheminé dans le fleuve en provenance de la route. En outre, cet écart n'a eu aucune incidence sur les conclusions globales que j'ai formulées dans le rapport Thorne de 2013. En effet, pour établir la part relative des sédiments produits par la route et déterminer si ceux-ci ont pu nuire à la qualité de l'eau, à la morphologie, à l'environnement ou aux écosystèmes du fleuve, j'ai appliqué l'estimation retenue par M. Kondolf en 2013, qui était bien plus élevée.

4.40. Je suis convaincu que l'estimation révisée de 72 000 m³/an (soit 120 000 tonnes/an) proposée dans le rapport Mende de 2014 constitue une estimation fiable – correspondant à l'hypothèse la plus défavorable – du taux d'érosion annuel des talus situés le long de la route entre la borne n° II et Delta Costa Rica, et ce, pour les raisons suivantes :

- a) elle est fondée sur deux années de suivi et de mesures sur site réalisés à l'aide de technologies de précision ;
- b) les taux d'érosion maximaux mesurés sont appliqués simultanément à l'ensemble des talus situés le long de la route ; et
- c) aucune réduction n'est appliquée pour tenir compte des effets modérateurs des travaux de stabilisation des talus entrepris par le CONAVI et la CODEFORSA (qui permettent aujourd'hui de réduire l'érosion sur plus de la moitié des talus où ces mesures sont nécessaires).

En résumé, je considère que ce chiffre est une estimation extrêmement prudente, correspondant à l'érosion qui serait observée dans le scénario pluviométrique le plus défavorable, lequel est peu susceptible de se réaliser.

179

C. La part des sédiments produits par l'érosion de la route dans la charge sédimentaire et le bilan sédimentaire annuel moyen du fleuve

4.41. En 2013, les hydrologues et les ingénieurs hydrauliciens de la régie costa-ricienne d'électricité (ICE) ont rédigé un rapport sur la question de savoir si la route a, ou pourrait avoir, des effets significatifs sur l'hydrologie ou la sédimentologie du fleuve San Juan, en s'appuyant sur les meilleures informations alors disponibles. En 2014, les travaux présentés dans le rapport de 2013 ont fait l'objet d'une réactualisation, qui tient compte d'informations nouvelles et plus pertinentes recueillies depuis, et s'appuie sur des analyses plus approfondies pour affiner les résultats et en accroître la fiabilité.

4.42. Sur le fondement des résultats des analyses hydrologiques présentées dans le rapport de l'ICE de 2013, le rapport Thorne de 2013 conclut (à la page 65, paragraphe 7.17) que «la route n'a pas pu, ne pourra, ni ne pourrait jamais avoir un impact mesurable quelconque sur l'hydrologie du fleuve San Juan». Cette conclusion n'a pas été remise en cause par le rapport Kondolf de 2014 et je la reformule ici avec la plus ferme conviction.

4.43. Compte tenu de ces éléments, le rapport de l'ICE de 2014 porte principalement sur les sédiments : il s'appuie sur des techniques avancées issues de l'hydrologie, de l'hydrographie et de l'ingénierie afin de mieux modéliser l'érosion et les apports sédimentaires des bassins et de

réévaluer le taux mesuré et calculé de sédiments charriés par le fleuve San Juan, l'accent étant mis sur l'établissement du bilan sédimentaire le plus juste possible. Le rapport de l'ICE de 2014 s'attache aussi à déterminer et à quantifier la variabilité naturelle et l'incertitude qui sont inévitables et particulièrement élevées en matière de mesure, d'estimation et de modélisation sédimentaires.

180

4.44. Les travaux effectués par l'ICE en 2014 entendent constituer une réponse au point de vue exprimé à la page 66 du rapport Kondolf, dans une sous-section intitulée «Les experts du Costa Rica comparent les apports de la route à des chiffres incertains concernant la charge sédimentaire totale», selon lequel, «lorsque M. Thorne affirme que l'apport sédimentaire de la route est négligeable, il ne le compare pas à un chiffre représentant avec exactitude la charge sédimentaire totale du fleuve San Juan». M. Kondolf n'étaye aucunement cette affirmation par des critiques techniques portant sur les modalités d'estimation par l'ICE, dans son rapport de 2013, de la charge annuelle moyenne de sédiments en suspension, qui représente la majeure partie de la charge totale du fleuve San Juan.

4.45. M. Kondolf critique toutefois les modalités d'estimation par l'ICE de la charge de fond, en se fondant sur les arguments avancés dans le rapport Andrews, selon lesquels l'ICE aurait utilisé une valeur exagérée pour la pente du fleuve lorsqu'il a calculé la charge de fond à l'aide de la méthode Einstein. Cette critique se double d'une autre critique (à la page 67 du rapport Kondolf) selon laquelle les déclivités indiquées pour les portions du fleuve figurant au tableau 1 du rapport Thorne de 2013 sont «entre 55 et 58 fois» trop élevées. A la même page, M. Kondolf conclut que

«[I]es conséquences de cette erreur sont importantes en ce sens que la pente du chenal est une variable fondamentale des fleuves qui a des incidences sur de nombreux processus hydrologiques, parmi lesquels le transport de la charge de fond, dont le calcul peut être faussé si l'on a recours à des valeurs de pente trop élevées».

4.46. Les déclivités figurant au tableau 1 du rapport Thorne de 2013 sont correctes, mais elles sont exprimées en degrés, contrairement à ce qu'indique de façon erronée l'en-tête de colonne du tableau concerné. Si la confusion qui a pu être causée est regrettable, il s'agit d'une simple erreur d'intitulé, sans incidence sur les calculs effectués par l'ICE afin d'estimer la proportion de la charge de fond dans la charge totale du fleuve San Juan.

181

4.47. Ce point étant désormais clarifié, je présenterai, dans le reste de la présente sous-section, les progrès significatifs qui ont été réalisés dans le rapport de l'ICE de 2014 (par rapport à celui de 2013), à savoir des estimations plus précises de la charge de sédiments en suspension, de la charge de fond et de la charge totale du fleuve San Juan et, partant, une plus grande fiabilité du bilan sédimentaire. Le rapport de l'ICE de 2014 et les observations que je formule dans la présente sous-section entendent également répondre à la principale critique énoncée par M. Andrews (à la page 13 de son rapport), à savoir que le rapport Thorne de 2013 et les rapports de l'ICE contiennent «de nombreux exemples de données hydrologiques insuffisantes et de qualité médiocre, d'analyses incorrectes et injustifiées et de conclusions erronées et non étayées». Cette critique ne tient pas, au motif que le rapport Andrews 1) se fonde lui-même largement sur les informations hydrologiques figurant dans le rapport de l'ICE de 2013, 2) interprète de façon incorrecte les données issues des ouvrages scientifiques ayant trait aux apports de sédiments provenant de bassins tropicaux, 3) établit, pour le fleuve San Juan, une charge sédimentaire «naturelle» peu vraisemblable et 4) atteste d'un manque de connaissances quant aux processus sédimentaires prévalant dans le bassin du fleuve San Juan, et notamment dans les zones montagneuses où celui-ci prend sa source et dans le delta côtier.

4.48. Avant de présenter les analyses plus approfondies conduites par l'ICE en 2014, il convient de noter que l'ICE a été contrainte d'utiliser des données issues de stations hydrométriques situées sur des affluents costa-riciens du fleuve San Juan, et non des données se rapportant au San Juan proprement dit. En effet, le Costa Rica ne peut mesurer les débits et les charges sédimentaires du fleuve de manière unilatérale, puisque, comme il est rappelé, les experts du Nicaragua refusent délibérément de participer à pareils levés ou de fournir la moindre mesure à l'appui de leurs allégations quant à l'importance des sédiments provenant de la route dans la charge sédimentaire actuellement charriée par le fleuve San Juan.

4.49. Pour ce qui est de l'estimation de la charge annuelle moyenne de sédiments en suspension et de l'établissement de prévisions à cet égard, les progrès réalisés en 2014 sont notamment les suivants :

- a) une plus grande densité et conformité spatiale des informations météorologiques et hydrologiques ayant servi pour établir les analyses 2014 ;
- 182** b) des séries de données plus longues obtenues à partir des stations de mesure de débit et de sédiments et le recours à des fonctions puissance pour générer des courbes d'étalonnage des sédiments (conformément à la recommandation formulée par M. Andrews) ;
- c) une meilleure analyse de l'incertitude tout au long de l'étude, et notamment dans le cadre des processus d'ajustement ;
- d) une meilleure évaluation des apports de sédiments en suspension dans le fleuve San Juan à Boca San Carlos et Boca Sarapiquí, grâce à la méthode probabiliste de la courbe des débits classés de Krasovskaia et Gottschalk (2014) et à la courbe de durée des sédiments proposée par Garcia (2014) ;
- e) l'élaboration d'un modèle distribué de l'érosion dans le bassin du fleuve San Juan en aval du lac Nicaragua, qui permette d'obtenir de meilleurs résultats que le modèle CALCITE en tirant parti de l'amélioration de la résolution spatiale, de la conformité hydrologique, de l'ajustement (désormais pondéré en fonction de l'incertitude) et de la sensibilité à l'application d'autres fonctions pour l'indice de dépôt sédimentaire ; et
- f) une meilleure prise en compte de l'incertitude dans le modèle EUPS, et donc dans le calcul du bilan sédimentaire annuel et de la variabilité qui y est associée.

4.50. Pour ce qui concerne l'estimation de la charge de fond, les progrès réalisés en 2014 sont notamment les suivants :

- a) l'amélioration des calculs de charge de fond à l'aide de la méthode Engelund-Hansen (conformément à la recommandation formulée par M. Andrews) ; et
- b) une meilleure prise en compte de l'incertitude dans l'estimation de la charge de fond.

183 4.51. Le modèle distribué a permis d'établir un bilan sédimentaire amélioré pour le fleuve San Juan et ses principaux affluents, selon des méthodes similaires à celles de 2013. Les résultats obtenus dans le cadre du rapport de l'UCR de 2014 et du rapport Mende ont ensuite été appliqués afin d'établir la part des sédiments produits par la route 1856 dans les charges sédimentaires annuelles moyennes du fleuve San Juan, de son cours inférieur et du fleuve Colorado.

4.52. La conclusion la plus marquante de l'étude et du rapport de l'ICE de 2014 est sans doute le degré très élevé de variabilité interannuelle des charges annuelles moyennes de sédiments en suspension, qui s'explique par la variabilité naturelle des mesures hydrologiques et sédimentaires utilisées pour établir le bilan sédimentaire du fleuve San Juan, et par les incertitudes inhérentes au modèle de distribution spatiale et au modèle de régression. C'est là un point important, qui démontre que la variabilité spatiale et interannuelle de la charge sédimentaire du fleuve San Juan est telle que l'apport de sédiments en provenance de la route, même à son niveau potentiel le plus élevé, semble négligeable en comparaison.

4.53. Pour établir le bilan sédimentaire 2014 du fleuve San Juan, il a d'abord fallu rassembler les données physiographiques nécessaires à l'élaboration d'un modèle distribué de l'érosion des sols dans la zone étudiée, à savoir le bassin entre le lac Nicaragua et Delta Costa Rica (figure 4.6 *a*). Cette zone comprend 13 bassins d'affluents (figure 4.6 *b*), dont six au Nicaragua et sept au Costa Rica.

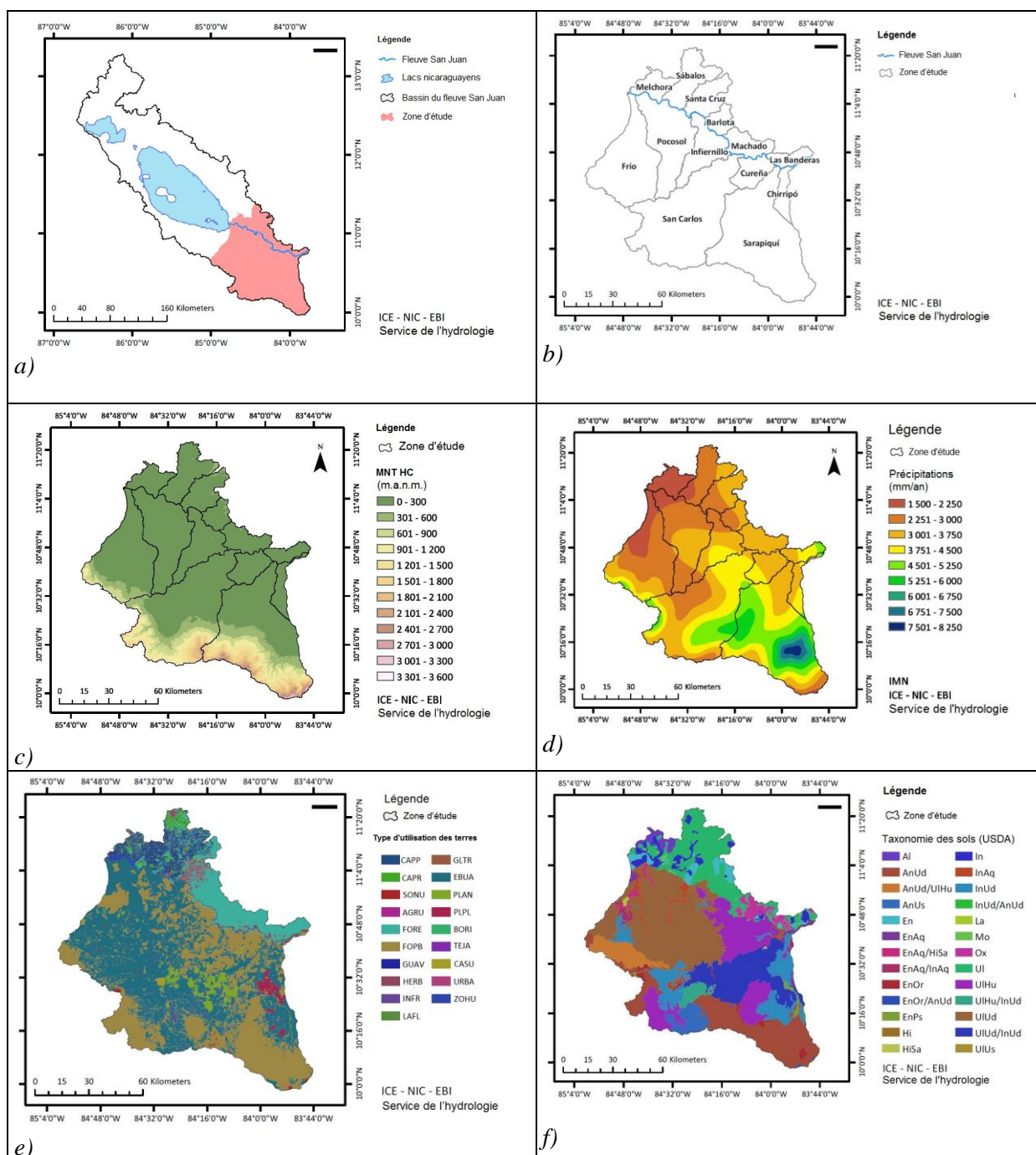


Figure 4.6 : a) Zone du bassin du fleuve San Juan objet de l'étude, b) bassins d'affluents, c) modèle numérique de terrain, d) précipitations annuelles moyennes, e) carte d'utilisation des terres, f) carte de classification des sols (d'après les cartes présentées dans le rapport de l'ICE de 2014).

4.54. La carte topographique a été réalisée à l'aide d'un modèle numérique de terrain (MNT) doté d'un maillage à 30 mètres, à partir des cartes officielles à 1:50 000 du Costa Rica et des données ponctuelles extraites de la carte numérique d'élévation établie par système ASTER (radiomètre spatial avancé d'émission et de réflexion thermiques) pour la partie nicaraguayenne (figure 4.6 c)).

4.55. Les précipitations annuelles moyennes ont été cartographiées par l'institut national de météorologie à l'aide des relevés de précipitations, pour le Costa Rica, et des données publiées par l'INETER, pour le Nicaragua, recueillies entre 1971 et 2000 (figure 4.6 d)).

185

4.56. La cartographie des sols a été réalisée à partir de la taxonomie des sols du ministère de l'agriculture des Etats-Unis (USDA) (figure 4.6 e)), d'après la carte des sols publiée par l'association costa-ricienne de pédologie (2013) et des informations numérisées provenant de l'INETER (2008, p. 58).

4.57. La cartographie de l'utilisation des terres a été réalisée à partir des données d'imagerie satellite RapidEye du Costa Rica pour la période 2009-2010 et d'une interprétation visuelle des images thématiques d'utilisation des terres disponibles pour la partie nicaraguayenne de la zone étudiée (figure 4.6 f)).

4.58. Comme en 2013, l'équation universelle de la perte de sol (EUPS) a permis d'estimer l'érosion potentielle des sols (E) sur l'ensemble de la zone étudiée, en s'appuyant sur des facteurs correspondant à la gestion et l'utilisation des terres (C), à l'érodabilité des sols (K), à l'inclinaison et la longueur de pente (ou facteur topographique) (LS), à l'érosivité des précipitations (R), aux pratiques de conservation des sols (P), ce dernier facteur étant envisagé d'un point de vue unitaire (c'est-à-dire qu'il n'a pas été appliqué de réduction de l'érosion potentielle au titre de pratiques de conservation des sols). Ne tenant pas compte de l'érosion des bassins due aux ravines et glissements de terrain, l'EUPS conduit clairement à une sous-estimation de l'érosion réelle dans le bassin du fleuve San Juan, où l'on observe largement ce type de processus. L'apport des sédiments provenant des ravines et des glissements de terrain est pris en compte lorsque le bilan sédimentaire est équilibré par les charges mesurées dans le fleuve Colorado et aux embouchures des rivières San Carlos et Sarapiquí (comme cela est expliqué au paragraphe 4.75 et illustré par le tableau 4.18 ci-après).

4.59. Les quatre autres facteurs ont été calculés à l'aide des informations présentées à la figure 4.6, puis intégrés dans une carte établie par SIG.

186

a) le facteur de gestion et d'utilisation des terres (C) rend compte des écarts d'érosion potentielle en fonction de la végétation et de l'utilisation des terres. Il n'existe pas de valeur C unique pour une couverture de sols donnée, et les auteurs du rapport de l'ICE expliquent de façon détaillée qu'ils ont exploré différentes solutions permettant de représenter cette variabilité, avant de finalement retenir une répartition asymétrique de la densité de probabilité pour rendre compte du degré d'incertitude du facteur C. Les valeurs moyennes de C sont représentées sur la carte de la figure 4.7 a). La distribution de probabilité retenue a la forme d'une courbe en cloche (similaire à une courbe de distribution normale), centrée sur la valeur la plus probable (valeur modale ou mode) ; elle se distingue toutefois par le fait que l'intervalle des valeurs possibles est réparti de façon asymétrique de part et d'autre du mode. La courbe en cloche est donc déformée, contrairement au profil symétrique d'une distribution normale.

b) Les informations relatives aux catégories de sols ont permis de calculer les valeurs maximales, minimales et moyennes du facteur d'érodabilité des sols (K) et d'estimer des coefficients de variation, à l'aide d'une répartition asymétrique de la densité de probabilité, pour tenir compte de l'incertitude. Les valeurs moyennes du coefficient K sont représentées sur la carte de la figure 4.7 b).

c) Le coefficient d'érosivité des précipitations (R) a été calculé à partir de plus de soixante mille épisodes de précipitations enregistrés dans 52 stations météorologiques de l'ICE

entre 1995 et 2014, en corrélant ces résultats aux précipitations annuelles moyennes à l'aide d'une fonction puissance empirique propre à la zone étudiée, avec des intervalles de confiance et de prévision à 95 %, pour représenter l'incertitude dans cette corrélation. Les coefficients R ainsi calculés sont présentés sur la carte de la figure 4.7 c).

4.60. Le facteur topographique (LS) utilisé dans l'équation EUPS a été estimé et représenté sur une carte à l'aide d'un modèle numérique de terrain (figure 4.7 d)). L'ICE n'a pas réussi à obtenir les informations permettant de caractériser l'incertitude liée à ce facteur, laquelle n'est donc pas prise en compte dans l'analyse d'incertitude. En conséquence, il est probable que l'incertitude des valeurs d'érosion potentielle des sols calculée par l'ICE soit plutôt sous-estimée.

4.61. Les valeurs d'érosion potentielle des sols (E) dans la zone étudiée du bassin du fleuve San Juan, calculées à l'aide de l'EUPS, sont représentées sur la carte de la figure 4.8.

187

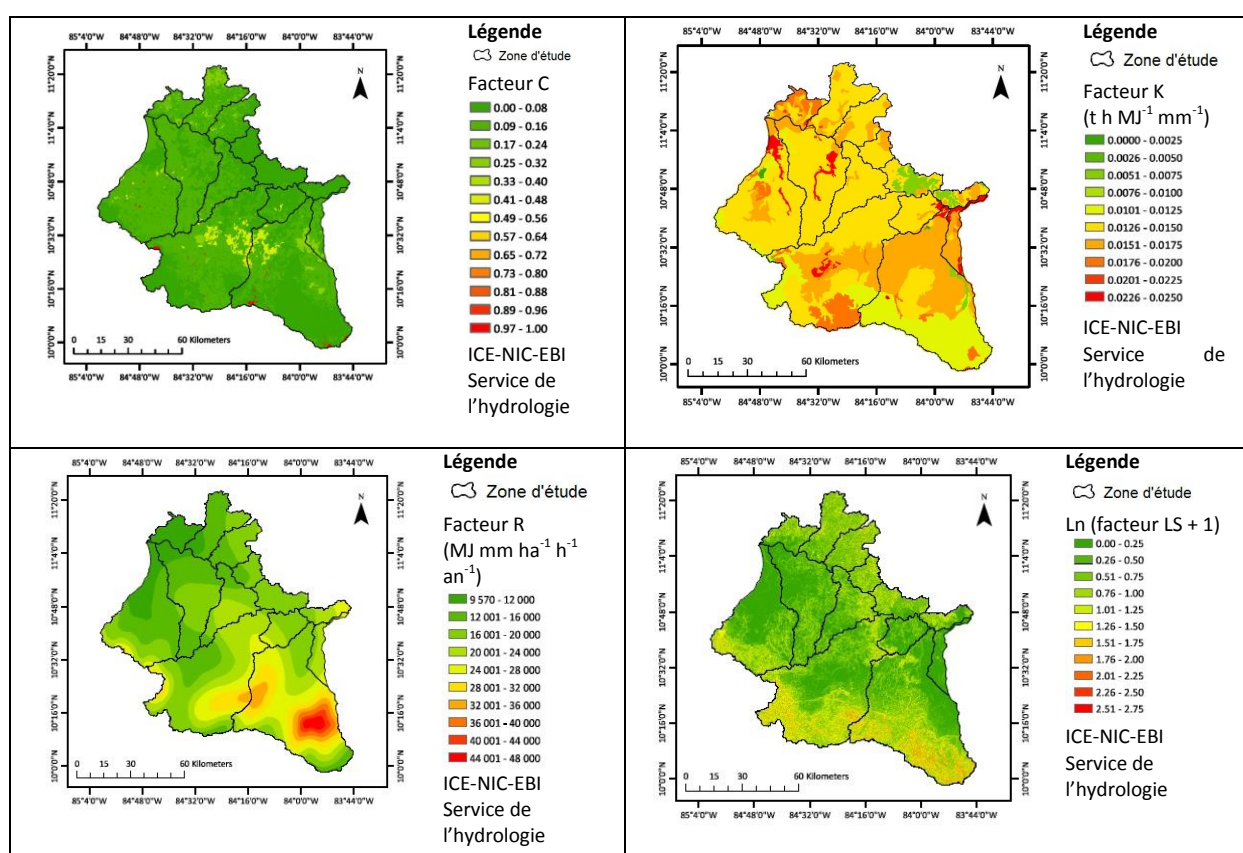


Figure 4.7 : a) facteur de gestion et d'utilisation des terres (C), b) facteur d'érodabilité des sols (K), c) facteur d'érosivité des précipitations (R) et d) facteur topographique (LS)

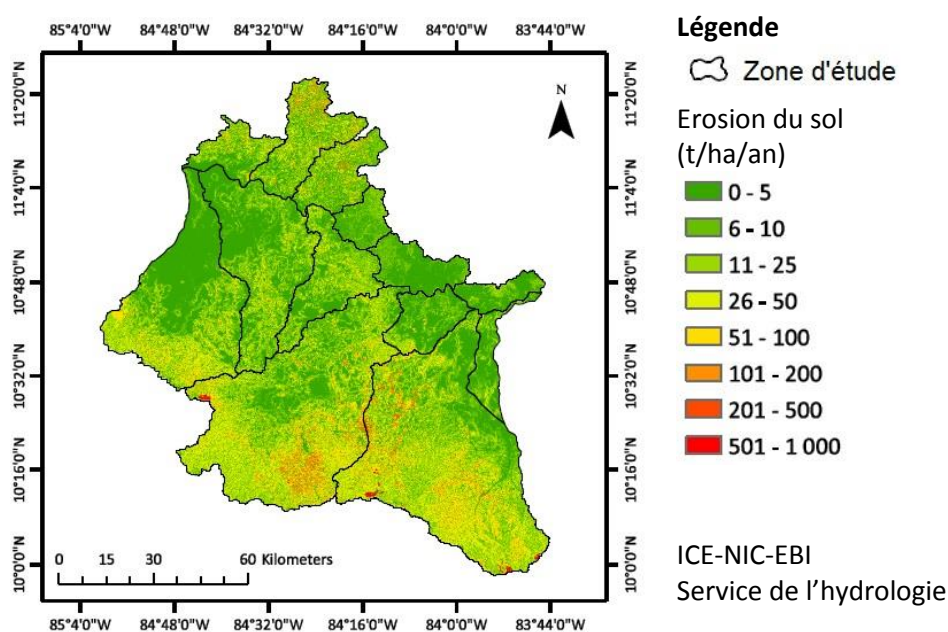


Figure 4.8 : Répartition de l'érosion potentielle des sols dans le bassin du fleuve San Juan entre le lac Nicaragua et Delta Costa Rica (d'après les cartes figurant dans le rapport de l'ICE de 2014)

188

4.62. Pour ce qui concerne l'érosion potentielle des sols, l'incertitude a été quantifiée à l'aide de la méthode des dérivées partielles proposée par Singh *et al.* (2007) et des distributions de densité de probabilité établies sur cette base pour les facteurs C, K et R. Les effets de l'incertitude sur l'érosion potentielle ont été étudiés d'un point de vue global, en prenant en compte l'ensemble des bassins (à l'instar du modèle CALCITE utilisé en 2013), puis comparés à ceux que permet d'obtenir une application totalement distribuée de l'EUUPS. Les résultats (tableau 4.8) montrent que, si la méthode de distribution spatiale retenue en 2014 permet effectivement de réduire l'incertitude, celle-ci ne peut être intégralement éliminée.

4.63. Une partie seulement du volume de sols érodés calculé grâce à l'EUUPS sera charrié hors du bassin. Les valeurs de l'indice de dépôt sédimentaire, estimées à l'aide de la méthode mise au point par Bradbury (1995), sont représentées sur la carte de la figure 4.9.

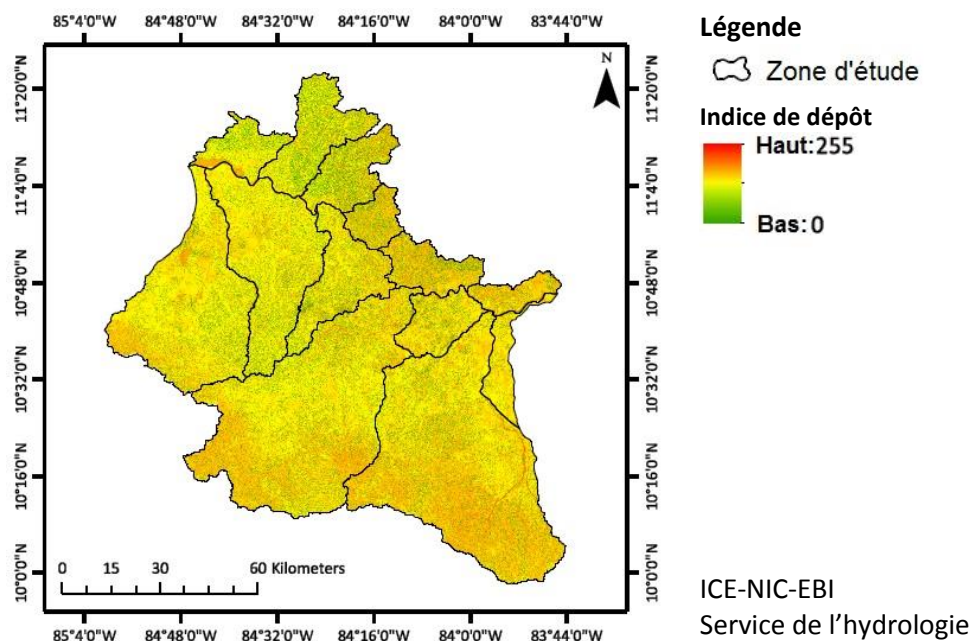


Figure 4.9 : Distribution spatiale de l'indice de dépôt dans la zone étudiée (extrait du rapport de l'ICE de 2014)

4.64. Les apports sédimentaires observés dans les 14 stations hydrologiques et de mesure des sédiments dans la partie costa-ricienne de la zone étudiée ont servi à ajuster le modèle d'érosion des sols et de dépôt sédimentaire. Les résultats sont représentés sur la carte de la figure 4.10 et énumérés dans le tableau 4.9.

189 **Tableau 4.7 :** Erosion potentielle en fonction d'une application globale ou distribuée de l'EUPS (extrait du rapport de l'ICE de 2014)

Bassin	Coefficients EUPS moyens				Modèle global (par ex. : CALCITE)		Modèle distribué	
	C	K	LS	R	Erosion	CV	Erosion	CV
Las Banderas	0,022	0,013	0,91	22 300	5,67	3,43	4,73	1,07
Machado	0,020	0,010	1,05	18 500	3,97	3,29	3,86	0,90
Barlota	0,020	0,015	1,35	16 700	6,49	3,52	6,73	0,59
Santa Cruz	0,065	0,015	1,25	16 500	19,92	1,40	19,73	0,16
Sábalos	0,109	0,015	1,14	14 100	25,39	1,13	26,02	0,09
Melchora	0,091	0,018	0,91	10 100	14,80	0,91	16,19	0,15
San Carlos	0,095	0,015	1,31	21 200	40,20	0,69	30,20	0,04
Cureña	0,055	0,014	0,51	20 300	7,72	1,16	7,21	0,44
Sarapiquí	0,084	0,014	1,45	26 800	47,00	0,76	32,80	0,04
Chirripó	0,105	0,018	0,20	21 500	8,11	1,06	6,86	0,48
Frío	0,089	0,015	0,72	15 000	14,51	0,83	13,74	0,08
Pocosol	0,086	0,016	0,46	15 100	9,19	0,90	9,38	0,14
Infiernito	0,070	0,014	0,80	18 600	14,93	1,17	12,79	0,19
Zone étudiée	0,083	0,015	1,06	19 900	25,92	0,52	21,58	0,03

Note : Erosion = meilleure estimation (t/ha/an), CV = coefficient de variation

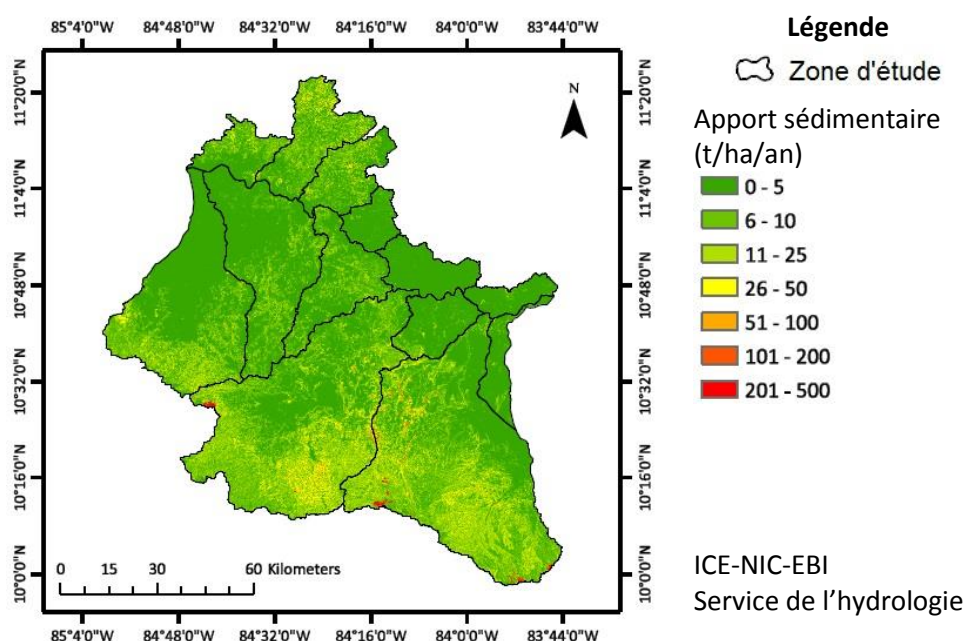


Figure 4.10 : Apports sédimentaires spécifiques ajustés dans la zone étudiée (extrait du rapport de l'ICE de 2014)

190

Tableau 4.8 : Erosion des sols et apports sédimentaires dans la zone étudiée du bassin du fleuve San Juan (extrait du rapport de l'ICE de 2014)

Bassin	DA (km ²)	SSE (t/ha/an)	SE (t/an)	SSY (t/ha/an)	SY (t/an)
Melchora	305	16,19	494 000	4,97	152 000
Sábalos	571	26,02	1 486 000	7,99	456 000
Santa Cruz	418	19,73	825 000	6,06	253 000
Barlota	219	6,73	147 000	2,07	45 000
Machado	352	3,86	136 000	1,19	42 000
Las Banderas	198	4,73	94 000	1,45	29 000
Frío	1577	13,74	2 167 000	4,22	666 000
Pocosol	1224	9,38	1 148 000	2,88	353 000
Infiernillo	609	12,79	779 000	3,93	239 000
San Carlos	2642	30,20	7 979 000	9,28	2 451 000
Cureña	353	7,21	254 000	2,21	78 000
Sarapiquí	2770	32,80	9 087 000	10,07	2 791 000
Chirripó	236	6,86	162 000	2,11	50 000
Zone étudiée	11 474	21,58	24 758 000	21,58	7 605 000

Note : DA = superficie drainée, SSE = taux spécifique d'érosion des sols, SE = érosion des sols, SSY = apport sédimentaire spécifique, SY = apport sédimentaire

4.65. Dans son rapport de 2014, l'ICE a réétudié la quantité mesurée de sédiments en suspension charriée annuellement par les cours d'eau du bassin du San Juan, d'après les mesures enregistrées au niveau de 14 stations hydrométriques de la zone étudiée (figure 4.11), et sur des emplacements supplémentaires situés aux embouchures de la San Carlos et de la Sarapiquí.

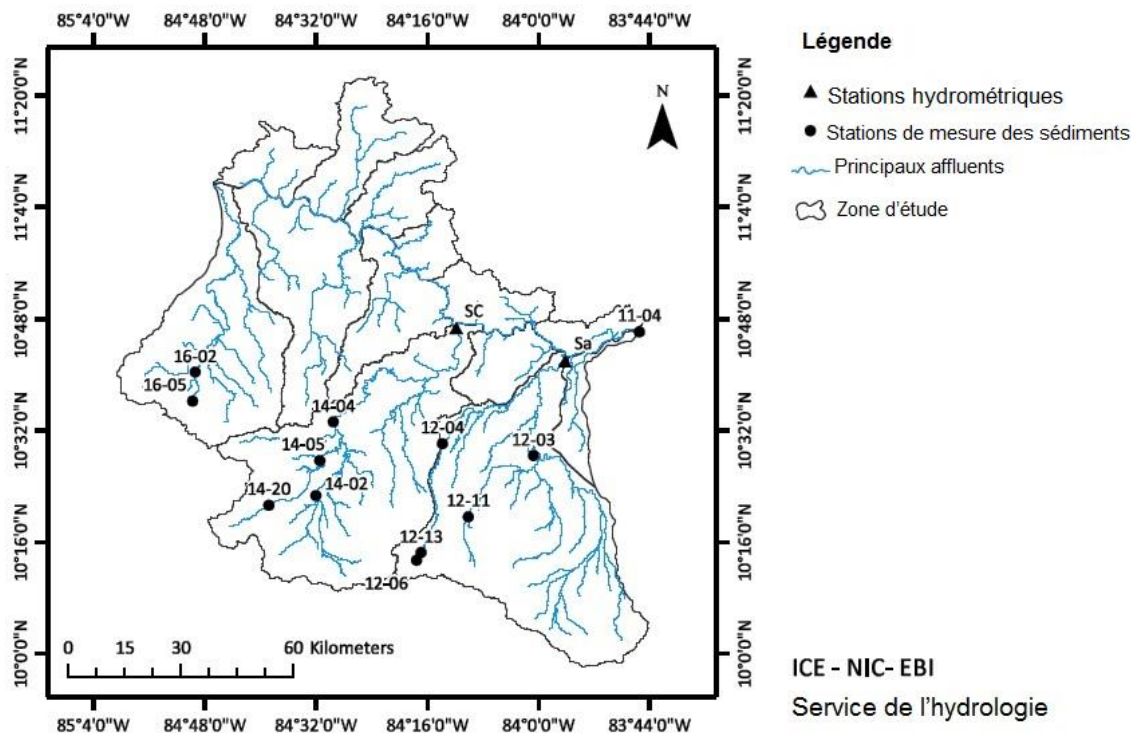


Figure 4.11 : Stations hydrométriques et relevés sédimentaires dans le bassin du fleuve San Juan (extrait du rapport de l'ICE de 2014)

191

4.66. Des courbes d'étalonnage des sédiments en suspension ont été établies à partir des mesures de débits et de concentrations de chacune des quatorze stations. Ces mesures sont relevées régulièrement, à l'aide d'équipements et de techniques internationalement reconnus. Le rapport entre le débit et la charge de sédiments en suspension est traditionnellement représenté par une fonction puissance (conformément à la recommandation figurant dans le rapport Andrews de 2014), et c'est cette approche qui a été retenue en 2014 (voir exemple à la figure 4.12).

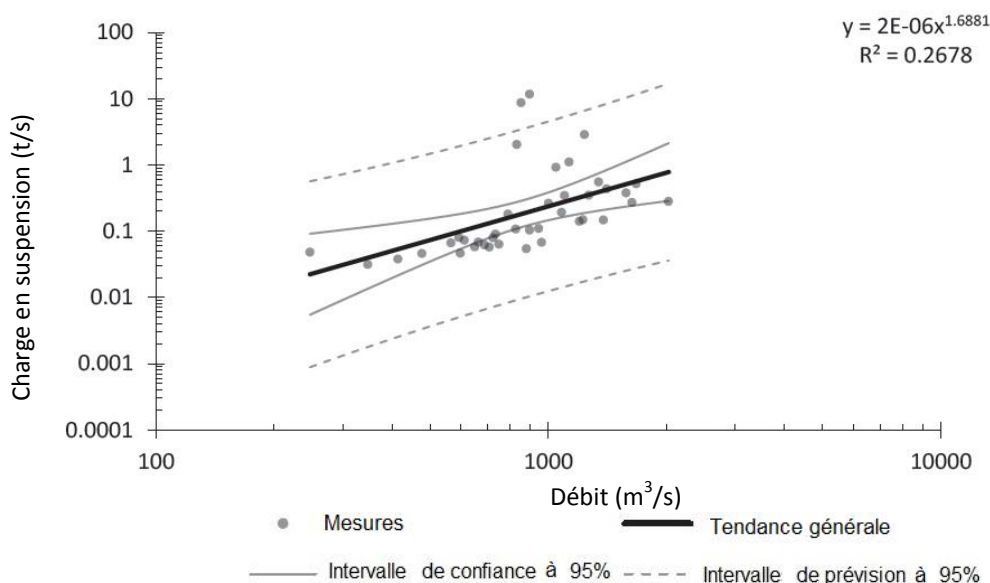


Figure 4.12 : Courbe d'étalonnage des sédiments en suspension pour le fleuve Colorado à Delta Costa Rica (Station 11-04) entre 2010 et 2014 (extrait du rapport de l'ICE de 2014)

4.67. Les courbes d'étalonnage ainsi obtenues ont été combinées aux débits mesurés pour établir des séries chronologiques horaires et journalières pour chaque station. La charge annuelle moyenne de sédiments en suspension a ensuite été calculée en divisant l'intégrale de la série chronologique par la durée du relevé. Cette méthode n'est pas évidente et exige des mesures rigoureuses pour éviter tout biais dans le calcul, lesquelles ont été dûment mises en œuvre. Les résultats sont présentés dans le tableau 4.10 et décrits de façon détaillée dans le rapport de l'ICE de 2014.

192

Tableau 4.9 : Charges annuelles moyennes de sédiments en suspension pour les 14 stations hydrométriques (extrait du rapport de l'ICE de 2014)

CODE	Station	Charge annuelle moyenne de sédiments en suspension (t/an)				
		Moyenne	TLCI	TUCI	SSRC LCI	SSRC UCI
11-04	Delta Colorado	7 599 000	2 611 000	12 586 000	4 023 000	15 148 000
12-03	Puerto Viejo	161 000	141 000	182 000	140 000	186 000
12-04	Veracruz	86 000	37 000	135 000	62 000	123 000
12-06	Toro	12 000	7000	17 000	8 000	18 000
12-11	San Miguel	22 000	12 000	33 000	13 000	40 000
12-13	Río Segundo	2000	1000	3000	1000	6000
14-02	Jabillos	215 000	155 000	274 000	170 000	274 000
14-04	Terrón Colorado	1 175 000	988 000	1 362 000	783 000	1 806 000
14-05	Peñas Blancas	141 000	115 000	167 000	116 000	172 000
14-20	Pocosol	130 000	85 000	175 000	98 000	174 000
16-02	Guatuso	55 000	49 000	61 000	48 000	62 000
16-05	Santa Lucía	3000	3000	4000	3000	4000

Note :

TLCI = limite inférieure de l'intervalle de confiance à 95 % résultant de la variabilité des séries chronologiques
 TUCI = limite supérieure de l'intervalle de confiance à 95 % résultant de la variabilité des séries chronologiques
 SSRC LCI = limite inférieure de l'intervalle de confiance à 95 % résultant de l'incertitude de la courbe d'étalonnage
 SSRC UCI = limite supérieure de l'intervalle de confiance à 95 % supérieur résultant de l'incertitude de la courbe d'étalonnage

Tableau 4.10 : Intervalles de confiance exprimés sous forme d’anomalies normalisées pour les charges annuelles moyennes de sédiments en suspension mesurées par les stations hydrométriques (extrait du rapport de l’ICE de 2014)

CODE	Station	UTSV (anomalies normalisées)		USSV (anomalies normalisées)	
		LCII	UCI	LCII	UCI
11-04	Delta Colorado	-66 %	+66 %	-47 %	+99 %
12-03	Puerto Viejo	-13 %	+13 %	-13 %	+15 %
12-04	Veracruz	-58 %	+58 %	-28 %	+43 %
12-06	Toro	-40 %	+40 %	-32 %	+47 %
12-11	San Miguel	-48 %	+48 %	-43 %	+79 %
12-13	Río Segundo	-28 %	+28 %	-61 %	+192 %
14-02	Jabillos	-28 %	+28 %	-21 %	+28 %
14-04	Terrón Colorado	-16 %	+16 %	-33 %	+54 %
14-05	Peñas Blancas	-18 %	+18 %	-18 %	+22 %
14-20	Pocosol	-34 %	+34 %	-25 %	+34 %
16-02	Guatuso	-11 %	+11 %	-12 %	+14 %
16-05	Santa Lucía	-12 %	+12 %	-21 %	+27 %

Note :

UTSV = incertitude due à la variabilité des séries chronologiques

USSV = incertitude due à la variabilité de l’échantillon dans la courbe d’étalonnage des sédiments en suspension

LCI = limite inférieure de l’intervalle de confiance à 95 %

UCI = limite supérieure de l’intervalle de confiance à 95 %

193

4.68. L’incertitude élevée, que traduit de manière évidente le large intervalle de confiance à 95 % représenté à la figure [4.12], s’explique à la fois par la variabilité de la série chronologique de la charge de sédiments en suspension et par l’incertitude des courbes d’étalonnage. Le degré élevé d’incertitude qui en découle pour les charges annuelles moyennes de sédiments en suspension ressort de manière manifeste des limites inférieures et supérieures des intervalles de confiance à 95 % figurant au tableau 4.10 ci-dessus et exprimés sous forme de pourcentage de la valeur moyenne au tableau 4.11.

4.69. Il n’est pas possible d’établir des courbes empiriques d’étalonnage de la charge de fond (comparables à celles décrites plus haut pour les charges de sédiments en suspension), en raison de l’absence de mesures concernant le transport de la charge de fond. En conséquence, les débits mesurés et la taille des sédiments de fond prélevés dans le fleuve Colorado à Delta Costa Rica ont été utilisés pour établir une courbe théorique d’étalonnage (figure 4.13). Pour établir cette courbe, la pente du chenal a été estimée à l’aide de la formule d’Engelund-Hansen relative à la résistance hydraulique (García 2007, p. 125). La pente ainsi obtenue de $1,79 \times 10^{-4}$ m/m pour le fleuve Colorado, juste en aval du delta, est très proche de celle recommandée par le professeur Andrews dans son rapport de 2014 pour la partie du fleuve San Juan située en amont immédiat du delta (à savoir entre $1,7 \times 10^{-4}$ et $1,5 \times 10^{-4}$ m/m).

4.70. Cette courbe d’étalonnage des sédiments a ensuite été associée à la série chronologique de débits de la station 11-04 pour établir une série chronologique de la charge de fond, dont les paramètres d’incertitude ont été estimés à partir de la variabilité de l’échantillonnage et de la variabilité temporelle. Les estimations ainsi obtenues pour la charge de fond annuelle moyenne du Colorado sont présentées au tableau 4.12. Les intervalles de confiance et de prévision y figurent également afin d’attester du degré élevé d’incertitude de ces estimations.

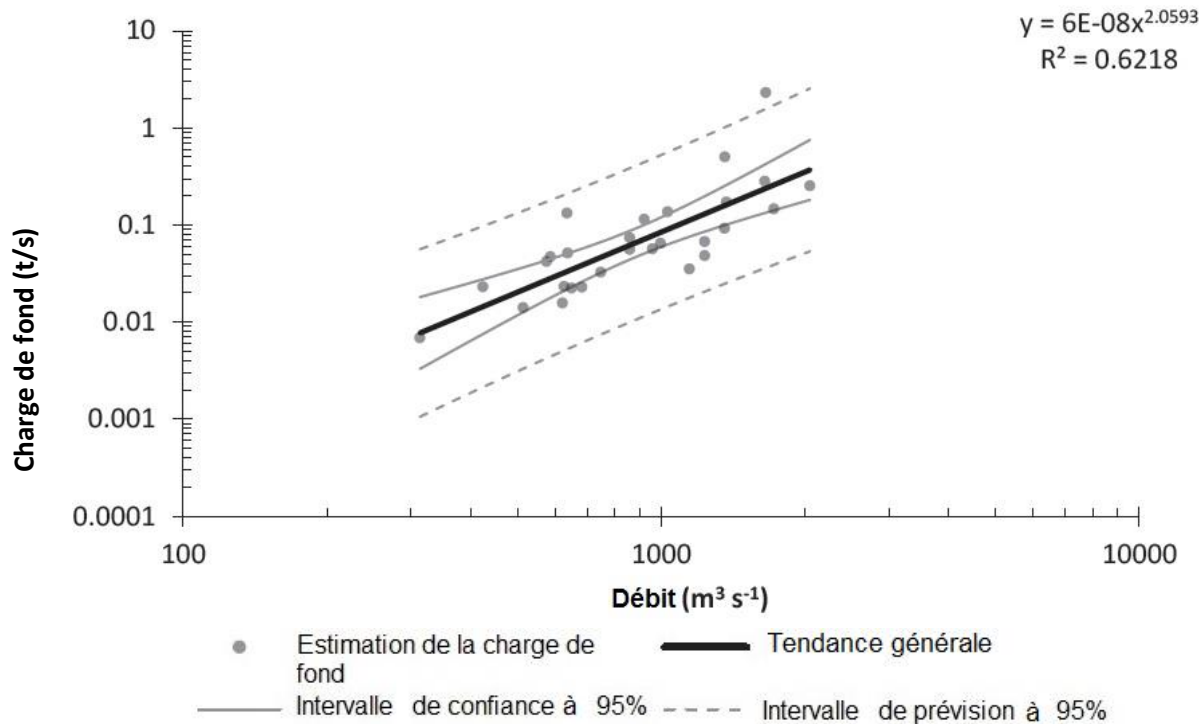


Figure 4.13 : Courbe d'étalonnage de la charge de fond pour la station de Delta Colorado (11-04) (extrait du rapport de l'ICE de 2014).

Tableau 4.11 : Charge de fond annuelle moyenne du fleuve Colorado à la station 11-04 (extrait du rapport de l'ICE de 2014)

CODE	Fleuve	Charge de fond annuelle (t/an)				
		Moyenne	TLCI	TUCI	BLRC LCI	BLRC UCI
11-04	Colorado	2 898 000	719 000	5 077 000	1 798 000	4 809 000

Note :

TLCI = limite inférieure de l'intervalle de confiance résultant de la variabilité des séries chronologiques

TUCI = limite supérieure de l'intervalle de confiance résultant de la variabilité des séries chronologiques

BLRC LCI = limite inférieure de l'intervalle de confiance résultant de l'incertitude de la courbe d'étalonnage de la charge de fond

BLRC UCI = limite supérieure de l'intervalle de confiance résultant de l'incertitude de la courbe d'étalonnage de la charge de fond

4.71. Pour 2011-2012, M. Andrews a estimé la charge de fond charriée par le fleuve Colorado à 330 000 tonnes/an (voir page 25 du rapport Andrews). Ce chiffre est largement inférieur à la valeur annuelle moyenne estimée par l'ICE (2 898 000 tonnes/an). Or, il n'est nullement surprenant que la charge de fond soit inférieure à la moyenne pour cette année hydrologique particulière, le ruissellement ayant été moins élevé qu'à l'habitude. Selon les estimations de M. Andrews, la charge de fond sur cette période devrait, pour cette raison, être 2,2 fois inférieure à la moyenne, ce qui l'a conduit à estimer la charge de fond annuelle moyenne charriée par le fleuve à 730 000 tonnes/an. Ce chiffre est compris dans l'intervalle de confiance de l'estimation de l'ICE, se situant légèrement au-dessus de sa limite inférieure (719 000 tonnes/an). Si l'estimation de M. Andrews est proche de la limite inférieure de l'intervalle, c'est probablement parce qu'il a appliqué une autre fonction de charge de fond, l'équation de Fernandez-Luque et van Beek, alors que l'ICE a fondé ses calculs sur la formule d'Engelund-Hansen.

4.72. Pour autant, il existe des raisons de penser que le raisonnement appliqué par M. Andrews pour estimer la variabilité de la charge sédimentaire d'une année sur l'autre est erroné. La charge sédimentaire d'un cours d'eau s'écoulant dans une zone d'activité tectonique et

volcanique peut en effet connaître des variations importantes d'une année sur l'autre. Toutefois, ces variations ne dépendent pas uniquement des écarts de précipitations et de ruissellement, mais également des apports sédimentaires issus de phénomènes massifs, tels que les glissements de terrain d'origine sismique. A titre d'exemple, en 2009, le séisme de Cinchona a déclenché 349 glissements de terrain qui ont perturbé 21,7 km² de terres jusqu'alors couvertes de végétation autour de l'épicentre en produisant 4 à 6 millions de tonnes de sédiments, dont 95 % se sont déposés dans des cours d'eau se déversant dans le fleuve San Juan (Alvarado 2010). M. Andrews commet donc une erreur en estimant que la variabilité interannuelle des charges sédimentaires dépend uniquement de celle des précipitations et du ruissellement. Selon moi, les analyses effectuées par les experts costa-riciens de l'ICE, qui se fondent sur des volumes de sédiments mesurés par des stations sur une longue période, établissent avec une plus grande fiabilité la variabilité et l'incertitude contenues dans les estimations de la charge annuelle du fleuve San Juan.

196

4.73. Les charges de fond annuelles aux embouchures de la Sarapiquí et de la San Carlos ont dû être estimées à l'aide d'une autre méthode, faute de données hydrologiques disponibles pour ces emplacements. Pour pallier l'absence de données de débit, l'ICE a sélectionné, testé et ajusté une méthode probabiliste, en s'appuyant sur les mesures issues des douze stations hydrométriques situées dans d'autres parties des réseaux hydrographiques de la Sarapiquí et de la San Carlos, puis l'a appliquée aux embouchures des deux cours d'eau. Des informations plus détaillées figurent dans le rapport de l'ICE de 2014. Après examen, la méthode appliquée me semble viable. Les résultats sont présentés au tableau 4.13.

Tableau 4.12 : Données hydrologiques, coefficients horaires et journaliers de variation et charges annuelles moyennes de sédiments en suspension aux embouchures de la Sarapiquí et de la San Carlos (extrait du rapport de l'ICE de 2014)

CODE	Station	DA (km ²)	Qa ^a (m ³ /s)	CVD ^b	CVH ^b	SSL ^c (t/an)
BSa	Boca Sarapiquí	2 643	377	0,647	0,683	2 342 000
BSC	Boca San Carlos	2 771	266	0,644	0,678	2 928 000

Note :

DA = superficie drainée, Qa = débit annuel moyen, CVD = coefficient journalier de variation, CVH = coefficient horaire de variation, SSL = charge annuelle de sédiments en suspension.

^a Selon la méthodologie des précipitations par zone.

^b Sur la base de fonctions de coefficient de variation par zone.

^c Sur la base des courbes modélisées de durée de vie des sédiments.

4.74. Etant donné l'absence de données concernant les charges sédimentaires annuelles moyennes présentes dans le fleuve San Juan ou dans son cours inférieur, ces charges ont été estimées à partir des mesures effectuées dans le fleuve Colorado à la station 11-04, située juste en aval du point de bifurcation. On estime qu'environ 90 % du débit du San Juan passe dans le Colorado ; les courbes d'étalonnage de sédiments en suspension et de charge de fond établies pour la station 11-04, située sur le Colorado, en aval du point de bifurcation, offrent donc une approximation raisonnable de celles du San Juan. En l'absence de données concernant la charge de fond du San Juan et compte tenu de la variabilité et de l'incertitude élevées caractérisant, de manière générale, la charge sédimentaire des cours d'eau concernés, il semble défendable et raisonnable de recourir à la courbe d'étalonnage de la charge de fond établie pour le Colorado pour estimer la charge de fond, et plus largement, la charge sédimentaire du San Juan.

4.75. A la page 22 de son rapport, M. Andrews fait observer que, compte tenu des données actuellement disponibles, la répartition du débit au point de bifurcation «ne peut être établie avec certitude». Elle *pourrait* toutefois l'être si le Nicaragua ou ses experts mesuraient le débit du fleuve San Juan inférieur ou communiquaient pareille mesure.

197

4.76. Le Nicaragua ayant choisi de ne pas procéder à cette mesure, l'ICE a dû intégrer, dans le calcul des charges sédimentaires annuelles moyennes du San Juan et de son cours inférieur, une marge d'incertitude liée à la répartition du débit au niveau du point de bifurcation. Ces calculs ont donc été effectués non seulement dans l'hypothèse où 90 % du débit se déverse dans le fleuve Colorado, mais également pour des scénarios à 85 % et 95 %. La série chronologique des débits du Colorado a été modifiée afin de faire apparaître ces trois répartitions possibles du débit, puis transformée en séries chronologiques des charges en suspension et des charges de fond à l'aide des courbes d'étalonnage correspondantes. Les résultats obtenus pour le fleuve San Juan et son cours inférieur sont présentés aux tableaux [4.13] et [4.14] respectivement.

Tableau 4.13 : Charges de sédiments en suspension et charges de fond annuelles moyennes du San Juan en fonction du pourcentage du débit passant dans le Colorado (extrait du rapport de l'ICE de 2014)

PRSJ	Qa (m ³ /s)	Charge annuelle de sédiments (t/an)				
		Moyenne	TLCI	TUCI	SSRC LCI	SSRC UCI
<i>Sédiments en suspension</i>						
95	1055	8 286 000	2 847 000	13 725 000	4 300 000	16 951 000
90	1114	9 078 000	3 119 000	15 036 000	4 598 000	19 153 000
85	1180	9 997 000	3 435 000	16 559 000	4 919 000	21 873 000
<i>Charge de fond</i>						
95	1055	3 221 000	799 000	5 643 000	1 967 000	5 447 000
90	1114	3 600 000	893 000	6 307 000	2 157 000	6 227 000
85	1180	4 050 000	1 005 000	7 095 000	2 373 000	7 191 000

Tableau 4.14 : Charges de sédiments en suspension et charges de fond annuelles moyennes du San Juan inférieur en fonction du pourcentage du débit du San Juan passant dans le Colorado (extrait du rapport de l'ICE de 2014)

PRSJ	Qa (m ³ /s)	Charge annuelle de sédiments (t/an)				
		Moyenne	TLCI	TUCI	SSRC LCI	SSRC UCI
<i>Sédiments en suspension</i>						
95	1055	687 000	236 000	1 139 000	277 000	1 803 000
90	1114	1 479 000	508 000	2 450 000	575 000	4 005 000
85	1180	2 398 000	824 000	3 973 000	896 000	6 725 000
<i>Charge de fond</i>						
95	1055	323 000	80 000	566 000	169 000	638 000
90	1114	702 000	174 000	1 230 000	359 000	1 418 000
85	1180	1 152 000	286 000	2 018 000	575 000	2 382 000

Note :

PSJR = pourcentage du débit du San Juan passant dans le Colorado

Qa = débit annuel moyen

TLCI = limite inférieure de l'intervalle de confiance à 95 % résultant de la variabilité des séries chronologiques

TUCI = limite supérieure de l'intervalle de confiance à 95 % résultant de la variabilité des séries chronologiques

SSRC LCI = limite inférieure de l'intervalle de confiance à 95 % résultant de l'incertitude des courbes d'étalonnage

SSRC UCI = limite supérieure de l'intervalle de confiance à 95 % résultant de l'incertitude des courbes d'étalonnage

198

4.77. Les meilleures estimations de charges annuelles moyennes du fleuve San Juan sont les suivantes : sédiments en suspension = 9 078 000 tonnes/an, charge de fond = 3 600 000 tonnes/an, charge totale = 12 678 000 tonnes/an. A titre de comparaison, à la page 27 de son rapport, M. Andrews mentionne un «apport sédimentaire annuel moyen à la tête du delta ... [de] 13,7 millions de tonnes de sédiments en suspension et de fond», estimation similaire, quoique légèrement supérieure, à celle de l'ICE. Dans le San Juan inférieur, les meilleures estimations annuelles moyennes sont les suivantes : sédiments en suspension = 1 479 000 tonnes/an, charge de fond = 702 000 tonnes/an, charge totale = 2 181 000 tonnes/an. A titre de comparaison, M. Andrews estime à 1 370 000 tonnes/an les apports sédimentaires qui passent dans le San Juan inférieur (soit 10 % de la charge totale présente en amont du point de bifurcation).

4.78. Toutefois, en raison de la non-linéarité des courbes d'étalonnage des charges en suspension et de fond, les proportions de sédiments en suspension et de fond présents dans le San Juan à l'approche du point de bifurcation qui passent dans son cours inférieur et dans le fleuve Colorado ne correspondent pas à la répartition des eaux du fleuve. Ces pourcentages sont présentés respectivement aux figures 4.14 et 4.15.

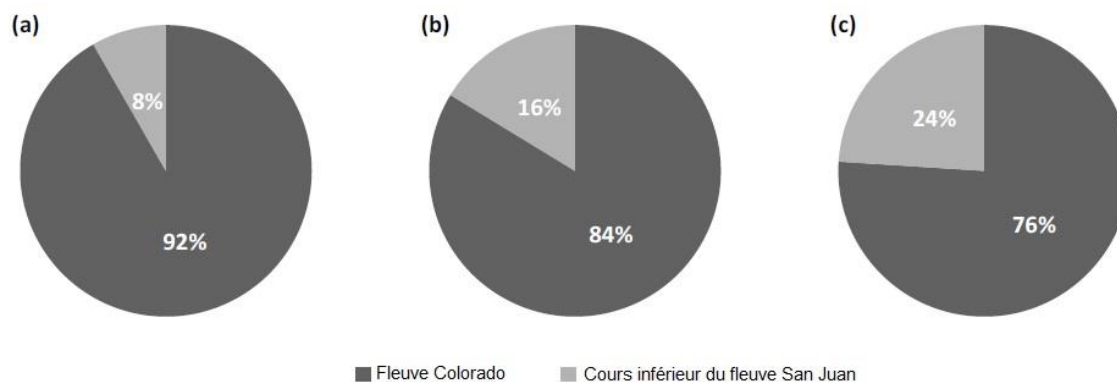


Figure 4.14 : Charges annuelles moyennes de sédiments en suspension présentes dans le Colorado et le San Juan inférieur, représentées en pourcentages de la charge en suspension du San Juan, dans l’hypothèse d’une proportion de a) 95 %, b) 90 % et c) 85 % du débit passant dans le Colorado(extrait du rapport de l’ICE de 2014)

199

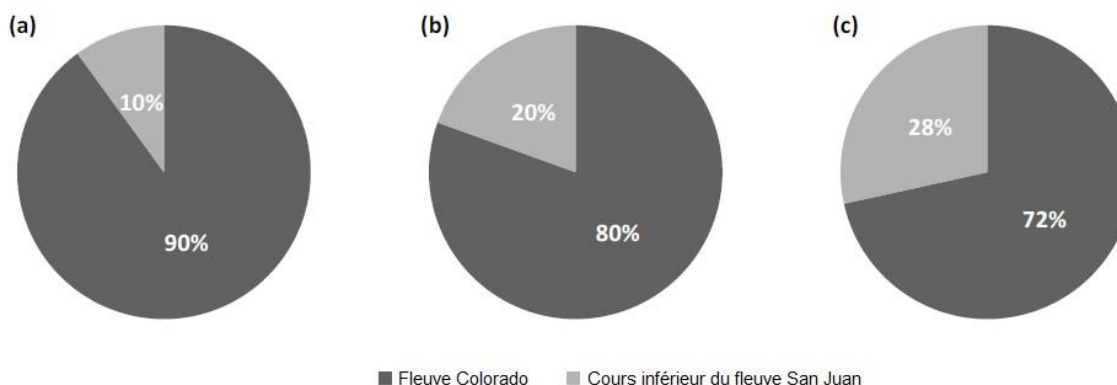


Figure 4.15 : Charges annuelles moyennes de fond présentes dans le Colorado et le San Juan inférieur, représentées en pourcentages de la charge de fond du San Juan, dans l’hypothèse d’une proportion de a) 95 %, b) 90 % et c) 85 % du débit passant dans le Colorado (extrait du rapport de l’ICE de 2014)

4.79. Les recommandations du rapport de l’UCR de 2014 quant aux taux d’érosion de la plateforme de la route sur les tronçons de route de terre, de faible ou forte déclivité, ont été dûment adaptées pour établir des taux correspondant aux tronçons revêtus de gravier et à ceux où la route n’existe que sous forme de piste (tableau 4.15).

Tableau 4.15 : Taux d'érosion de la surface de la route (extrait du rapport de l'ICE de 2014)

Type de route	Taux d'érosion pour les pentes faibles (m/an)	Taux d'érosion pour les pentes fortes (m/an)
Route de gravier	0,0014 ^b	0,0044 ^b
Route de terre	0,0140 ^a	0,0440 ^a
Piste	0,0028 ^c	0,0088 ^c

^a Extrait du rapport de l'ICE de 2013

^b Estimation correspondant à 10 % du taux d'érosion de la route de terre.

^c Estimation correspondant à 20 % du taux d'érosion de la route de terre.

200

4.80. Ces taux ont été appliqués pour estimer le volume annuel de sédiments produits par la surface de la route pour chacun des principaux bassins d'affluents costa-riciens entre la borne n° II et Delta Costa Rica, dans le scénario pluviométrique le plus défavorable. A partir des observations faites sur les lieux par M. Mende, la largeur de la route a été estimée à 10 mètres sur les tronçons où il s'agit effectivement d'une route, et à 5 mètres lorsqu'il s'agit d'une simple piste. Un ratio de dépôt sédimentaire de 0,6 a été appliqué, conformément à l'étude Gómez et al. (2013), chiffre admis et retenu dans le rapport Kondolf de 2014. Les apports sédimentaires provenant de l'érosion des talus de déblai et de remblai de chaque bassin d'affluent ont été calculés en multipliant les volumes annuels correspondant aux talus de déblai et de remblai recensés pour chaque bassin dans l'inventaire des talus du rapport Mende par le ratio de dépôt (également fixé à 0,6). Les résultats sont présentés dans le tableau 4.17 et illustrés par le graphique de la figure 4.16. Ces apports ayant été estimés sur la base des taux maximaux et selon le scénario de précipitations le plus pessimiste, les chiffres ainsi indiqués et représentés graphiquement sont extrêmement prudents.

Tableau 4.16 : Quantités annuelles de sédiments produites par la route dans les bassins des principaux affluents costa-riciens entre la borne n° II et Delta Costa Rica dans le scénario pluviométrique le plus pessimiste (extrait du rapport de l'ICE de 2014)

Bassin d'affluent	Longueur de route (km)	Apports sédimentaires dans le scénario le plus pessimiste (m ³ /an)				Apports sédimentaires dans le scénario le plus pessimiste (t/an)
		Plateforme de la route	Talus de déblai	Talus de remblai	Total	
<i>Principaux bassins d'affluents costa-riciens dont les eaux sont directement drainées par le San Juan</i>						
Infiernito	41,0	855	12 348	19 051	32 253	53 863
San Carlos	11,1	173	253	399	825	1 378
Cureña	29,5	387	1 738	8 966	11 091	18 521
Sarapiquí	4,5	172	49	-----	221	369
Chirripó	22,8	192	190	107	489	817
<i>Zone costa-ricienne dont les eaux sont directement drainées par le San Juan</i>						
Total	108,8	1 778	14 578	28 523	44 880	74 949

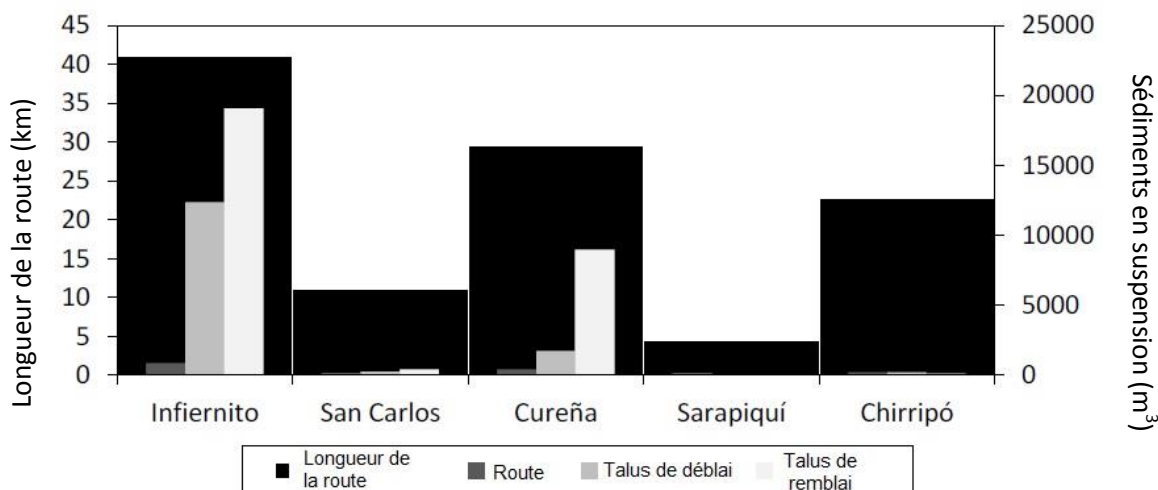


Figure 4.16 : Quantités annuelles de sédiments produites par la route dans les bassins des principaux affluents costa-riciens entre la borne n° II et Delta Costa Rica dans le scénario pluviométrique le plus pessimiste (extrait du rapport de l'ICE de 2014).

201

4.81. Ces estimations ne tiennent pas compte des apports sédimentaires provenant des zones perturbées par la construction en 2011. En effet, dans ces zones, la végétation a par la suite été rétablie, de manière naturelle ou grâce aux mesures mises en œuvre par la CODEFORSA et le CONAVI. Elles ne tiennent pas compte non plus de l'érosion causée par les passages de cours d'eau écroulés. Ce point a été soulevé pour critiquer les estimations établies en 2013 au paragraphe 2.119 de la réplique du Nicaragua. Pour comprendre pourquoi il a été décidé de ne pas chercher à estimer l'érosion au niveau de ces points de passage en 2014, il suffit d'examiner, par exemple, la figure 24 du rapport Kondolf de 2014 (p. 36), qui montre le point où la route traverse un petit fossé servant au drainage d'une zone de pâturage. La largeur du fossé n'est pas précisée, mais on peut l'estimer à environ 2 mètres, la route mesurant en moyenne 10 mètres de large et le fossé étant manifestement bien plus étroit. Aux alentours du fossé, le chenal du fleuve San Juan mesure environ 200 mètres de large. Dans ce segment, le fleuve présente un débit annuel moyen de l'ordre de 500 m³/s et une charge sédimentaire annuelle de plusieurs millions de tonnes. Il s'ensuit que le volume de sédiments susceptible d'être produit par un fossé de seulement 2 mètres de large au niveau d'un point de passage écroulé s'étendant sur une dizaine de mètres est insuffisant pour avoir un impact important ou durable sur le fleuve San Juan ou son cours inférieur. En tout état de cause, sur les 127 points de passage de cours d'eau étudiés dans l'inventaire réactualisé du rapport Mende de 2014, 40 % de ces ouvrages ont bénéficié ou bénéficient actuellement de mesures d'atténuation, et 36 % ne nécessitent aucune mesure, soit parce qu'ils sont stables (19 %), soit parce que la route n'est qu'une simple piste à cet endroit (17 %). Des mesures d'atténuation ont été programmées pour le reste des points de passage où elles sont nécessaires (24 %).

4.82. Comme dans le rapport de l'ICE de 2013, l'apport de sédiments en suspension provenant du lac Nicaragua est estimé à 588 000 tonnes/an.

202

4.83. L'essentiel des sédiments fins charriés en suspension se déplacent rapidement dans le chenal du fleuve San Juan en direction de Delta Costa Rica. Selon la loi de conservation de la masse, la quantité charriée dans le San Juan en aval du lac Nicaragua doit correspondre à celle charriée dans son cours inférieur et dans le Colorado à la bifurcation. Le bilan sédimentaire du San Juan a donc été équilibré en ajustant les apports sédimentaires des bassins d'affluents estimés à l'aide du modèle distribué (cf. tableau 4.9), afin que leur somme corresponde à la charge de sédiments en suspension du fleuve San Juan juste en amont du point de bifurcation (hors apport

sédimentaire du lac Nicaragua), conformément à ce principe de conservation de la masse. Au stade de finalisation du bilan, les apports sédimentaires établis à partir des séries chronologiques de mesures relevées aux embouchures de la Sarapiquí et de la San Carlos ont servi de valeurs de contrôle. Les différences entre les charges sédimentaires annuelles moyennes établies selon le modèle EUPS et celles issues des séries chronologiques ont été réparties entre les bassins restants en fonction de leurs apports sédimentaires respectifs. Les résultats sont présentés au tableau 4.18 a), le tableau 4.18 b) fournissant quant à lui une synthèse des estimations de charges sédimentaires établies pour le San Juan, et de la part des sédiments produits par la route dans ces estimations.

Tableau 4.17 a) : Apports sédimentaires initiaux et ajustés pour la zone étudiée (extrait du rapport de l'ICE de 2014).

Bassin	Superficie drainée (km ²)	Apport de sédiments en suspension (t/an)	Apport ajusté de sédiments en suspension (t/an)
Melchora	305	152 000	207 000
Sábalos	571	456 000	622 000
Santa Cruz	418	253 000	345 000
Barlota	219	45 000	62 000
Machado	352	42 000	57 000
Las Banderas	198	29 000	39 000
Frío	1577	666 000	907 000
Pocosol	1224	353 000	481 000
Infiernillo	609	239 000	326 000
San Carlos	2642	2 451 000	2 928 000
Cureña	353	78 000	106 000
Sarapiquí	2770	2 791 000	2 342 000
Chirripó	236	50 000	68 000
Zone étudiée	11 474	7 605 000	8 490 000
Lac Nicaragua	29 067	-----	588 000

Note : Les valeurs en gras sont celles qui présentent le degré de confiance le plus élevé. L'écart entre, d'une part, les apports calculés sur la base des taux d'érosion, et d'autre part, ceux calculés à partir des séries chronologiques a été réparti entre les bassins restants de sorte que la somme des apports de toutes les sources corresponde à la charge en suspension présente dans le fleuve San Juan (hors apport du lac Nicaragua), soit 8 490 000 tonnes/an.

203

Tableau 4.17 b) : Synthèse des estimations de charges sédimentaires et d'apports provenant de la route dans le fleuve San Juan

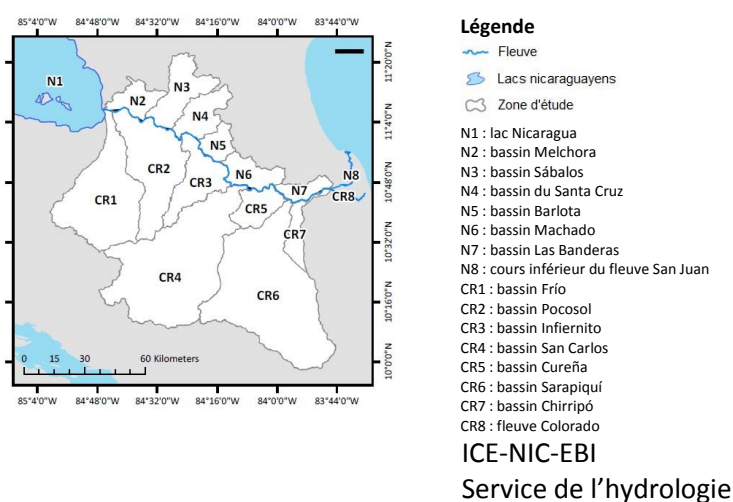
Source	Charge en suspension	Charge de fond (t/an)	Charge totale (t/an)
San Juan	9 078 000	3 600 000	12 678 000
San Juan inférieur	1 479 000	702 000	2 181 000
Route (ICE, 2014)	67 454 - 71 202	7495 - 3747	74 949
Route (Kondolf, 2014)	--	--	177 020 - 250 500

4.84. Les données de l'ICE présentées aux tableaux 4.17 a) et b) ont permis d'établir un schéma du bilan annuel moyen de sédiments en suspension pour la zone étudiée du bassin du fleuve San Juan (figure 4.17). Ce bilan part de l'hypothèse que 90 % du débit du San Juan se déverse dans le Colorado ; toutefois, l'application d'un pourcentage de 85 % ou 95 % ne modifierait que très légèrement l'apparence du schéma (voir figure 4.15).

4.85. Un schéma du bilan annuel moyen de la charge de sédiments grossiers est également proposé à la figure 4.17. Etant donné que l'apport de charge de fond est inconnu pour onze des quatorze affluents (et que celui du lac Nicaragua est probablement faible), ce schéma ne représente qu'une estimation de la répartition de la charge de fond.

4.86. A la figure 4.18, l'apport annuel de sédiments en suspension provenant de la route dans chaque segment du fleuve San Juan dans l'hypothèse la plus défavorable (extrait du tableau 4.17) apparaît en rouge. Pour calculer les apports de sédiments en suspension, il a fallu soustraire la part de sédiments grossiers de l'apport total provenant de la route. Le rapport de l'ICE de 2014 a établi que le pourcentage de sédiments grossiers n'avait pas d'incidence sur la répartition des sédiments provenant de la route au niveau du point de bifurcation, et ce même si l'on fait varier ce pourcentage entre 5 et 30 %. En conséquence, les lignes rouges de la figure 4.18 ne changent pas radicalement en fonction de la part supposée de sédiments grossiers dans les apports provenant de la route.

204



Charge de sédiments en suspension (t/an)

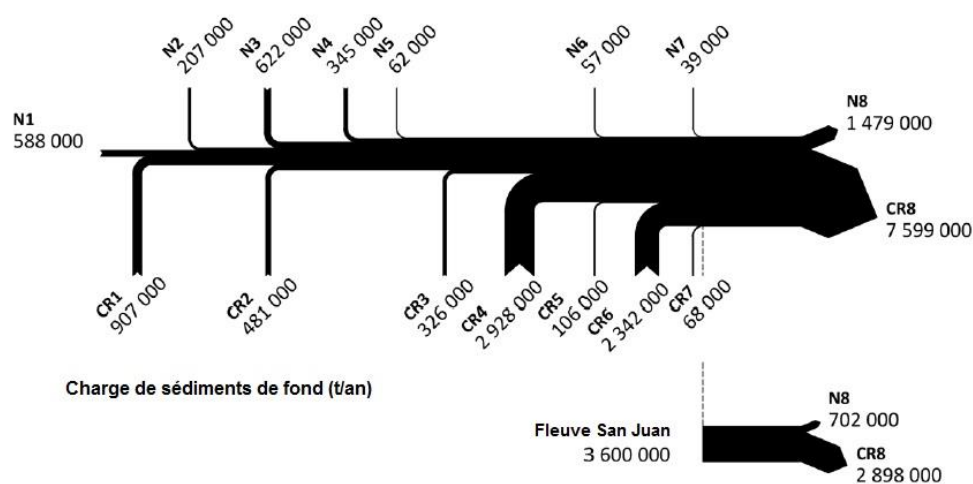


Figure 4.17 : Bilan des charges de sédiments en suspension et de fond du fleuve San Juan entre la borne n° II et Delta Costa Rica (en tonnes/an) (extrait du rapport de l'ICE de 2014)

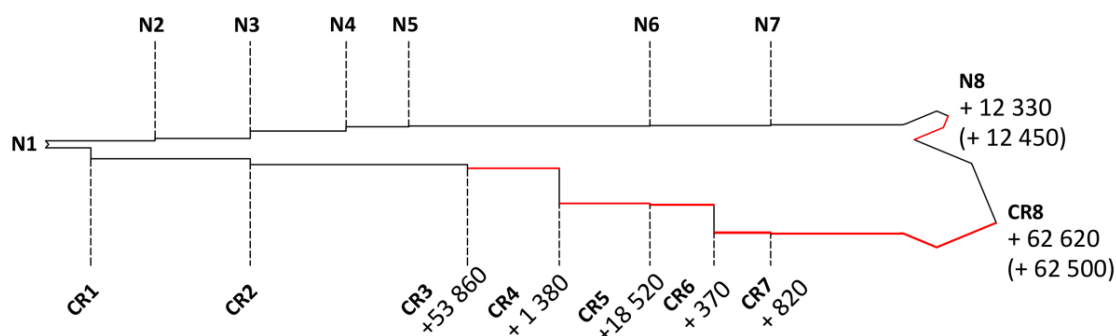


Figure 4.18 : Bilan des sédiments en suspension du système San Juan-Colorado, faisant apparaître en rouge, dans la partie inférieure du schéma, les apports de sédiments fins provenant de la route 1856. Les charges supplémentaires déversées dans le San Juan inférieur et le Colorado reposent sur l'hypothèse que 5 % de l'apport sédimentaire de la route est constitué de sédiments grossiers (les valeurs entre parenthèses correspondent à une proportion de 10 %) (extrait du rapport de l'ICE de 2014).

205

4.87. Il convient de préciser que les apports dans le San Juan inférieur et le Colorado de sédiments en suspension provenant de la route apparaissent deux fois à la figure 4.18 : une première fois dans l'hypothèse où 5 % des sédiments provenant de la route et atteignant le delta sont grossiers, puis une seconde fois (valeurs entre parenthèses) dans l'hypothèse où cette proportion d'éléments grossiers est de 10 % .

4.88. La part des sédiments provenant de la route dans la charge annuelle moyenne de sédiments en suspension du San Juan pour chacun des sous-segments du fleuve entre la borne n° II et Delta Costa Rica figurant au tableau 4.17 est non seulement négligeable, mais également indétectable.

4.89. L'examen de la figure 4.18 démontre qu'il en va de même de la part des sédiments fins provenant de la route dans la charge de sédiments en suspension du San Juan inférieur.

4.90. D'après les données figurant au tableau 4.17 *supra*, l'apport annuel de sédiments provenant de la route dans le fleuve San Juan est, dans l'hypothèse la plus pessimiste, de 44 880 m³/an. Le rapport Thorne de 2013 (voir paragraphe 8.60, page 85) se fondait sur l'hypothèse d'une masse volumique apparente des sédiments provenant de la route d'environ 1,67 tonne/m³ et de 5 à 10 % de sédiments grossiers. Si l'on applique ces hypothèses dans le cas présent, l'apport annuel moyen maximum de sédiments grossiers dans le fleuve San Juan est de 2244 à 4488 m³/an, soit 3747 à 7495 tonnes/an. Il n'existe pas de données concernant la charge de fond des sous-segments situés entre la borne n° II et Delta Costa Rica ; toutefois, selon l'ICE, l'estimation basse de la charge de fond annuelle du fleuve juste en amont du point de bifurcation est de 799 000 tonnes/an. La meilleure estimation et l'estimation haute proposées par l'ICE sont bien plus élevées (3 600 000 et 7 191 000 tonnes/an, respectivement), ce qui atteste d'une variabilité et d'une incertitude très importantes dans les calculs effectués sur la base de l'équation servant à estimer la charge de fond du fleuve.

206

4.91. Même en se fondant sur l'hypothèse la plus élevée concernant le pourcentage de sédiments grossiers dans les apports provenant de la route (10 %) et sur l'estimation basse concernant la charge de fond du fleuve San Juan, la part de sédiments grossiers provenant de la route reste inférieure à 1 %. Ainsi, compte tenu du degré élevé de variabilité et d'incertitude associé à ces estimations, la part de sédiments provenant de la route dans la charge de fond annuelle moyenne du San Juan est négligeable, voire indétectable.

4.92. A la page 28 de son rapport, M. Andrews s'appuie sur les estimations réalisées par M. Kondolf selon lesquelles la quantité de sédiments déposés dans le fleuve chaque année par l'érosion qui se produit le long de la route est de l'ordre de 106 000 à 150 000 m³/an, selon qu'on inclut ou non les voies d'accès.

4.93. Si l'on convertit ces estimations en tonnes/an, selon les estimations de M. Kondolf (que je réfute), la part de sédiments provenant de la route dans le San Juan se situe entre 177 020 et 250 500 tonnes/an, ce qui représente 1 à 2 % seulement de la charge annuelle moyenne totale (soit la somme des sédiments en suspension et de la charge de fond) du fleuve, que l'ICE a estimée à 12 678 000 tonnes/an.

4.94. En revanche, si l'on s'appuie sur les estimations maximales d'érosion de l'UCR et sur l'estimation la plus pessimiste de l'apport sédimentaire de la route proposée par M. Mende et par l'ICE, lesquelles me semblent plus fiables, la part des sédiments provenant de la route (44 880 m³/an, soit 74 949 tonnes/an) représente 0,6 %, soit un pourcentage indétectable de la charge totale du San Juan, estimée par l'ICE à 12 678 000 tonnes/an.

4.95. L'estimation des charges de fond du fleuve San Juan est marquée par une grande incertitude, qu'il est possible d'apprécier en répétant le calcul ci-dessus hors charge de fond. Selon les estimations de M. Kondolf (que je réfute), l'apport de sédiments provenant de la route dans le San Juan se situe entre 177 020 et 250 500 tonnes/an, ce qui représente 2 à 3 % seulement de la charge annuelle moyenne totale de sédiments en suspension du fleuve estimée par l'ICE (9 078 000 tonnes/an).

207

4.96. A la page 27 de son rapport, M. Andrews mentionne un «apport sédimentaire annuel moyen à la tête du delta ... [de] 13,7 millions de tonnes de sédiments en suspension et de fond», estimation similaire, quoique légèrement supérieure, à celle de l'ICE. Si l'on admet l'estimation de la charge sédimentaire annuelle moyenne totale du San Juan proposée par M. Andrews, et que l'on applique les estimations de M. Kondolf (que je réfute) selon lesquelles la route apporte entre 177 020 et 250 500 tonnes de sédiments par an dans le San Juan, la proportion des sédiments produits par la route, d'après les données communiquées à la Cour par les experts du Nicaragua eux-mêmes, n'est toujours que de 1 à 2 %.

4.97. M. Andrews calcule en outre que 1270 à 2700 m³ de sédiments grossiers provenant de la route 1856 se déverseraient chaque année dans le San Juan inférieur (il se fonde sur l'hypothèse que 10 % des sédiments provenant de la route sont charriés jusqu'à celui-ci, et que 12 à 18 % de la charge sédimentaire transportée par le San Juan est constituée d'éléments relativement grossiers).

4.98. Bien que je réfute ces estimations, il est intéressant de poursuivre l'analyse de la charge de fond proposée par M. Andrews jusqu'à sa conclusion logique. A la page 27 de son rapport, M. Andrews indique que «[l]a quantité annuelle moyenne de matériaux de fond charriés à l'entrée du cours inférieur du San Juan est estimée à quelque 120 000 tonnes/an, soit 75 000 m³/an, de sédiments relativement grossiers». Même en se fondant sur les estimations de M. Kondolf et sur l'analyse de M. Andrews, que je réfute, l'apport de sédiments grossiers en provenance de la route ne représente donc que 2 à 4 % de la charge de sédiments grossiers supposément charriée dans le San Juan inférieur au cours d'une année moyenne.

208

4.99. Pour ce qui concerne les incertitudes associées aux mesures et aux calculs de la charge de fond, M. Andrews observe à juste titre, aux pages 23 et 24 de son rapport, que

«[l]e calcul des taux de transport de la charge de fond est tout particulièrement sujet aux erreurs et incertitudes tenant aux forces exercées par les fluides sur le lit du fleuve pour un débit donné. Ces forces dépendent de caractéristiques hydrauliques, telles que la profondeur et la vitesse de l'eau, la présence de formations sur le lit et la pente du fleuve. Des erreurs relativement faibles, de l'ordre de +/- 10 % par exemple, dans l'estimation des forces exercées conduiront à des erreurs beaucoup plus importantes dans le calcul du taux de transport de la charge de fond, qui varie rapidement, étant directement fonction de ces forces. L'exposant réel du rapport entre le taux de transport de la charge de fond et les forces exercées par les fluides est proche de 14 lorsque les sédiments de fond du fleuve commencent à se déplacer, et tombe à 1,5 lorsque le taux de transport est très élevé. Ainsi, une erreur de +/- 10 % dans le calcul des forces aura pour conséquence des erreurs de plusieurs dizaines à plusieurs centaines de points de pourcentage dans le calcul du taux de transport de la charge de fond.»

Compte tenu de ce qui précède, il est évident qu'une différence de 2 à 4 % de la charge de fond annuelle serait non seulement négligeable, mais aussi scientifiquement indétectable ; il est donc totalement impossible d'établir un lien de causalité entre la construction de la route et toute variation de la quantité de sédiments grossiers se déversant dans le San Juan inférieur.

4.100. En appliquant les estimations, plus fiables, selon moi, établies par l'UCR, M. Mende et l'ICE, concernant l'érosion et les dépôts sédimentaires provenant de la route, (présentées au tableau 4.18 b)), ainsi que l'estimation de l'ICE selon laquelle 20 % de la charge de fond du fleuve San Juan passe dans son cours inférieur (voir figure 4.5 *supra* et paragraphes 5.23 et 5.24 *infra*), l'estimation la plus défavorable de l'apport de sédiments grossiers provenant de la route dans la charge de fond du San Juan inférieur est de 450 à 900 m³/an, soit 750 à 1 500 tonnes/an. Cela représenterait seulement 0,1 à 0,2 % de la charge en sédiments grossiers, que l'ICE estime à 702 000 tonnes/an.

209

D. Effets potentiels d'un ouragan ou d'une tempête tropicale

4.101. A la page 51 de son rapport de 2014, M. Kondolf s'attarde sur l'opinion qu'il a formulée dans ses précédents rapports d'expert, à savoir que l'érosion qui s'est effectivement produite à ce jour le long de la route est relativement faible en comparaison de celle qui surviendra «lors des épisodes de précipitations intenses qui ne manqueront pas d'accompagner les tempêtes tropicales et autres ouragans qui s'abattront sur la région». Les conséquences et le caractère inévitable d'une érosion catastrophique de la route en cas d'ouragan ou de tempête tropicale sont ainsi mentionnées pas moins de six fois (pages 1, 14, 28, 35 et 51, et de façon approfondie à la section 12 (pages 71 et 72) ; il y est également fait référence aux paragraphes 4.2.2 (page 8) et 7.2.3.2 (pages 43 et 44) du rapport de Golder Associates produit sous l'annexe 6 de la réplique du Nicaragua déposée en août 2014, «le rapport Golder»).

4.102. Il ne fait aucun doute que les cyclones tropicaux s'accompagnent de fortes pluies et sont susceptibles de causer des inondations, glissements de terrain et destructions matérielles importants, ainsi que, malheureusement, des pertes de vies humaines, dans les zones concernées. Pour autant, M. Kondolf affirme qu'il est *inévitabile* que la route subisse une érosion catastrophique lors d'événements climatiques de ce type, et que l'érosion de la route entraîne, en pareil cas, des charges et des concentrations de sédiments sans précédent dans le fleuve San Juan. Il convient, dans ce contexte, d'examiner soigneusement les arguments de M. Kondolf quant à la certitude qu'une érosion extrême se produira dans la zone avoisinant la route lors de futurs ouragans et tempêtes tropicales.

210

4.103. A cet égard, le directeur général de l'institut national de météorologie costa-ricien, M. Juan Carlos Fallas Sojo (également professeur de physique et de météorologie à l'Université du Costa Rica) a procédé à l'examen du rapport Kondolf de 2014 pour ce qui est des ouragans et des tempêtes tropicales. Il a présenté ses observations dans un rapport intitulé «Observations sur le rapport de M. Kondolf en ce qu'il a trait aux ouragans et tempêtes tropicales (section 12, Risques d'accroissement des apports de la route 1856 [annexe 1, pages 71-74])» (le «rapport Fallas»). N'étant pas moi-même expert en météorologie tropicale, je m'appuie très largement dans la sous-section suivante sur les explications figurant dans le rapport Fallas.

4.104. M. Kondolf ignore, semble-t-il, que les conventions relatives à l'affectation de noms aux ouragans diffèrent dans les bassins atlantique et pacifique. C'est ce qui ressort clairement de son argument, à la page 71 du rapport Kondolf de 2014, selon lequel «[e]n 1971, l'œil des ouragans Irene et Olivia est passé juste au nord du San Juan». Ainsi que l'explique le rapport Fallas, les ouragans Irene et Olivia étaient en fait un seul et même événement. L'ouragan a été nommé Irene lors de son passage dans les Caraïbes et à son entrée au Nicaragua. Il a été renommé Olivia à son arrivée dans le bassin pacifique.

4.105. A la page 71 de son rapport de 2014, M. Kondolf remet en question mon argument (et sans doute également les données de la NASA, sur lesquelles je me fonde) selon lequel il n'a jamais été enregistré aucun ouragan ou aucune tempête tropicale au Costa Rica, en se référant à «la tempête tropicale ayant soufflé du 6 au 11 mai 2004». Ainsi que le souligne M. Fallas, «[l]e système météorologique à l'origine des précipitations sur le territoire du Costa Rica n'était pas une tempête tropicale, mais une perturbation bien plus faible, en termes d'intensité et de durée, que l'on appelle une onde tropicale».

211

4.106. Cet élément est important dans le cadre de l'argument plus général que M. Kondolf entend défendre. Le fait que l'épisode qu'il a retenu pour étayer son opinion d'expert soit qualifié, à juste titre, par la NASA d'«onde tropicale d'est» dans la légende de la figure 32 de la page suivante (page 72) de son rapport indique que M. Kondolf ne fait pas la différence entre une tempête tropicale et une onde tropicale. En cela, il commet une erreur. Les phénomènes météorologiques de ce type sont désignés, en fonction de leurs caractéristiques et de leur intensité (de la plus faible à la plus élevée), onde tropicale, dépression tropicale, tempête tropicale ou ouragan. Les ondes tropicales sont fréquentes au Costa Rica et, ainsi que je l'ai indiqué dans mon rapport de 2013, les cours d'eau de la région sont parfaitement adaptés pour supporter l'intensité, la durée et la répartition des précipitations associées à ce type de phénomène.

4.107. Un profane supposera, à juste titre, que les précipitations associées aux ouragans et tempêtes tropicales sont plus intenses et plus longues que celles des ondes tropicales. Il convient toutefois de préciser, ainsi qu'il est expliqué dans le rapport Fallas, qu'il existe également entre les ondes tropicales et les autres phénomènes météorologiques susmentionnés une différence majeure, tenant à la circulation de l'air et à la répartition des précipitations qui en découle. Une onde tropicale est un ensemble de cellules orageuses (ce qui ressort clairement de l'examen de la figure 32 du rapport Kondolf de 2014) dans lequel la circulation du vent est très faible, voire inexistante. Au contraire, les dépressions tropicales, les tempêtes tropicales et les ouragans sont de nature cyclonique : la circulation de l'air y est bien organisée et se caractérise par des vents très forts tournant dans le sens inverse des aiguilles d'une montre autour d'un centre dépressionnaire unique (figure 4.19).

4.108. Cette forte circulation antihoraire, associée à l'important système montagneux du Costa Rica, favorise l'effet orographique, qui concentre les précipitations sur le flanc des montagnes le plus exposé au vent et crée un effet d'«ombre pluviométrique» sur le flanc protégé. La répartition des précipitations déclenchées par l'ouragan Mitch illustre parfaitement ce phénomène (figure 4.20, reproduite à partir du rapport Fallas).

4.109. Le fait est que les précipitations associées à un ouragan ou à une tempête tropicale seraient bien plus fortes dans les bassins se déversant dans le Pacifique que dans ceux se déversant dans les Caraïbes, comme celui du San Juan.

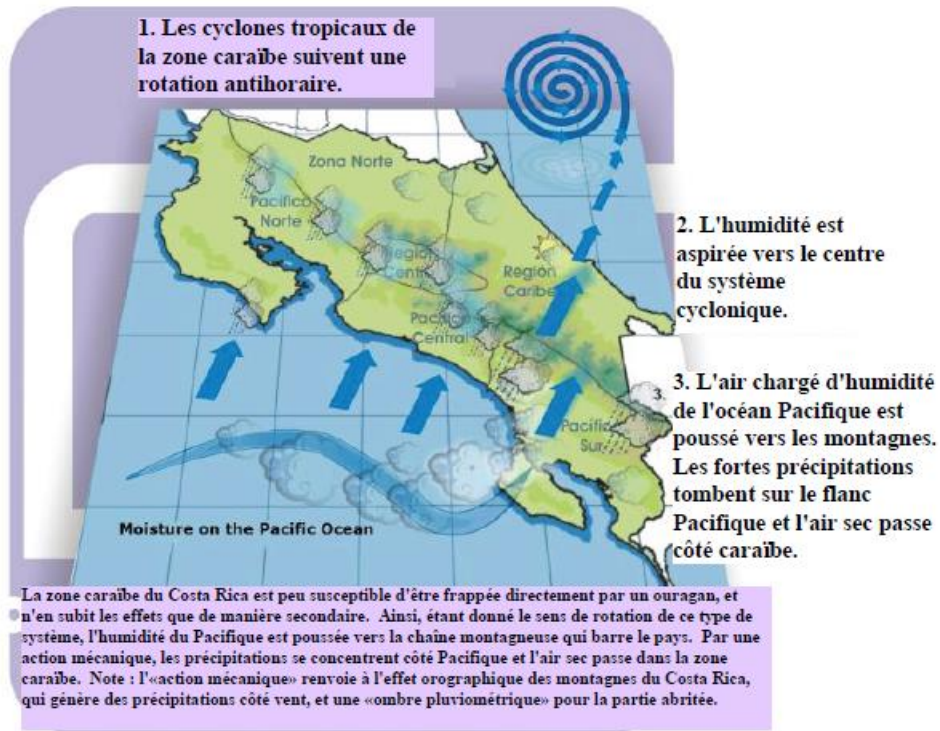


Figure 4.19 : Répartition des vents et des pluies au Costa Rica lors d'un cyclone tropical à proximité de la côte caraïbe du Nicaragua (extrait du rapport Fallas)

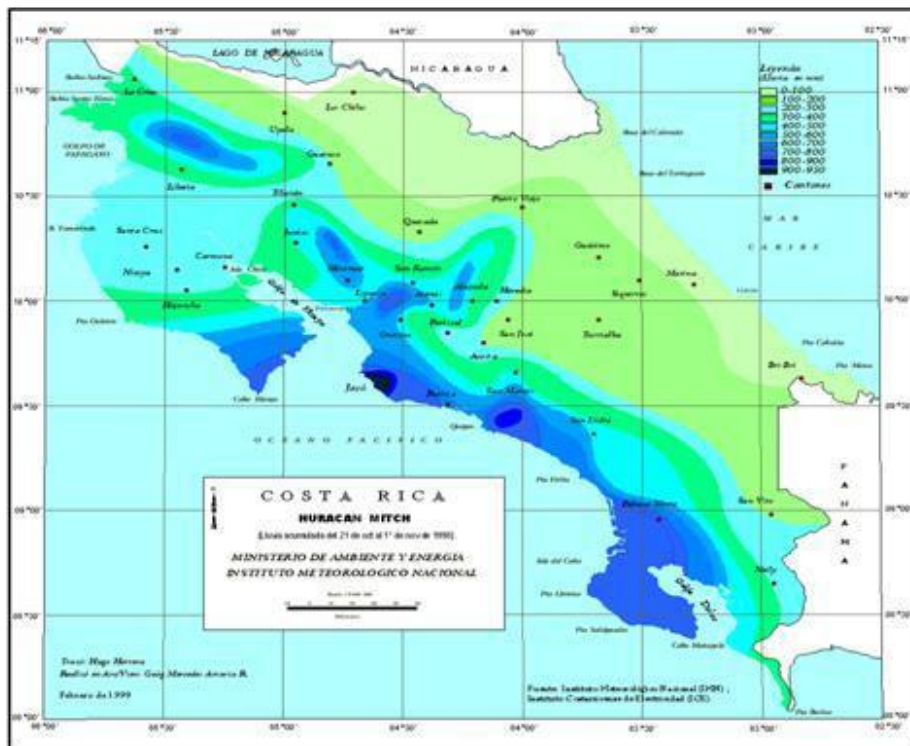


Figure 4.20 : Répartition des précipitations au Costa Rica pendant l'ouragan Mitch (extrait du rapport Fallas)

213

4.110. Il est exact que, comme l'indique M. Kondolf à la page 72 de son rapport, sept personnes ont été tuées par l'ouragan Mitch au Costa Rica. Toutefois, ces décès ne sont pas survenus dans la zone de la route, mais dans le bassin hydrographique pacifique, de l'autre côté de la ligne continentale de partage des eaux. Ce phénomène s'explique par la circulation d'air (figure 4.19) et la répartition des précipitations (figure 4.20) associées à l'ouragan Mitch, qui correspondent à celles d'un cyclone tropical. Ces pertes de vies humaines ne sont pas survenues dans le bassin du San Juan, ni même dans le bassin caraïbe.

4.111. Au vu de l'examen météorologique mené par M. Fallas en sa qualité d'expert et de ma propre connaissance des phénomènes d'érosion dus aux précipitations, je conclus qu'il est très peu probable que la route subisse une érosion catastrophique si un ouragan ou une tempête tropicale venait à frapper le Costa Rica, hypothèse que M. Kondolf avance à tort aux pages 1, 14, 28, 35, 51, 71 et 72 de son rapport de 2014.

4.112. En tant que géomorphologiste, je suis d'avis que le risque d'érosion rapide due à des précipitations intenses dans la zone située à proximité de la route est probablement plus élevé lors des orages localisés qui caractérisent une onde tropicale que lors d'un cyclone tropical. Or ces fortes pluies localisées, bien que fréquentes, ont des répercussions limitées car, pour reprendre les termes de mon précédent rapport, «l'hydrologie, la dynamique sédimentaire, la morphologie et l'environnement du fleuve sont tout à fait adaptés aux effets de pluies fréquentes et fortes» (rapport Thorne de 2013, paragraphe 6.20).

E. La charge sédimentaire naturelle du fleuve San Juan et les différences éventuelles par rapport à la situation qui prévalait juste avant la construction de la route

214

4.113. Dans son rapport, M. Andrews affirme qu'une «analyse en bonne et due forme des effets que la construction de la route 1856 a eus – et aura dans les décennies à venir – sur l'apport, le transport et le dépôt de sédiments dans le fleuve San Juan doit nécessairement passer par une comparaison». Les sections précédentes offrent précisément la base permettant de procéder à cette analyse, c'est-à-dire de comparer le bilan sédimentaire du San Juan à l'estimation du volume annuel de sédiments apportés par la construction de la route dans le scénario le plus défavorable. Il ressort de cette comparaison que la quantité de sédiments produits par la route et déposés dans le San Juan (estimés à 74 949 tonnes/an dans le rapport de l'ICE de 2014) représente moins de 1 % de la charge annuelle moyenne de sédiments en suspension (9 078 000 tonnes/an, hors charge de fond). Il s'agit là d'une proportion indétectable compte tenu du large intervalle de confiance associé à la charge annuelle moyenne de sédiments en suspension, qui varie de 8 286 000 à 9 997 000 tonnes/an en raison de l'incertitude liée à la répartition du débit au niveau du point de bifurcation (sans même tenir compte de la variabilité interannuelle et de l'incertitude des courbes d'étalonnage des sédiments).

4.114. L'apport de la route n'en serait pas moins imperceptible, si l'on appliquait la plage de valeurs bien plus bien élevée proposée dans le rapport Kondolf de 2014 concernant les dépôts sédimentaires provenant de la route et de ses voies d'accès (177 020 — 250 500 tonnes/an), que je réfute. Comparée à la meilleure estimation de la charge annuelle moyenne en suspension dans le fleuve (9 078 000 tonnes/an), la fourchette proposée par M. Kondolf représente 2 à 3 % de la charge annuelle moyenne en suspension du fleuve San Juan, soit une quantité indétectable compte tenu de la variabilité interannuelle de la charge de sédiments en suspension charriée par le San Juan et des incertitudes inhérentes à son estimation.

4.115. Toutefois, M. Andrews se garde bien d'effectuer pareille comparaison, indiquant à la page 6 de son rapport que «[l]a question est de savoir si 61 000 à 240 000 tonnes de sédiments par an représentent un volume faible ou élevé par rapport à l'apport sédimentaire naturel», et que «[l]a réponse à cette question dépend largement de ce que l'on considère comme l'apport sédimentaire «naturel» du bassin dans son ensemble».

215

4.116. Avant de présenter ma réponse sur le plan technique, je tiens à mettre en évidence deux problématiques d'ordre général découlant du cadre dans lequel M. Andrews inscrit cette comparaison. *Premièrement*, d'après ce que je comprends de l'affaire dont est saisie la Cour, il importe peu de déterminer, comme l'avance M. Andrews, «si 61 000 à 240 000 tonnes de sédiments par an représentent un volume faible ou élevé par rapport à l'apport sédimentaire naturel». La question scientifique, telle que je l'entends, est celle de savoir si la construction d'une route au Costa Rica a causé des dommages à l'environnement ou à l'écologie du fleuve San Juan de Nicaragua. Cette question nécessite d'examiner si la construction de la route a eu un impact sensible sur les processus sédimentaires, la morphologie, la vie aquatique ou la navigation qui prévalaient dans le San Juan ou le long de celui-ci avant la construction de la route. De mon point de vue, il ne s'agit nullement d'établir (mais il appartient, de toute évidence, à la Cour d'en décider) si la charge sédimentaire du fleuve est d'origine «naturelle».

4.117. *Deuxièmement*, l'argument de M. Andrews selon lequel la charge actuellement charriée par le fleuve San Juan n'est pas naturelle va à l'encontre des vues exprimées par d'autres experts, spécialisés dans le domaine des sédiments et ayant une bonne connaissance du fleuve. A titre d'exemple, à la page 10 de leur rapport indépendant intitulé «Rapport sur la stabilité morphologique du delta du San Juan (Nicaragua/Costa Rica)» (document 18 annexé à la demande en indication de mesures conservatoires présentée à la Cour par le Nicaragua en 2011), MM. van Rhee et de Vriend concluent qu'il est peu probable que le dragage cause des dommages mesurables à l'environnement, «compte tenu de la turbidité naturelle élevée existant déjà dans le fleuve».

4.118. A la page 11 d'un autre rapport intitulé «Influence du dragage sur le débit et l'environnement du fleuve San Juan» (soumis à la Cour en 2012 sous l'appendice 2 du contre-mémoire du Nicaragua en l'affaire relative à *Certaines activités*), MM. van Rhee et de Vriend réaffirment leur avis d'expert, en indiquant que, «comme expliqué dans le VRDV 2011 [le précédent rapport susmentionné], le San Juan est à la fois naturellement trouble et relativement stable».

216

4.119. De même, alors que M. Andrews rejette les arguments que j'ai formulés dans mon rapport de 2013 concernant la charge et la turbidité naturelles du fleuve, d'autres experts ont expressément admis les vues que j'ai exprimées dans le rapport annexé au mémoire du Costa Rica en l'affaire relative à *Certaines activités*. A titre d'exemple, dans un passage figurant à la page 10 de leur rapport de 2012 expliquant pourquoi le dragage ne serait pas dommageable pour l'environnement dans le fleuve San Juan inférieur, MM. van Rhee et de Vriend font observer que

«Thorne confirme en fait cette conclusion lorsqu'il déclare «[l]es concentrations naturellement élevées de sédiments et d'éléments nutritifs dans le fleuve limiteront probablement les impacts sur la turbidité et la qualité de l'eau habituellement associés aux opérations de dragage (rapport Thorne, p. vii)».»

4.120. M. Andrews fait valoir que les effets sur l'environnement d'activités ayant une incidence sur les sédiments du fleuve doivent être évalués à l'aune de la charge «naturelle» du San Juan, qui est de seulement 170 000 à 420 000 tonnes par an (voir page 10 du rapport Andrews). Au demeurant, si cette position est défendable, les impacts environnementaux et écologiques de l'augmentation de la turbidité due à la remise en suspension des sédiments produits par les activités massives de dragage menées par le Nicaragua (inévitables selon ses experts spécialistes du dragage) apparaissent plus inacceptables encore.

4.121. Cette question soulevée par M. Andrews me fournit l'occasion d'expliquer pourquoi son estimation à 170 000 à 420 000 tonnes par an de la charge sédimentaire naturelle du fleuve San Juan (page 10 du rapport Andrews) est, selon moi, trop faible pour être réaliste, et pourquoi, au paragraphe 6.45 de mon rapport de 2013, je décris le San Juan comme un fleuve dont «la concentration de sédiments en suspension ... est naturellement élevée», caractéristique qui est, de fait, validée par d'autres experts (dont MM. van Rhee et de Vriend).

217

4.122. A la page 8 de son rapport, M. Andrews affirme que, «[e]n l'absence de mesures exploitables propres au bassin du San Juan, qui permettraient d'en analyser les apports sédimentaires naturels spécifiques, la meilleure solution consiste à chercher des données issues d'autres bassins hydrographiques comparables, situés dans des zones de forêts tropicales». Cela est exact, mais il convient de garder à l'esprit que, selon les propres termes de M. Andrews, les données doivent être issues de «bassins hydrographiques comparables, situés dans des zones de forêts tropicales», le mot «comparable» étant ici primordial.

4.123. Se fondant sur ce qu'il présente comme des

«bassins hydrographiques tropicaux boisés présentant une grande diversité du point de vue des précipitations, de la géologie et de la topographie, y compris des bassins qui, comme celui du San Juan, comprennent des zones de sols volcaniques et de forte déclivité, et enregistrent des précipitations importantes» (page 8),

M. Andrews indique que les apports sédimentaires tirés des ouvrages scientifiques (figurant dans le tableau 1, à la page 8) démontrent que «les apports sédimentaires des bassins hydrographiques tropicaux comportant des forêts primaires intactes varient entre 1 et 120 tonnes/km²/an», ce dont il conclut, un peu plus loin à la même page, que «les apports sédimentaires qui prévalaient dans le bassin du fleuve San Juan avant qu'une partie importante de la forêt ne soit détruite et les paysages perturbés étaient probablement de l'ordre de 20 à 50 tonnes/km² par an».

4.124. Or, dans l'étude Dunne (1979, page 292), l'une des sources citées au tableau 1 du rapport Andrews, il est précisé que «les apports sédimentaires relevés dans le petit échantillon kényan (environ 20 à 30 tonnes/km²/an) semblent être représentatifs des bassins de forêts tropicales intactes situés dans des zones *stables sur le plan tectonique*» [les italiques sont de moi]. Ainsi que cela est souligné dans mon rapport de 2013 (sections 6.3 à 6.5) et développé ci-après, il ne fait aucun doute que les bassins costa-riciens des affluents du fleuve San Juan ne sont pas stables sur le plan tectonique.

4.125. M. Astorga a étudié de façon approfondie la géologie du bassin du San Juan. Dans son rapport de 2014 (le «rapport Astorga»), il explique pourquoi les charges sédimentaires du fleuve San Juan sont à la fois naturellement élevées et extrêmement variables, et démontre que tel est le cas depuis au moins 10 millions d'années.

218

4.126. Le rapport Astorga décrit l'histoire géologique complexe du bassin, liée à l'évolution tectonique des blocs lithosphériques qui forment la plaque caraïbe, et au fait que le bassin est situé dans la zone d'arrière-arc d'Amérique centrale, caractérisée par de multiples failles actives (figure 4.21) et volcans en activité, situés, pour la plupart, le long d'une chaîne suivant la ligne méridionale de partage des eaux du bassin dans sa partie costa-ricienne (figure 4.22).

4.127. La figure 4.23 présente un aperçu, pour les trois derniers siècles, des séismes de magnitude supérieure à 6 et des éruptions volcaniques ayant provoqué des coulées de boue dans les affluents qui coulent dans la partie costa-ricienne du bassin.

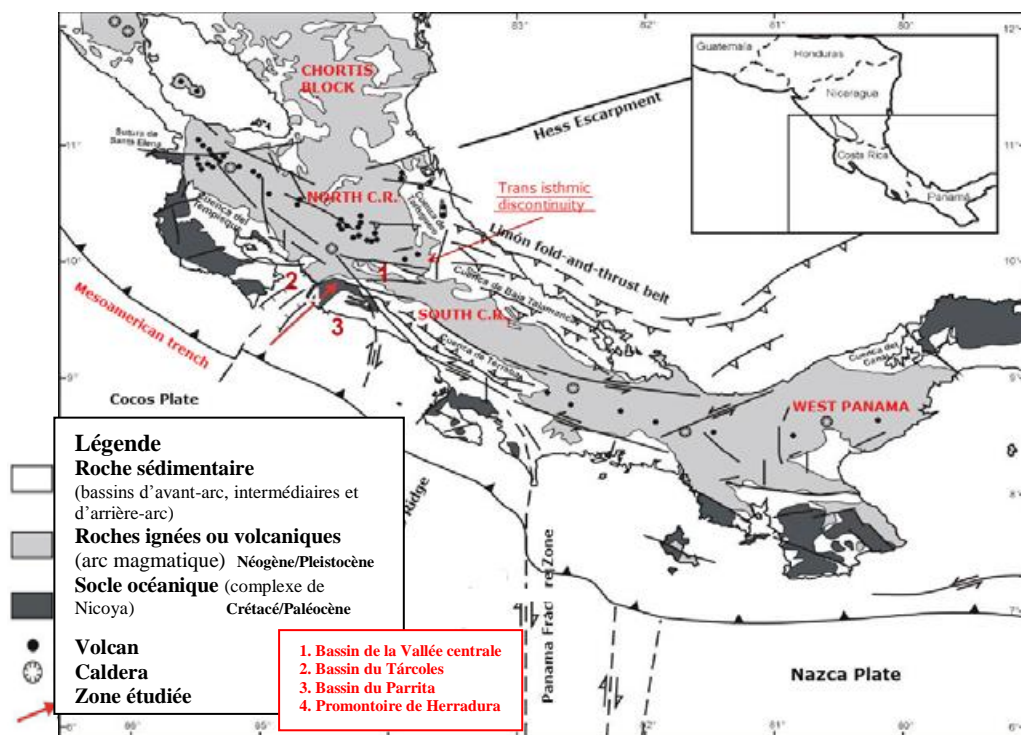


Figure 4.21 : Carte tectonique du sud de l'Amérique centrale, indiquant les principaux éléments tectoniques et néotectoniques qui ont une incidence sur le bassin du San Juan (ligne bleue). Le bassin inférieur est situé dans la zone d'arrière-arc d'Amérique centrale (extrait du rapport Astorga).

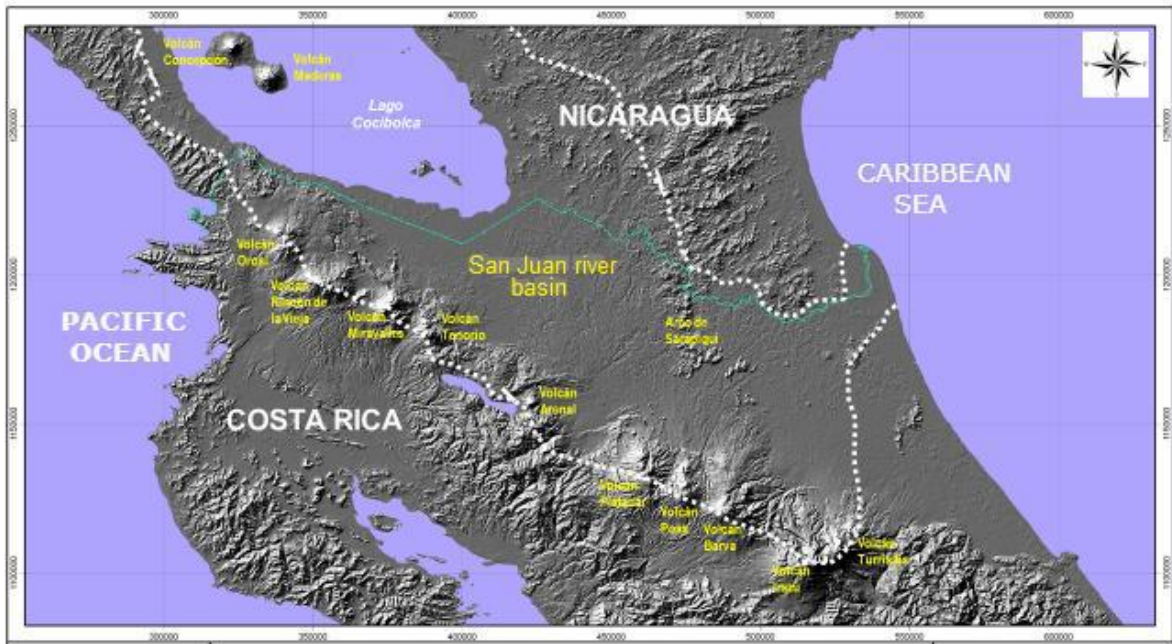
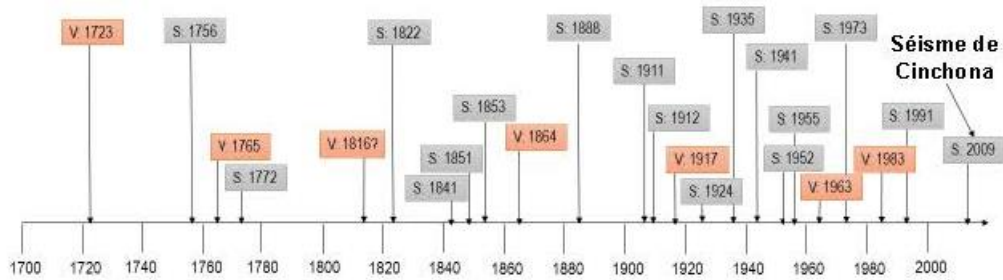


Figure 4.22 : Volcans de 2 000 à 3 000 mètres de haut produisant régulièrement des apports sédimentaires exceptionnels qui viennent se déverser dans le système hydrographique du San Juan (extrait du rapport Astorga)



Historique des événements sismiques (tremblements de terre) et éruptions volcaniques enregistrés dans la partie costa-ricienne du bassin du San Juan

Désignation

- S. 1756 Événements sismiques (de magnitude supérieure à 6.0)
- V 1864 Événements volcaniques (éruptions pyroclastiques et coulées de boue volcanique)

Références

Bochini & Montero (1994); Barquero & Rojas (1994); Peraldo & Montero (1994); Alvarado (2000) Denyer et al. (2003); Peraldo y Mora (2008); Alvarado (2010)

Figure 4.23 : Historique des séismes et éruptions volcaniques ayant produit des volumes exceptionnels de sédiments se déversant dans le bassin du San Juan depuis sa partie costa-ricienne (extrait du rapport Astorga)

4.128. Ce schéma montre que, au cours de chacun des siècles considérés, il s’est produit dans le bassin un nombre important de séismes et d’éruptions volcaniques susceptibles de générer un apport sédimentaire exceptionnel dans le réseau hydrographique.

220

4.129. A titre d'exemple, très récemment, le 8 janvier 2009, le séisme de Cinchona (de magnitude 6,1) s'est produit dans la région montagneuse où la Sarapiquí prend sa source. Cet événement naturel a provoqué, à lui seul, plusieurs milliers de glissements de terrain, dont 82 % dans des zones forestières (Ruiz et al., 2011). Dans la zone située à proximité immédiate de l'épicentre, 349 glissements de terrain ont perturbé 21,7 km² de terres jusqu'alors couvertes de végétation (Alvarado 2010 et figure 4.24), et déposé 2,5 à 3,5 millions de mètres cubes de sédiments (soit 4 à 6 millions de tonnes) dans les réseaux hydrographiques concernés, dont 95 % se sont déversés dans les affluents costa-riciens du San Juan. A titre de comparaison, la zone perturbée par la construction de la route sur les 108 kilomètres de son tracé long du fleuve représente une superficie *globale* de seulement 3,5 km² (chiffre confirmé par M. Kondolf à la page 62 de son rapport de 2014) et, même en appliquant les estimations de M. Kondolf, que je réfute, la quantité de sédiments déposée chaque année dans le fleuve atteint tout au plus 250 000 tonnes.

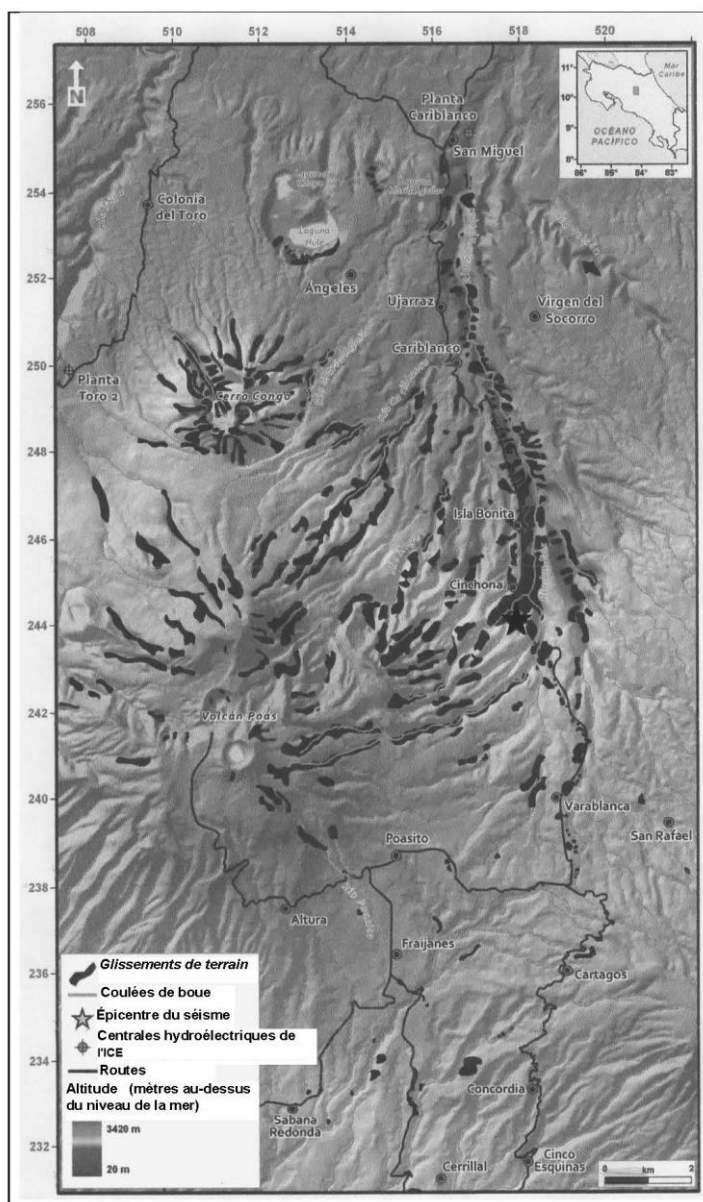


Figure 4.24 : Carte des glissements de terrain déclenchés par le séisme de Cinchona en 2009 (extrait de Alvarado, 2010)

4.130. M. Andrews utilise par ailleurs des données issues d'un article de Ian Douglas publié en 1967, sans toutefois mentionner un second article publié par l'auteur sur le même sujet, intitulé «The impact of land-use changes on sediment yields in humid tropical Southeast Asia» [L'impact des changements dans l'utilisation des terres sur la production sédimentaire dans les zones tropicales humides d'Asie du sud-est] (Douglas, 1996). Dans cet article plus récent, M. Douglas observe que «les bassins volcaniques de Java présentent des taux d'érosion élevés, même en présence d'une couverture forestière, comme le montre le bassin de Cilutung (point le plus élevé de la colonne C à la figure 1), dont le taux d'érosion est de 2250 tonnes/km²/an (Van Dijk et Vogelzang, 1948)». A l'instar des sols volcaniques mentionnés par M. Andrews, la partie costa-ricienne du bassin hydrographique du San Juan abrite une douzaine de volcans en activité, ainsi que le montre la figure 4.22 *supra*.

4.131. En résumé, il est totalement erroné de déduire la production sédimentaire «naturelle» des bassins des affluents costa-riciens du fleuve San Juan, dont on sait qu'ils ont une activité tectonique et volcanique, en se fondant sur des taux mesurés dans des bassins non volcaniques et stables sur le plan tectonique. Tel est notamment le cas des sous-bassins de la San Carlos et de la Sarapiquí, qui prennent leur source dans des zones montagneuses présentant des altitudes supérieures à 3 000 mètres. Pour bien comprendre ce point, il convient de se référer à l'article de 1996 de M. Douglas, qui explique ce qui suit :

«les apports sédimentaires les plus élevés surviennent dans les zones actives sur le plan tectonique, où les petites secousses sismiques déclenchent de fréquents mouvements de masse entraînant le dépôt de volumes importants de sédiments dans les cours d'eau. C'est dans les zones anciennes présentant des reliefs bas et profondément altérés que les productions sédimentaires sont les plus faibles. A titre de comparaison, les apports sont de l'ordre de 10 000 tonnes/km²/an dans les montagnes de Nouvelle-Guinée, de Taïwan et de l'île du Sud de Nouvelle-Zélande (Pickup et al., 1981 ; Shimen Reservoir Authority, 1975 ; Griffiths, 1979), contre environ 100 tonnes/km²/an en Afrique (Milliman et Meade, 1983).»

4.132. L'on comprend mieux la production sédimentaire «naturelle» du bassin en examinant de manière plus approfondie les cartes des sous-bassins, du terrain et des précipitations, ainsi que les facteurs d'utilisation des terres (C), de précipitations (R) ou le facteur topographique (LS) de l'EUPS (figures 4.6 et 4.7 *supra*), et les résultats du modèle distribué d'érosion des sols proposé par l'ICE (tableau 4.19 (données extraites du tableau 4.9 *supra*) et figure 4.25).

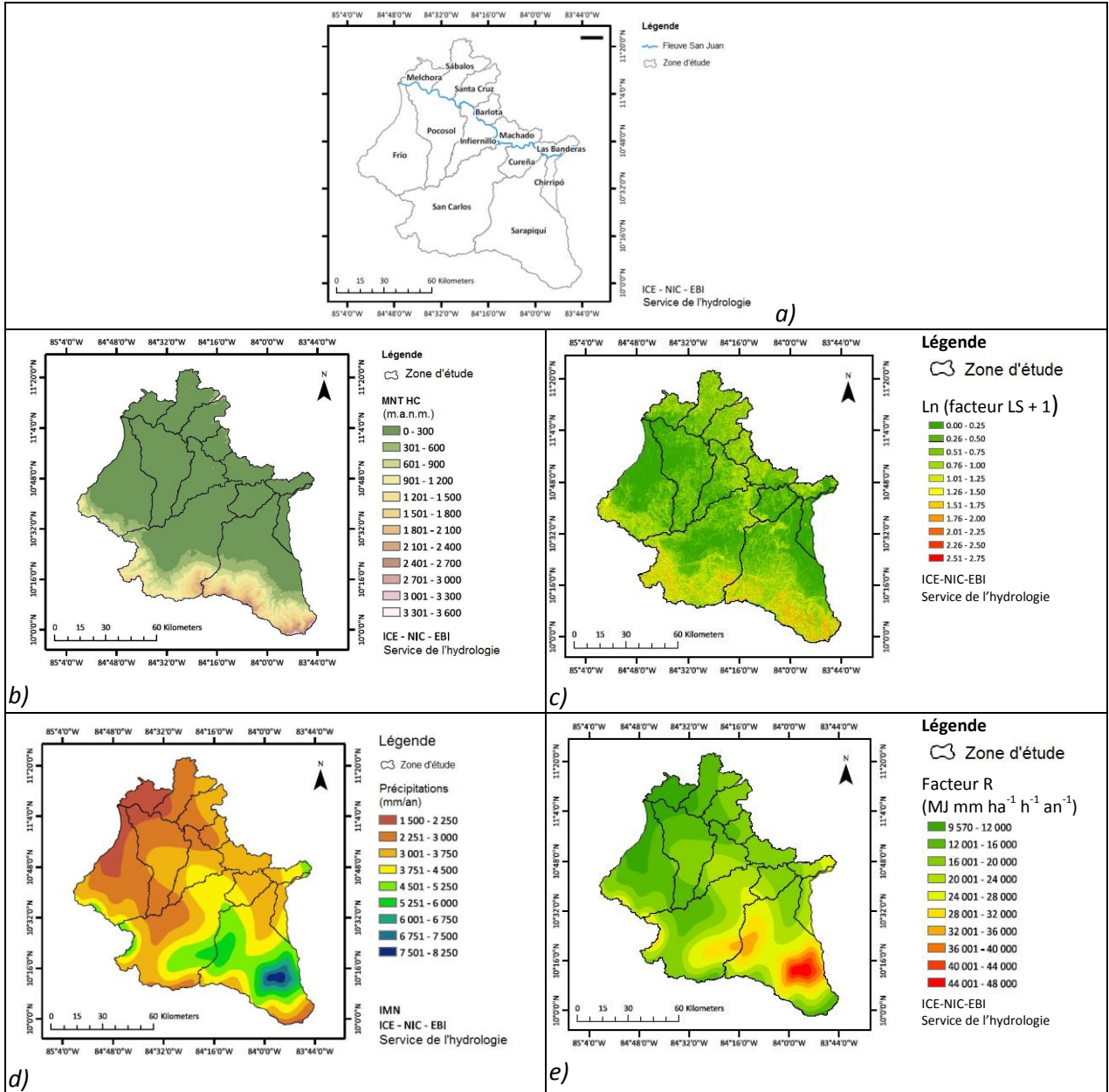
Tableau 4.18 : Apports sédimentaires propres aux bassins nicaraguayens et costa-riciens (extrait du rapport de l'ICE de 2014).

Bassin	Superficie drainée (km ²)	Apport sédimentaire spécifique (t/km/an)	Apport sédimentaire total (t/an)
Bassin d'affluents du Nicaragua			
Las Banderas*	198	145	29 000
Machado*	352	119	42 000
Barlota*	219	207	45 000
Santa Cruz	418	606	253 000
Melchora	305	497	152 000
Sábalos	571	799	456 000
Bassins du Nicaragua	2063	473	977 000
Bassin d'affluents du Costa Rica			
Chirripó	236	211	50 000
Cureña	353	221	78 000
Pocosol	1224	288	353 000
Infiernillo	609	393	239 000
Frío	1577	422	666 000
Total de ces 5 bassins costa-riciens	3999	346	1 386 000
San Carlos	2642	928	2 451 000
Sarapiquí	2770	1007	2 791 000
San Carlos & Sarapiquí	5412	969	5 242 000
Total des 7 bassins costa-riciens	9411	704	6 628 000
Zone étudiée	11 474	663	7 605 000

* La carte d'utilisation des terres (figure 5.25 f) *infra*) montre clairement que, dans ces trois bassins, la végétation est principalement constituée de forêts intactes (code : FORE).

4.133. Les données indiquent que, bien que la couverture forestière primaire ne soit pas perturbée, les apports sédimentaires spécifiques des bassins des affluents Las Banderas (145 tonnes/km²/an), Machado (119 tonnes/km²/an) et Barlota (207 tonnes/km²/an) ne viennent nullement confirmer l'allégation de M. Andrews selon laquelle «les apports sédimentaires qui prévalaient dans le bassin du fleuve San Juan avant qu'une partie importante de la forêt ne soit détruite et les paysages perturbés étaient probablement de l'ordre de 20 à 50 tonnes/km² par an».

223



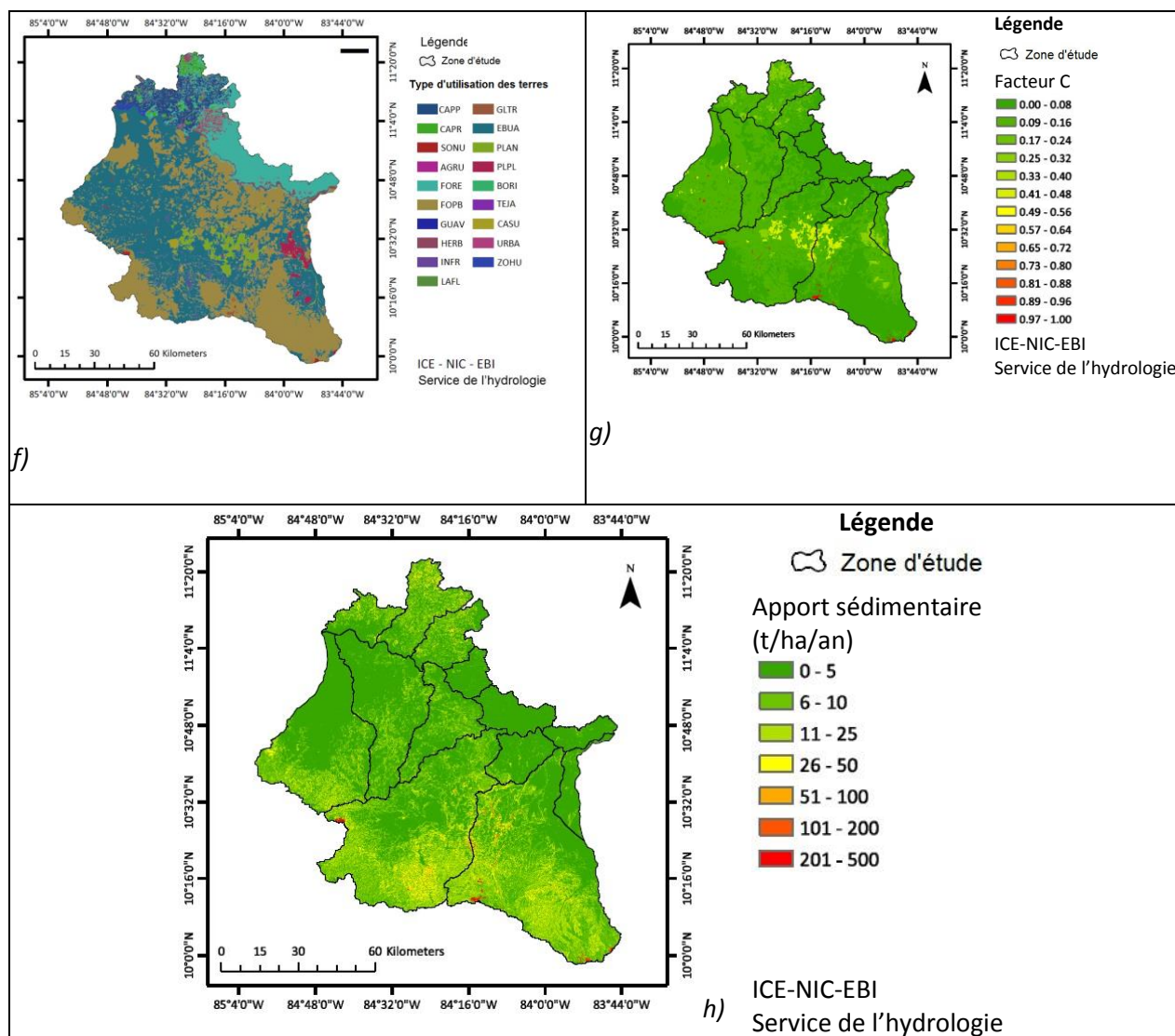


Figure 4.25 : a) bassins d'affluents, b) modèle numérique de terrain, c) facteur topographique (LS), d) précipitations annuelles moyennes, e) coefficient d'érosivité des précipitations (R), f) facteur d'utilisation et de gestion des terres (C) et h) apports sédimentaires spécifiques ajustés (E) dans la zone étudiée

224

4.134. Pour ce qui concerne l'incidence des constructions dans le bassin du fleuve San Juan, l'apport sédimentaire spécifique moyen des bassins situés au Nicaragua (473 tonnes/km²/an) est comparable, bien que légèrement supérieur, à l'apport moyen de cinq des sept bassins d'affluents du Costa Rica (346 tonnes/km²/an), à l'exclusion des bassins de la San Carlos et de la Sarapiquí.

4.135. L'examen de la figure 4.25 permet de comprendre pourquoi les apports sédimentaires des bassins de la San Carlos et de la Sarapiquí sont nettement plus élevés : les cartes a) et b) montrent que ces deux cours prennent leur source dans des zones essentiellement constituées de terrains de haute montagne. Cette caractéristique explique pourquoi le facteur topographique LS figurant à la carte c) y est bien plus élevé que dans le reste de la zone étudiée. La carte d) révèle que les bassins de la San Carlos et de la Sarapiquí reçoivent des précipitations bien plus importantes que n'importe quel autre bassin de la zone étudiée, ce qui explique pourquoi le coefficient d'érosivité des précipitations R (carte e)) y est également très élevé. La carte f) indique que, en amont des cours San Carlos et Sarapiquí, la végétation est constituée de forêts, d'arbres et d'arbustes (code : FOSM), de sorte que le facteur d'utilisation et de gestion des terres (C) est

inférieur à la moyenne de la zone étudiée. La carte *h*) montre que les valeurs élevées des facteurs LS et R l'emportent sur l'effet positif du facteur C dans l'équation universelle de la perte de sol, et conduisent à des apports sédimentaires spécifiques très élevés pour les bassins d'amont de la San Carlos et de la Sarapiquí. Les apports sédimentaires locaux dans les zones où ces cours prennent leur source (soit, essentiellement, des zones non perturbées de forêts et d'arbustes faisant partie de parcs nationaux) sont équivalents, quoique légèrement inférieurs, aux chiffres présentés par M. Douglas dans son article, cité au paragraphe 4.130 *supra*.

225

4.136. En conclusion, je suis d'avis que l'estimation de la charge sédimentaire «naturelle» du fleuve San Juan avancée par M. Andrews, à savoir 170 000 à 420 000 tonnes par an, va à l'encontre des ouvrages scientifiques en la matière et de la géologie du bassin du San Juan, et qu'elle est bien trop faible. Je réaffirme ici l'avis que j'ai exprimé au paragraphe 6.45 de mon rapport de 2013, c'est-à-dire que le San Juan présente une «concentration de sédiments en suspension ... naturellement élevée».

4.137. En outre, je réfute la conclusion de M. Andrews selon laquelle «la charge sédimentaire actuelle du fleuve San Juan est anormalement élevée, en raison principalement de la déforestation et des perturbations qu'elle a entraînées sur les terrains concernés *dans les parties costa-riciennes du bassin*» [les italiques sont de moi]. S'il est vrai que la déforestation et le développement agricole ont accru les apports sédimentaires spécifiques dans les zones concernées, la déforestation n'est certainement pas limitée «aux parties costa-riciennes du bassin». La carte d'utilisation et de gestion des terres proposée à la figure 4.25 *f*) montre qu'une déforestation massive s'est produite dans trois des six sous-bassins nicaraguayens dont les eaux se déversent dans le San Juan. Si l'on en croit les résultats des modélisations présentées au tableau 4.19, les apports sédimentaires spécifiques des bassins des cours Santa Cruz, Melchora et Sábalos pourraient être plus élevés que ceux de cinq des sept sous-bassins situés au Costa Rica.

4.138. Il n'est pas difficile de prouver que tous les affluents, nicaraguayens et costa-riciens, présentent des niveaux élevés de concentration en sédiments en suspension et de turbidité. Ainsi, la figure 4.26, montre les eaux hautement turbides des cours Santa Cruz et Sábalos entrer dans le fleuve San Juan le 23 décembre 2012. L'on peut suivre le panache très visible d'eaux turbides de la Sábalos, qui descend dans le San Juan sur une certaine distance.

226

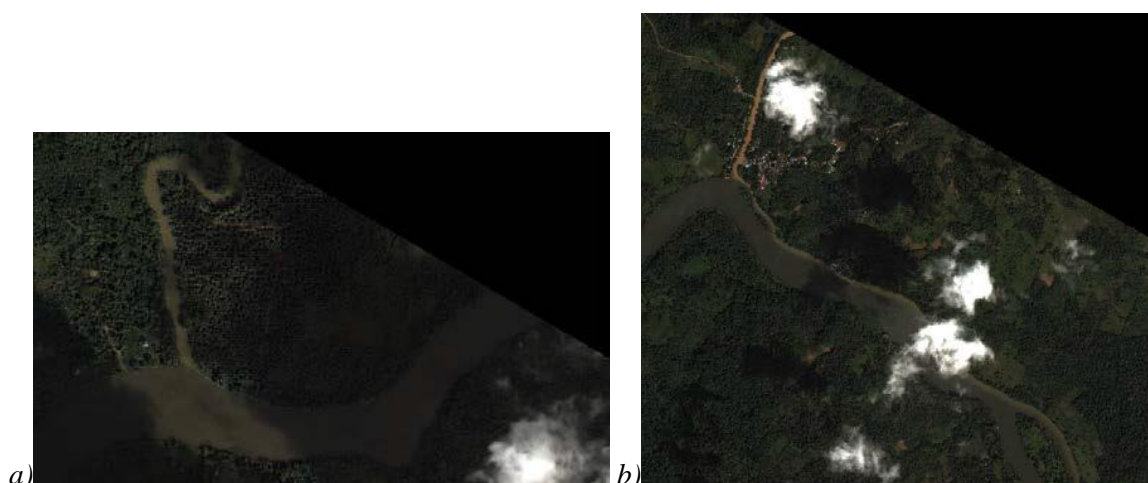


Figure 4.26 : Eaux turbides drainées par le fleuve San Juan le 23 décembre 2012 en provenance des affluents nicaraguayens *a*) Santa Cruz et *b*) Sábalos

4.139. Si les apports sédimentaires provenant des bassins de la San Carlos et de la Sarapiquí sont bien plus élevés que ceux provenant des onze autres sous-bassins de la zone étudiée, la raison principale ne tient pas aux changements intervenus dans l'utilisation et la gestion des terres (qui ont touché non seulement les bassins de la San Carlos et de la Sarapiquí, mais également 10 des treize sous-bassins considérés), mais au fait que ces cours d'eau coulent, en amont, sur des terrains escarpés et montagneux, et reçoivent régulièrement, en raison de l'activité tectonique et volcanique de ces bassins d'amont, des quantités exceptionnelles de sédiments, qui finissent dans le fleuve San Juan.

227

4.140. A la page 63 de son rapport de 2014, M. Kondolf se réfère au fait que les sédiments sont considérés comme des matières polluantes. Il est vrai que les organes de réglementation de l'environnement considèrent les sédiments comme des polluants lorsque les charges sédimentaires augmentent en raison des activités humaines. Toutefois, cette qualification ne s'applique que si leur concentration ou leur charge augmente artificiellement au-delà de la quantité qui serait prévisible au vu de la nature du cours d'eau et des caractéristiques de son bassin. Ainsi, pour être considérés comme des matières polluantes, les sédiments doivent présenter des concentrations et des charges importantes par rapport à celles qui prévalent naturellement dans le cours d'eau. L'on sait que les fleuves qui coulent dans des zones d'activité tectonique, et en particulier dans des bassins abritant des volcans en activité, charrient des charges sédimentaires très importantes et extrêmement variables qui perdurent pendant de longues périodes géologiques (c'est-à-dire pendant des milliers, voire des millions d'années), ainsi que l'a souligné M. Douglas (1996). Les concentrations de sédiments dans le fleuve San Juan sont élevées et extrêmement variables, car le bassin reçoit des apports sédimentaires exceptionnels lors des séismes et des éruptions volcaniques, qui sont une conséquence naturelle de sa géologie (pour les raisons exposées dans le rapport Astorga). Ainsi, compte tenu de la géologie du bassin du San Juan, les sédiments ne sont pas pour le fleuve des matières polluantes, et ne sauraient être considérés comme tels.

4.141. Pour tenter de contester mon argument selon lequel la charge sédimentaire du fleuve San Juan est naturellement élevée, M. Kondolf se fonde largement sur les éléments de preuve fournis par M. Andrews. Ainsi, dans le troisième paragraphe de la page 68, il affirme que «M. Andrews présente des preuves et des documents scientifiques concernant l'utilisation des sols qui a conduit à la charge solide anormalement élevée observée dans le fleuve San Juan.» Si les apports et charges sédimentaires du bassin du San Juan demeurent hautement incertains, les éléments de preuve présentés par M. Andrews paraissent peu plausibles, ce qui tend à fragiliser les opinions d'expert formulées dans le rapport Kondolf de 2014 sur le fondement de ces éléments.

4.142. A la section V.C de son rapport, M. Andrews fait valoir que les mesures de charges en suspension effectuées entre 1974 et 1976 à la station La Trinidad sur le San Juan sont trop peu nombreuses pour en tirer des conclusions exploitables. L'on peut effectivement regretter qu'il existe si peu de données ; toutefois, entre 1974 et 1976, 12 mesures ont été réalisées à l'aide des méthodes de terrain les plus fiables de l'époque, dans le cadre d'un programme mené conjointement par le Costa Rica et le Nicaragua. On ne saurait donc nier que ces mesures fournissent à tout le moins des indications quant aux concentrations et aux charges de sédiments en suspension charriées par le fleuve San Juan au cours de la période concernée.

228

4.143. Il est possible d'estimer la charge annuelle de sédiments en suspension présents dans le San Juan, au moins entre 1974 et 1976, en associant les concentrations mesurées de sédiments en suspension aux débits constatés dans le fleuve au cours de la même période (on parle alors d'«hydrogramme annuel moyen»). La charge ainsi estimée pour la période allant de 1974 à 1976 était de l'ordre de 8 millions de tonnes/an. Ce chiffre s'inscrit tout à fait dans l'intervalle de confiance établi par l'ICE dans son rapport de 2014 (voir tableau 4.14, *supra*), qui tient compte de

l'incertitude liée à la variabilité interannuelle et de l'éparpillement des données mesurées de part et d'autre de la courbe d'étalonnage des sédiments en suspension.

4.144. Si les mesures de concentrations de sédiments en suspension relevées dans le cadre du programme conjoint mené entre 1974 et 1976 sont limitées en nombre, elles fournissent néanmoins les seules informations disponibles concernant les concentrations et charges annuelles de sédiments avant la construction de la route.

4.145. Dans le rapport de l'ICE de 2013, ces mesures ont été comparées, sous forme graphique, aux relevés effectués par l'ICE à la station 11-04 sur le fleuve Colorado juste en aval du point de bifurcation, entre 2010 et 2013. A la figure 3 (page 7 du rapport de l'ICE de 2013), les experts du Costa Rica ont utilisé, afin de comparer les concentrations mesurées de sédiments en suspension pour les périodes 1974-1976 et 2010-2013, une régression linéaire simple qui fait nécessairement passer les courbes de régression par l'origine (le point (0, 0) sur le graphique). A la page 30 de son rapport, M. Andrews suggère de lever cette contrainte, car, ainsi qu'il le précise à la page 31, cela «se justifie statistiquement». A la figure 3 de la même page, il présente un autre graphique sur lequel les lignes de régression ne passent pas par l'origine. Or, il est totalement absurde, du point de vue physique, d'appliquer des courbes de régression ne passant pas par l'origine à des données exprimant les concentrations de sédiments en suspension en fonction du débit. En effet, ainsi que le montre la figure 3 présentée par M. Andrews, les relations de régression obtenues indiquent, pour la période 1974-1976, une concentration de sédiments en suspension nulle à faible débit, tandis que, pour la période 2010-2013, elle serait faible, mais définie, même en l'absence totale de débit. Ces deux résultats semblent peu plausibles, en pratique, et viennent contredire l'affirmation de M. Andrews selon laquelle ne pas faire passer nécessairement les courbes de régression par le point d'origine «se justifie[ait] statistiquement».

229

4.146. A la page 16 de son rapport, M. Andrews avance que «deux années de relevés de débit et de sédiments en suspension ne sauraient constituer des mesures suffisantes et fiables». Or, à la page 34, il applique des transformations logarithmiques aux 12 mesures de La Trinidad, relevées entre 1974 et 1976, et aux 31 mesures de Delta Costa Rica, portant sur la période 2010-2013, avant de leur appliquer des courbes de puissance puis, à la figure 4, de procéder à l'extrapolation de deux cycles de relevés (des concentrations de sédiments en suspension comprises entre 10 et 1000 mg/l et des débits compris entre 10 et 1000 m³/seconde). Cette démarche est dénuée de pertinence, et la figure 4 du rapport de l'ICE ne constitue en rien une amélioration par rapport à la figure 3 du rapport de l'ICE de 2013. La transformation logarithmique des données de concentration de sédiments en suspension et de débit peut être appliquée pour établir des courbes d'étalonnage, mais n'a aucune utilité aux fins de comparer des jeux limités de mesures relevées entre 1974 et 1976, puis entre 2010 et 2013.

4.147. Selon moi, le graphique présenté à la figure 3 du rapport de l'ICE de 2013 (reproduit sous la figure 26, page 63, du rapport Thorne) offre une base convenable et simple pour comparer les rares mesures existantes des concentrations de sédiments en suspension du système fluvial San Juan-Colorado avant et après la construction de la route. Ainsi que je l'ai affirmé au paragraphe 8.5 de mon rapport de 2013, ma conclusion est la suivante :

«si des sédiments supplémentaires provenant de la route avaient entraîné une augmentation du taux de transport sédimentaire dans le fleuve San Juan, cela se traduirait, à la figure 26, par une augmentation des CSS mesurées depuis 2010 et un relèvement correspondant de la courbe d'étalonnage des sédiments en suspension pour la période 2010-2013 par rapport à 1974-1976. Il ressort clairement de la figure 26 que tel n'est pas le cas.»

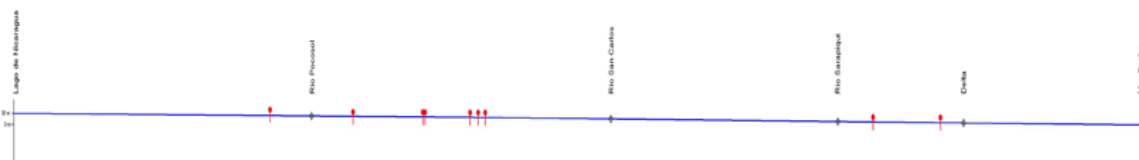
230

231

5. LA CONSTRUCTION DE LA ROUTE 1856 A-T-ELLE EU DES RÉPERCUSSIONS IMPORTANTES SUR LA MORPHOLOGIE DU CHENAL DU FLEUVE SAN JUAN ?

A. Répercussions à l'échelle de secteurs entiers

5.1. Dans mon rapport de 2013, j'ai appliqué la classification Montgomery-Buffington (1997) au système fluvial San Juan—Colorado en aval du lac Nicaragua (figure 5.1).



Points d'affleurement du substrat rocheux associés à des rapides



Figure 5.1 : Caractérisation des secteurs du fleuve San Juan selon la classification Montgomery-Buffington (tiré du rapport Thorne de 2013)

5.2. Sur la base de cette appréciation, j'ai conclu que l'apport supplémentaire de sédiments en provenance de la route n'aurait aucun effet sensible sur la morphologie du fleuve San Juan dans les première et deuxième portions géomorphologiques du fleuve (soit, respectivement, entre le lac Nicaragua et le Pocosol, et entre le Pocosol et Boca San Carlos), car il s'agit de secteurs de «transport» formés par le substrat rocheux, susceptibles de supporter d'éventuels volumes sédimentaires supplémentaires. M. Kondolf n'a nullement contesté ce point dans son rapport de 2014.

5.3. Dans mon rapport de 2013, j'ai également souligné que l'apport de sédiments supplémentaires produits par la route ne pouvait avoir aucun effet morphologique sensible dans les troisième et quatrième portions du San Juan (de Boca San Carlos à Boca Sarapiquí, et de Boca Sarapiquí au point de bifurcation) car, bien que s'agissant de secteurs alluviaux de «réponse», ces parties du fleuve reçoivent des bassins de la San Carlos et de la Sarapiquí des volumes sédimentaires élevés en comparaison desquels l'apport supplémentaire éventuel de la route paraît bien dérisoire. Si, dans son rapport, M. Andrews prétend que la production sédimentaire très élevée de ces deux bassins n'est pas naturelle (allégation infondée, pour les raisons exposées à la section 4 E) ci-dessus), c'est là le seul point de mon analyse des processus sédimentaires entre Boca San Carlos et le point de bifurcation que contestent les annexes techniques accompagnant la réplique déposée par le Nicaragua en l'affaire relative à la *Construction d'une route*.

232

5.4. Etant donné que rien ne vient remettre en question la caractérisation qui est faite dans le rapport Thorne de 2013 des différents secteurs du San Juan entre le lac Nicaragua et le point de bifurcation, non plus que les raisons fournies pour démontrer que ce profil exclut que la construction de la route ait eu des effets morphologiques de grande ampleur, j'invite le lecteur à se reporter à ce rapport.

5.5. S'il renonce à parler de répercussions touchant des secteurs entiers du fleuve en amont du point de bifurcation, M. Kondolf persiste toutefois dans l'idée que la construction de la route a eu des effets morphologiques localisés, en ce qu'elle a entraîné la formation ou l'aggravation de deltas sédimentaires au niveau des embouchures d'au moins huit petits affluents qui drainent des

eaux en provenance du Costa Rica entre la borne n° II et Boca San Carlos (appendice F du rapport Kondolf de 2014). A la section 5 B) ci-dessous, j'examinerai dans quelle mesure ces deltas et leurs effets morphologiques peuvent être imputés à la seule construction de la route. Les experts du Nicaragua ont analysé les organismes aquatiques qui vivent dans les graviers formant ces deltas et en dépendent, analyses dont les résultats ont été présentés dans le rapport Ríos et ont fait l'objet de développements dans le rapport Kondolf de 2014. Le présent rapport aborde cette question de l'écologie des deltas à la section 6 A) ci-dessous.

233

5.6. La cinquième portion est celle du cours inférieur du San Juan, en aval du point de bifurcation. Il s'agit d'un secteur de réponse (figure 5.1). Dans mon rapport de 2013, j'ai exposé que le soulèvement néotectonique régional du bloc de Chortis (au nord de la faille de Santa Elena-Hess) entraîne naturellement une diminution progressive du débit et de la capacité de transport du cours inférieur du San Juan, avec, à plus long terme, une tendance au dépôt (ainsi qu'il est exposé à la section II 2) 1) du rapport Thorne de 2011 annexé au mémoire du Costa Rica en l'affaire relative à *Certaines activités*). Ce point a été admis par les autres experts. Ainsi, MM. van Rhee et de Vriend ont indiqué, dans leur rapport de 2012 (appendice 2 du contre-mémoire du Nicaragua en l'affaire relative à *Certaines activités*), que, «[c]omme Thorne l'a justement fait observer, la part du débit atteignant le cours inférieur du San Juan diminuera progressivement, en l'absence de tout dragage supplémentaire, en raison des tendances géologiques prévalant dans la zone (rapport Thorne, p. II-10)». Comme on le voit, MM. van Rhee et de Vriend vont jusqu'à utiliser mes propres explications pour justifier le dragage qui continue d'être pratiqué sur toute la longueur du San Juan inférieur. Pour ce qui est du Colorado, également secteur de réponse, l'affaissement tectonique régional au sud de la faille de Santa Elena-Hess entraîne une augmentation naturelle et progressive de son débit et de sa capacité de transport sédimentaire. M. Kondolf ne l'a pas contesté dans son rapport de 2013.

5.7. Or, tant M. Kondolf, dans son rapport de 2014, que M. Andrews continuent à affirmer que les volumes supplémentaires de sédiments grossiers apportés par la route dans le cours inférieur du San Juan compromettraient gravement la navigation et nécessiteraient donc un dragage continu, au moins sur les trois premiers kilomètres en aval du point de bifurcation. A la section 5 C) ci-dessous, nous verrons dans quelle mesure l'alluvionnement du San Juan inférieur peut être attribué à la construction de la route. Les conséquences en termes de navigation dans cette partie du fleuve sont abordées à la section 6 D).

B. Les deltas d'affluents

234

5.8. Dans la partie de son rapport de 2014 intitulée «Impact morphologique de la route 1856», M. Kondolf expose comment et pourquoi des deltas sédimentaires se forment à la confluence des affluents avec le San Juan. Je souscris à sa description générale, mais pas aux conclusions qu'il en tire, et qu'il applique aux seuls deltas de la rive méridionale du San Juan.

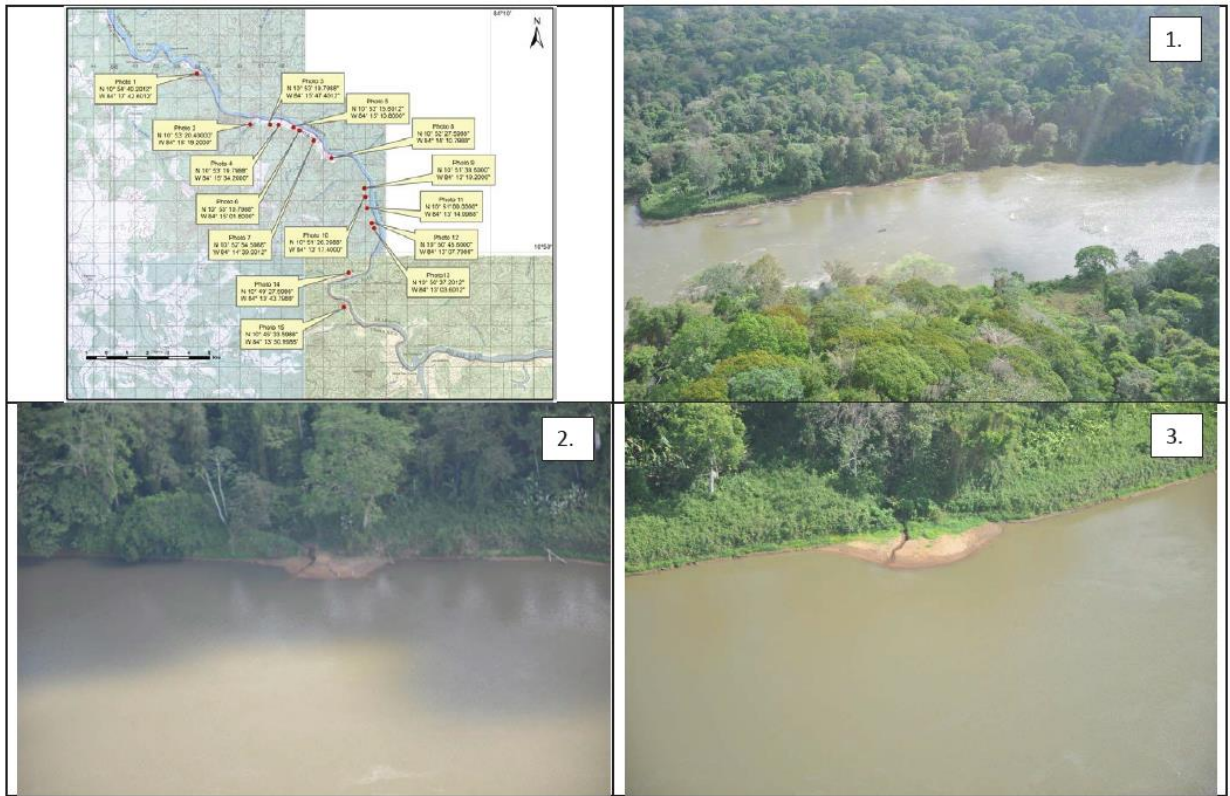
5.9. Dans mon rapport de 2013, j'ai souligné qu'il existait sur la rive nicaraguayenne du fleuve des deltas au moins aussi larges que ceux présents sur sa rive méridionale. A l'appui de cette observation, j'ai joint des photographies de treize deltas situés sur la rive septentrionale. Ne disposant pas d'appareil GPS au moment où j'ai pris ces clichés, en mai 2013, je n'ai pas été en mesure de relever les coordonnées des deltas observés. Suite à une demande adressée par le Nicaragua en 2014 tendant à obtenir ces coordonnées (note HOL-EMB-046 du 25 mars 2014), une nouvelle mission de survol aérien, avec équipement GPS, a donc été organisée, et une nouvelle série de photographies a été transmise au Nicaragua le 21 mai 2014 (communication ECRPB-071-14). M. Kondolf ne s'y est toutefois pas intéressé dans son rapport de 2014. Lors du second survol, la présence de deux nouveaux deltas a été constatée sur la rive

septentrionale ; les photographies de l'intégralité de ces quinze deltas sont reproduites à la figure 5.2.

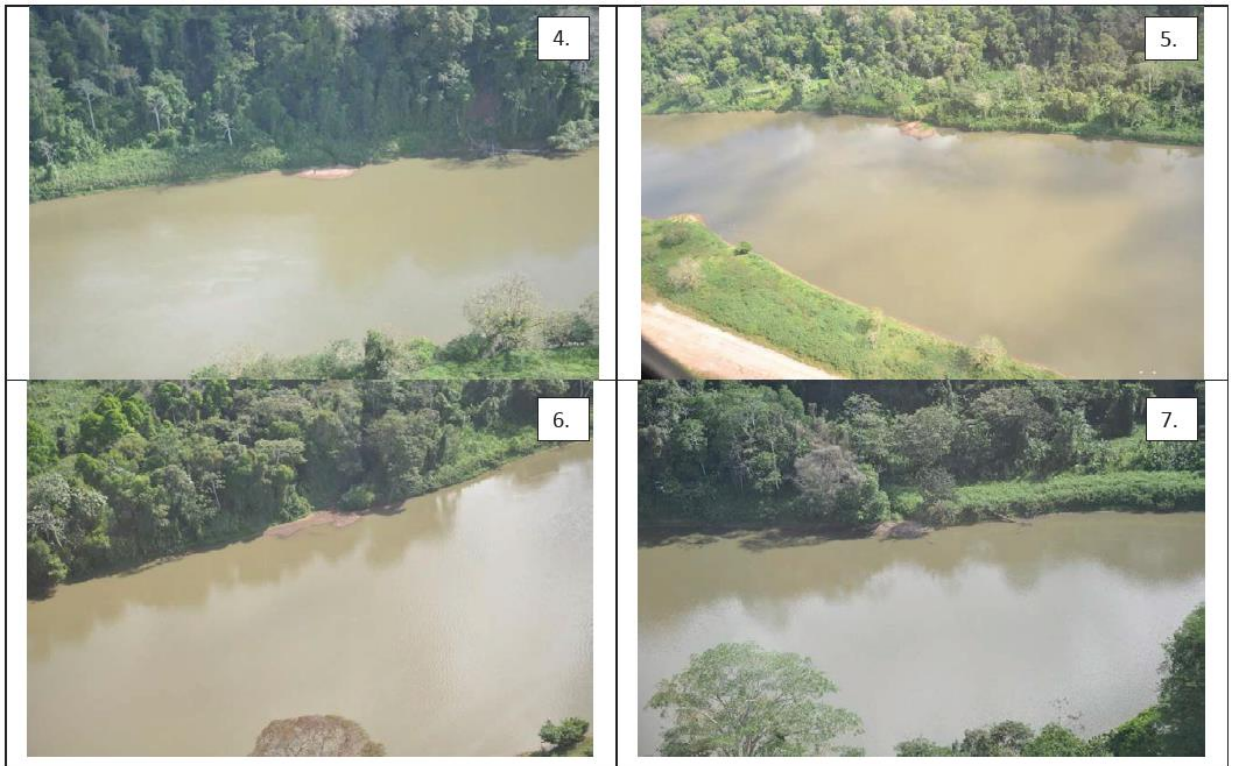
5.10. Vus du ciel, les deltas nicaraguayens semblent très similaires à ceux de la rive méridionale (quoique possiblement plus étendus), même compte tenu des variations saisonnières du niveau du cours qui ont une incidence sur la proportion exposée de chacun d'eux. D'un point de vue général, je conclurai que, en termes d'impact morphologique sur le fleuve, les deltas d'affluents observés sur l'une et l'autre des deux rives du fleuve ne présentent pas de différence majeure.

5.11 Je n'ai pas été en mesure de déterminer si les deltas répertoriés par M. Kondolf à l'annexe F de son rapport de 2014 étaient antérieurs à la construction de la route, étant donné que, pour nombre des points concernés, il n'existe pas d'images satellite de haute résolution et prises par temps clair permettant d'établir la présence de ces formations avant 2011. Cela étant, les clichés pris par temps clair sur deux des sites (figure 5.3) démontrent sans aucune ambiguïté que les deux formations en question existaient avant la construction de la route, et l'on ne saurait exclure la possibilité que cela soit le cas de la plupart, si ce n'est la totalité des autres deltas.

236



237



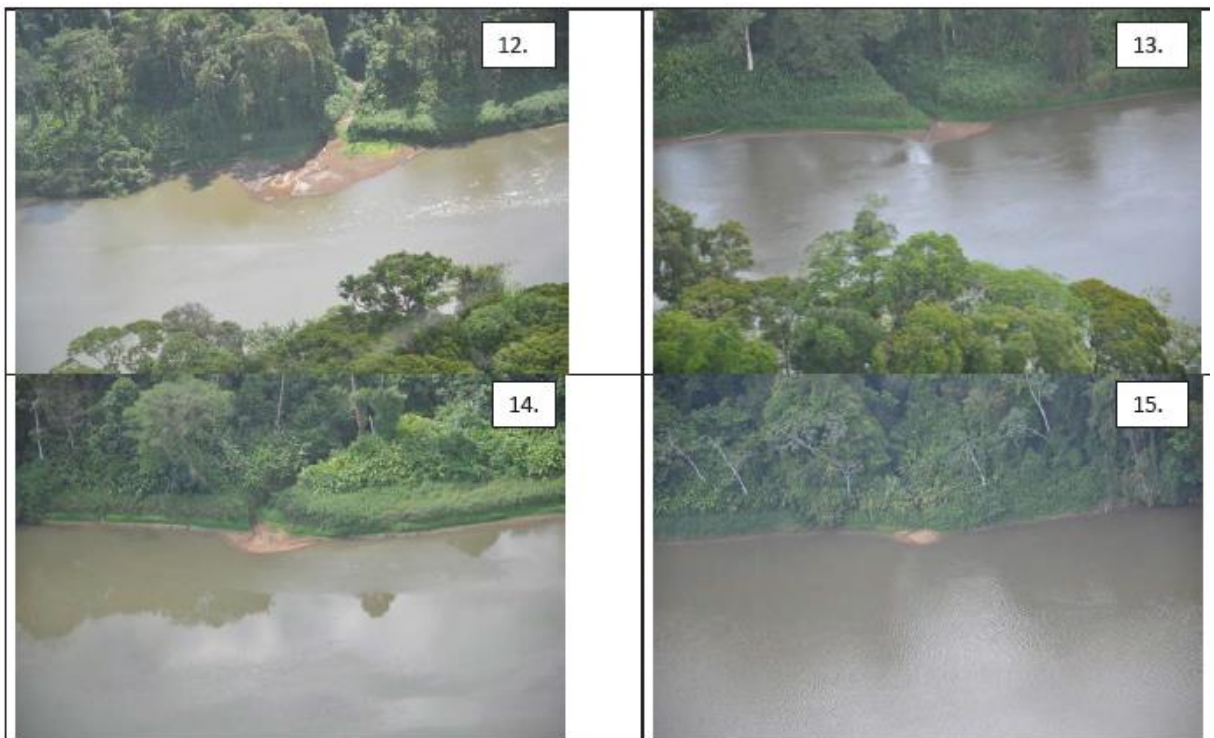


Figure 5.2 : Quinze deltas situés sur la rive septentrionale, photographiés depuis l'espace aérien costa-ricien en avril 2014. Ces deltas, formés de sédiments produits par des phénomènes d'érosion en territoire nicaraguayen, sont, pour certains, bien plus étendus que ceux photographiés par M. Kondolf sur la rive méridionale. Ils sont à comparer, du point de vue de leur taille et de leur morphologie, à ceux illustrés par les clichés de l'appendice F du rapport Kondolf de 2014, pris, eux aussi, en période de faible débit du fleuve San Juan.

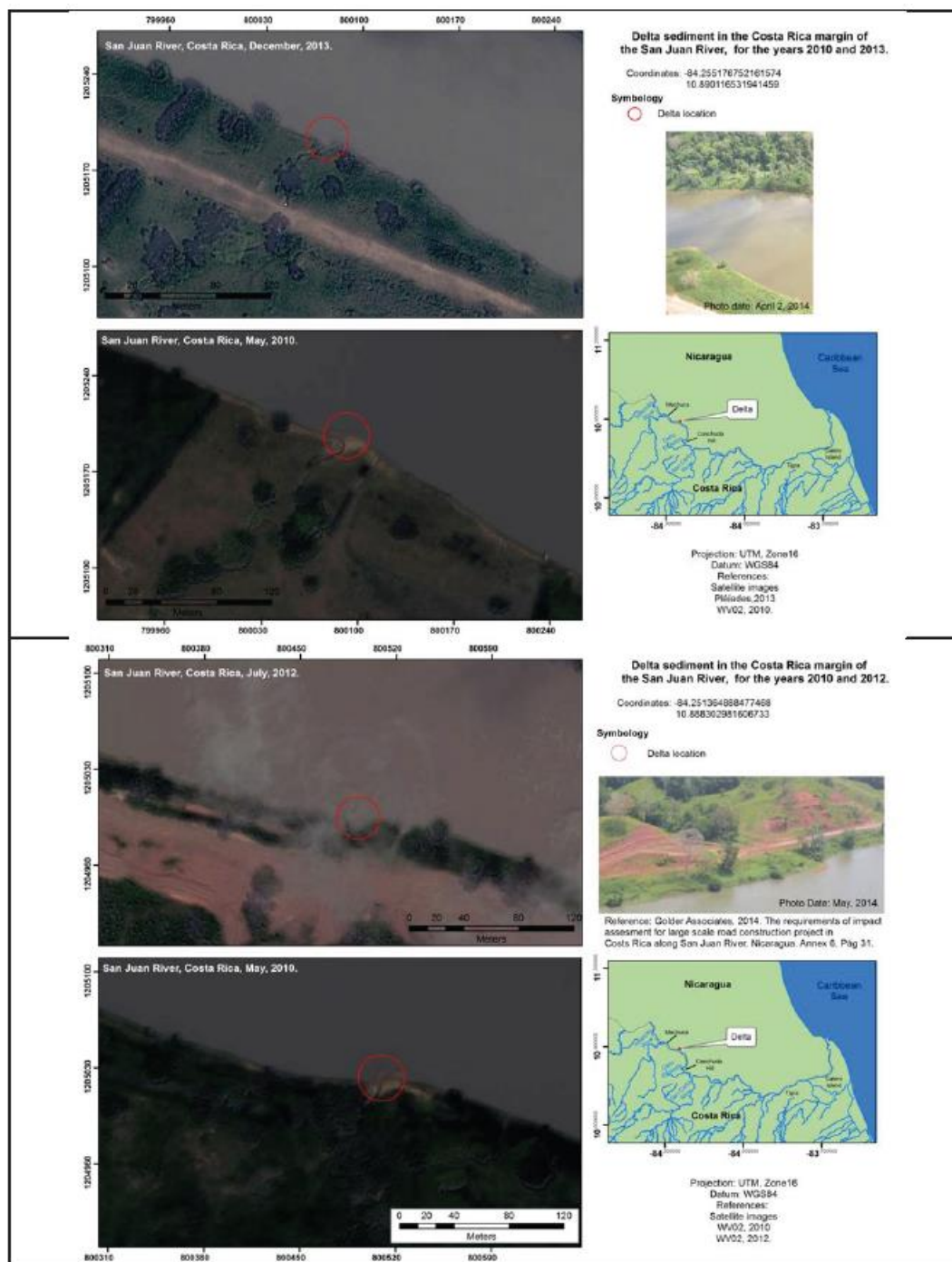


Figure 5.3 : Images satellite antérieures et postérieures à la construction de la route, prouvant qu'au moins deux des huit deltas de la rive méridionale prétendument formés à partir de sédiments issus de la route existaient avant sa construction

5.12. Nonobstant le profil globalement identique des deltas de la rive méridionale et de ceux de la rive septentrionale lorsqu'on les observe de loin, l'examen plus approfondi que M. Kondolf a effectué sur le terrain l'a conduit à distinguer, d'une part, les sédiments charriés par les cours d'eau et, d'autre part, ceux produits par la route, en fonction de trois caractéristiques de grains. Au troisième paragraphe de la page 70 de son rapport de 2014, il observe que les sédiments produits par la route, «de couleur rougeâtre, facilement friables (et que nous avons qualifiés précédemment de «clastes angulaires et friables»), correspondent aux pentes érodées en profondeur d'où les sédiments ont été récemment arrachés», et précise que «[I]esdits clastes se distinguent des graviers

«compétents» et plus arrondis que l'on trouve généralement dans un cours d'eau naturel et qui prédominent dans les deltas de la rive septentrionale du fleuve». Cette distinction, quoiqu'elle puisse paraître secondaire, est importante à trois égards :

1. la friabilité des clastes provenant de la route indique que ceux-ci se transformeront rapidement, sous l'action de l'érosion, en particules rondes de type gravier, semblables à celles susceptibles d'avoir formé des deltas sur la rive méridionale du fleuve San Juan avant la construction de la route ;
2. le fait que les deltas situés sur la rive septentrionale soient formés de «graviers plus arrondis et plus *compétents* [c'est-à-dire moins friables]» indique que ces matières provenant du lit du fleuve ont été transportées, depuis leur source d'érosion, sur de très longues distances, et que les grains, non friables, demeureront trop gros pour être transportés en aval par les eaux du San Juan pendant une période se comptant en années ou en dizaines d'années ;
3. la forme angulaire des gravillons produits par la route (les clastes), nonobstant leur fragilité (ils sont *aisément friables*), indique que ceux-ci sont entrés dans le système fluvial il y a peu.

242

5.13. Concernant les deltas de la rive méridionale, M. Kondolf souligne, au paragraphe 3 de la page 69 de son rapport de 2014, que, «[d]ans certains cas, ces sédiments sont venus s'ajouter aux deltas préexistants de cours d'eau naturels, tandis que, dans d'autres, il s'agit de formations entièrement nouvelles». Au dernier paragraphe de la page 70, il affirme que ces nouveaux deltas sont formés «d'un «dépôt résiduel» constitué de sédiments plus grossiers», laissant entendre que l'existence de ces deltas tiendrait uniquement à la taille relativement importante des sédiments issus de la route dont ils sont formés. Ainsi, selon toute probabilité, une partie au moins de ces sédiments diminuera en taille lorsque les clastes friables se fragmenteront.

5.14. D'après les observations qu'il a lui-même faites sur la friabilité des clastes de gravier de la route, il est probable que ces particules auront atteint leur demi-vie biologique non pas au bout de quelques années, mais en l'espace de quelques mois à peine. En effet, ces clastes s'effriteront rapidement en petites particules que le débit élevé du San Juan pendant la saison humide n'aura aucun mal à emporter, après quoi ils se transformeront, sous l'action de l'érosion (par frottement et par corrosion), en particules très mobiles de sable fin, de vase et d'argile, aisément absorbables dans la charge existante du San Juan.

5.15. Pour autant que des sédiments provenant de la route aient pu s'accumuler dans un delta préexistant sur la rive méridionale du fleuve, les éventuelles répercussions, mineures et localisées, seront nécessairement passagères et peu durables. En revanche, les «graviers compétents» qui constituent les deltas de la rive septentrionale (ainsi que, supposément, ceux qui existaient avant la construction de la route sur la rive méridionale) ne s'effritent pas, de sorte que ces formations stables et persistantes continueront à offrir au fleuve diversité morphologique et bénéfiques environnementaux.

5.16. Même dans l'hypothèse où les sédiments issus de la route auraient entraîné la formation de deltas entièrement nouveaux, ceux-ci seront nécessairement éliminés par les eaux du fleuve, étant donné que les travaux d'atténuation mis en œuvre ont d'ores et déjà permis d'endiguer la production de nouveaux clastes, que ceux qui forment actuellement les deltas sont en cours de désintégration, et que le fleuve entraîne et emporte les fragments friables et, ce faisant, les transforme rapidement en particules de type sable, vase et argile.

243

5.17. En résumé, au vu de la nature friable des «dépôts résiduels» qu'ils forment, les clastes produits par la route ne peuvent avoir qu'un rôle négligeable, si ce n'est nul, dans la constitution des formations morphologiques présentes dans le fleuve, étant donné leur portée limitée dans l'espace et la brièveté de leur durée de vie.

C. Les sédiments grossiers issus de l'érosion de la route ont-ils eu des effets sur le niveau du lit dans le San Juan inférieur ?

5.18. Sur la toute première page de son rapport de 2014, M. Kondolf envisage la possibilité que les sédiments produits par la route accélèrent l'alluvionnement du cours inférieur du San Juan par rapport à ce qui se produirait normalement. Il avance que les apports sédimentaires de la route entraînent des transformations morphologiques, étant donné que

«la partie inférieure du cours du San Juan ... reçoit déjà une quantité excessive de sédiments correspondant à d'autres apports importants en provenance du Costa Rica, de sorte que toutes ces contributions supplémentaires finiront probablement par s'accumuler et s'agglomérer par accrétion».

Cela énoncé, il ne s'attarde pas davantage sur cette question, qui est pourtant abordée dans le rapport Andrews joint en annexe 3 de la réplique du Nicaragua.

5.19. Ainsi que je l'ai exposé à la section II. 2) 1) de mon rapport de 2011 (rapport Thorne de 2011), puis, à nouveau, dans mon rapport de 2013, l'alluvionnement du cours inférieur du San Juan est inévitable à long terme en raison du soulèvement néotectonique du bloc de Chortis (situé au nord de la faille de Santa Elena-Hess), avec pour conséquences naturelles une diminution progressive du débit et de la capacité de transport de ce chenal défluent et, à plus longue échéance, une tendance à la sédimentation. Cette idée a été admise par un certain nombre d'autres experts, et notamment par MM. van Rhee et de Vriend dont le rapport de 2012 (appendice 2 du contre-mémoire du Nicaragua dans l'affaire relative à *Certaines activités*) indique que,

«[c]omme Thorne l'a justement fait observer, la part du débit atteignant le cours inférieur du San Juan diminuera progressivement, en l'absence de tout dragage supplémentaire, en raison des tendances géologiques prévalant dans la zone (rapport Thorne, p. II-10)».

244

5.20. S'il n'est pas contesté que l'essentiel des sédiments qui atteignent le cours inférieur du San Juan proviennent du Costa Rica, cela n'a toutefois rien de surprenant : les bassins d'affluents costa-riciens sont bien plus larges que ceux drainant des eaux en provenance du Nicaragua ; de plus, il s'agit de bassins dont les eaux prennent leur source en montagne, et qui sont soumis à des précipitations plus importantes ainsi qu'à des activités sismiques et volcaniques. La cartographie thématique (figure 4.25 f) montre que les phénomènes de déforestation et d'intensification agricole concernent à la fois le Nicaragua et le Costa Rica, et les estimations de production sédimentaire établies à partir des modèles distribués d'érosion des sols pour les bassins des cours Santa Cruz, Melchora et Sábalos s'avèrent plus élevées que celles concernant cinq des sept sous-bassins costa-riciens (tableau 4.19).

5.21. Au vu de ce qui précède, M. Andrews a tort d'affirmer, au troisième paragraphe de la page 27 de son rapport, que «[d]e mauvaises pratiques d'utilisation des terres ayant cours au Costa Rica depuis quelques décennies ont entraîné une augmentation sensible des volumes de

sédiments acheminés dans la zone du delta du fleuve San Juan». Ainsi que cela est exposé aux paragraphes 4.124 et 4.130 ci-dessus, et dans le rapport Astorga, certains des affluents costa-riciens génèrent, depuis des millénaires, des productions sédimentaires élevées et extrêmement variables, car leurs bassins présentent, en amont, un environnement escarpé, montagneux et arrosé où les phénomènes tectoniques et l'activité volcanique apportent régulièrement de larges volumes sédimentaires dans le San Juan, entre le lac Nicaragua et le point de bifurcation.

245

5.22. M. Andrews reproche à mon rapport de 2013 ne de ne pas tenir compte de la capacité du San Juan inférieur à transporter la charge de fond dans l'estimation de l'augmentation du niveau du lit qui pourrait se produire si le sable de la route se déposait au lieu de poursuivre son chemin jusqu'à la baie de San Juan del Norte. Je reconnais qu'il serait préférable, pour déterminer le taux net d'alluvionnement du lit du fleuve, de prendre en compte à la fois l'apport et le taux de transport de sédiments dans ce secteur. Dans mon rapport de 2013, afin d'éviter les incertitudes liées au calcul de la capacité de transport de la charge de fond du San Juan inférieur, je n'ai pris en considération que l'apport de sédiments, en supposant que celui-ci était constitué de sédiments grossiers provenant de sources étrangères à la route, ce qui rend prudente mon estimation de l'épaisseur du dépôt que sont susceptibles de former les sédiments produits par la route. Je préfère m'en tenir à cette hypothèse, étant donné l'incertitude notablement élevée qui entoure les estimations du transport des matières de fond établies à partir d'équations non ajustées (voir par exemple Gomez et Church, 1989) — point qu'a souligné M. Andrews aux pages 23 et 24 de son rapport.

5.23. Comme cela est exposé au tableau 4.17, la quantité annuelle moyenne de sédiments issus de la route pénétrant dans le San Juan s'élève, dans «le pire des scénarios» de précipitations, à 44 880 m³. Ainsi que le souligne le rapport Thorne de 2013 (voir par. 8.60, p. 85), en se fondant, là encore, sur l'hypothèse d'une proportion de 5 à 10 % de sédiments grossiers (c'est-à-dire de sable transporté avec la charge de fond), l'apport annuel de sédiments grossiers dans le San Juan se situerait, dans le scénario le plus pessimiste, entre 2244 et 4488 m³. Si l'on considère que le Colorado capte 90 % du débit du San Juan (les 10 % restants passant dans le San Juan inférieur), il ressort des calculs établis par l'ICE que la charge de fond passe à hauteur de 20 % (450 à 900 m³/an ou 750 à 1500 t/an), en moyenne, dans le San Juan inférieur (voir figure 4.15 ci-dessus).

246

5.24. En supposant que, comme M. Andrews le laisse entendre, l'intégralité de cet apport supplémentaire de sédiments grossiers (450 à 900 m³/an) se dépose dans les 3 kilomètres du point de bifurcation — ce qui, de mon point de vue, est improbable (pour les raisons exposées aux paragraphes 5.26 à 5.29 ci-dessus) —, ces dépôts, répartis sur les 90 mètres de large et 3000 mètres de long de ce tronçon du fleuve, entraîneraient une élévation du niveau du lit de 1 à 3 millimètres en moyenne chaque année. Pareille augmentation ne serait tout simplement pas mesurable, même avec les instruments de levé hydrographique les plus sophistiqués. Le fait est qu'il serait difficile de prévoir la répartition réelle de la sédimentation, tant dans l'espace que dans le temps, et impossible, en pratique, de différencier les modifications du niveau du lit susceptibles d'être attribués à la partie grossière des sédiments produits par la route, des changements continus liés au déplacement naturel des rides de fond (d'une amplitude de 10 à 30 millimètres), des dunes (de 10 à 50 centimètres) et des barres (de 1 à 2 mètres ou plus). Dans ces conditions, l'élévation hypothétique de 1 à 3 millimètres du niveau du lit paraît insignifiante. Par ailleurs, ce taux d'augmentation annuel aurait probablement tendance à diminuer avec l'atténuation de l'érosion de la route grâce aux mesures mises en œuvre à cet effet, au rétablissement du couvert végétal dans les zones

touchées et à l'assouplissement géomorphologique des pentes à prévoir selon l'«équation de vitesse» ou «rate law» de Graf (Graf 1977).

5.25. En réalité, les dépôts sableux ne se limitent pas aux trois premiers kilomètres du cours inférieur du San Juan, mais se répartissent sur l'ensemble de ce secteur. Cela est évident pour trois raisons.

5.26. Premièrement, le lit du San Juan inférieur est meuble et sableux sur toute sa longueur. C'est ce qu'ont établi les prélèvements de matières de fond dans le cadre de l'étude d'impact sur l'environnement réalisée en vue du programme de dragage du Nicaragua. Dans le rapport rendant compte de cette étude, soumis à la Cour en 2011 sous l'annexe 7 du contre-mémoire du Nicaragua (vol. II) en l'affaire relative à *Certaines activités*, la composition du lit du San Juan inférieur est définie comme suit :

- a) Section point Delta à San Juanillo : sable grossier à fin, avec une granulométrie de 0,58 à 0,90 millimètre.
- b) Section San Juanillo à embouchure : sable fin à grossier, avec une granulométrie de 0,45 à 0,68 millimètre.

5.27. Deuxièmement, la croissance continue du micro-delta situé 30 kilomètres en aval du point de bifurcation indique que le San Juan inférieur a la capacité de transporter du sable sur toute sa longueur.

5.28. Troisièmement, une vingtaine des sites où a été mis en œuvre le programme de dragage du Nicaragua pour évacuer le sable accumulé sur le lit du fleuve, sont situés en aval des trois premiers kilomètres du cours inférieur du San Juan (voir carte 5.1, p. 229 du mémoire du Costa Rica en l'affaire relative à *Certaines activités*).

247

5.29. D'autres raisons expliquent qu'il serait difficile — voire impossible — de démontrer un lien de causalité entre les apports relativement faibles de sédiments grossiers issus de la route et la modification du niveau du lit dans le San Juan inférieur, et notamment les éléments suivants : 1) la complexité du système de transfert des sédiments, 2) le décalage entre l'apport de sédiments grossiers et la réponse en aval, étant donné la relative lenteur du transfert sédimentaire dans le système fluvial, et 3) la variabilité dans le temps des charges grossières apportées par des sources étrangères à la route.

5.30. Pour des raisons exposées dans le rapport de l'ICE, et qui sont résumées à la section 4 c) ci-dessus, les estimations concernant la quantité de matières de fond qui pénètrent dans le San Juan inférieur au niveau du point de bifurcation sont extrêmement incertaines. Rappelons, à cet égard, qu'il existe trois sources d'incertitude :

- a) la variabilité des séries chronologiques en raison des variations interannuelles des charges sédimentaires ;
- b) la dispersion des données utilisées pour établir les courbes d'étalonnage sédimentaires ;
- c) la répartition des eaux entre le cours inférieur du San Juan et le Colorado au niveau du point de bifurcation, soumise à des variations saisonnières.

5.31. Pour comprendre l'impact de ces incertitudes sur les estimations concernant la charge de fond annuelle moyenne du San Juan inférieur, il suffit d'examiner les intervalles de confiance indiqués dans le tableau 4.14 (en partie reproduit ci-dessous pour plus de commodité).

248

Tableau 4.14 : Charges de fond annuelles moyennes du San Juan inférieur en fonction du pourcentage du débit du San Juan passant dans le Colorado (tiré du rapport de l'ICE de 2014).

PRSJ	Qa (m ³ /s)	Charge sédimentaire annuelle (t/an)				
		Moyenne	TLCI	TUCI	SSRC LCI	SSRC UCI
		<i>Charge de fond</i>				
95	1055	323 000	80 000	566 000	169 000	638 000
90	1114	702 000	174 000	1 230 000	359 000	1 418 000
85	1180	1 152 000	286 000	2 018 000	575 000	2 382 000

Note :

PSJR = pourcentage du débit du fleuve San Juan passant dans le Colorado

Qa = débit annuel moyen

TLCI = limite inférieure de l'intervalle de confiance à 95 % résultant de la variabilité des séries chronologiques

TUCI = limite supérieure de l'intervalle de confiance à 95% résultant de la variabilité des séries chronologiques

SSRC LCI = limite inférieure de l'intervalle de confiance à 95 % résultant de l'incertitude de la courbe d'étalonnage des sédiments

SSRC UCI = limite supérieure de l'intervalle de confiance à 95% résultant de l'incertitude de la courbe d'étalonnage des sédiments

5.32. Ainsi que le souligne M. Andrews au dernier paragraphe de la page 22 de son rapport, «il est impossible de déterminer avec certitude la part relative de l'apport annuel correspondant à chacun des défluent du delta». C'est la raison pour laquelle l'ICE a testé la sensibilité des estimations concernant la charge de fond entrant dans le San Juan inférieur à partir des mesures relevées dans le Colorado, et ce, pour chacun des scénarios envisagés, à savoir une proportion de 85, 90 ou 95 % du débit du San Juan passant dans le Colorado. Les résultats indiquent que, en fonction de ce seul facteur (et sans même prendre en considération les incertitudes liées à la variabilité des séries chronologiques et le manque de fiabilité de la courbe d'étalonnage relative à la station 11-04), l'estimation de la charge de fond annuelle moyenne entrant dans le San Juan inférieur varie entre 323 000 et 1 152 000 tonnes (tableau 4.15), intervalle qui correspond à -54% à +64% par rapport à la meilleure estimation établie pour le scénario 90/10 %, soit 702 000 tonnes par an. La charge sableuse supplémentaire produite par la route (entre 591 et 1181 tonnes par an) représente 0,1 à 0,2 % de la charge de fond annuelle moyenne estimée pour l'hypothèse 90/10 %, ce qui paraît tout à fait négligeable à la lumière de la fourchette d'estimation, à laquelle s'ajoute l'incertitude concernant la répartition des eaux au niveau du point de bifurcation. Si l'on prend également en compte la variabilité interannuelle des séries chronologiques de mesures et l'incertitude de la courbe d'étalonnage, l'intervalle de charge possible s'étend de 80 000 à plus de 2 000 000 de tonnes par an. Dans ces conditions, il est manifestement impossible de prouver que la route ait pu avoir un effet sensible sur les charges de fond et sur les variations du niveau du lit du San Juan inférieur.

249

5.33. Si je devais admettre — ce qui n'est pas le cas — l'estimation du rapport Kondolf de 2014 selon laquelle la quantité de sédiments issus de la route et des voies d'accès qui est transportée dans le fleuve chaque année se situe entre 116 000 et 150 000 m³, et en appliquant les hypothèses de M. Andrews selon lesquelles 10 % de ces sédiments sont acheminés jusqu'au San Juan inférieur, et 12 à 18 % sont de qualité relativement grossière, entre 1390 et 2700 m³ de sable produits par la route 1856 et ses voies d'accès s'ajouteraient à la charge grossière émise par d'autres sources. Si l'intégralité de cette charge supplémentaire se déposait dans les 3 kilomètres suivant le point de bifurcation, ce qui, de mon point de vue, est irréaliste, cela entraînerait une élévation du lit du fleuve d'à peine 5 à 10 mm en moyenne. Par conséquent, et suivant le calcul de M. Andrews, toute modification du niveau moyen du lit demeurerait impossible à mesurer. Par

ailleurs, il convient de tenir compte de la durée limitée de cette sédimentation, l'apport de sable de la route diminuant sous l'action des mesures d'atténuation mises en œuvre, du rétablissement du couvert végétal dans les zones touchées et de l'assouplissement des pentes à prévoir dans le cadre du retour à l'équilibre selon l'«équation de vitesse» géomorphologique de Graf (Graf 1977).

5.34. En tout état de cause, ainsi que le souligne M. Andrews, la répartition des eaux (et, partant, celle de la charge de sédiments grossiers) au point de bifurcation ne peut être «détermin[ée] avec certitude», ce qui exclut toute possibilité d'établir un lien de causalité entre la construction de la route et les changements intervenus dans le niveau du lit du San Juan inférieur, tant que n'auront pas été recueillies les données nécessaires pour déterminer dans quelles proportions se répartissent les eaux et les charges sédimentaires au point de bifurcation.

250

5.35. Au vu de ces éléments, non seulement il est presque certain que les sédiments grossiers produits par l'érosion de la route *n'ont pas pu* avoir d'impact perceptible sur les charges sédimentaires ou les niveaux du lit du San Juan inférieur immédiatement en aval du point de bifurcation, mais il est aussi impossible de prouver qu'ils *aient effectivement eu* pareil impact.

5.36. Concernant les sédiments fins, M. Andrews avance, à la page 29 de son rapport, que

«[I]es sédiments les plus fins — soit les particules de vase et d'argile qui composent l'essentiel de la charge sédimentaire du fleuve — seront transportés en aval par les bras du delta jusqu'à ce que les eaux du fleuve commencent à se mélanger aux flots maritimes lors de la montée des marées»,

et que, par conséquent, «[l']essentiel des sédiments relativement fins se déposeront dans le delta et ne seront pas, comme l'affirme M. Thorne, emportés dans la mer».

5.37. La thèse de M. Andrews est contredite par les données de terrain et les images satellite disponibles. L'«étude de l'impact sur l'environnement du «projet visant l'amélioration de la navigation sur le fleuve San Juan de Nicaragua» (septembre 2006)» soumise sous l'annexe 7 du contre-mémoire du Nicaragua (volume II) en l'affaire relative à *Certaines activités*, indique, à la page 10, que la charge de fond du San Juan inférieur à son embouchure sur la mer des Caraïbes est composée de «grains de sable fins et propres, d'un diamètre de 0,31 à 0,58 mm». Il n'est nullement fait mention de la présence de particules de vase ou d'argile dans le lit du fleuve ; au contraire, l'emploi de l'adjectif «propre» pour qualifier le sable indique que les sédiments fins ne se déposent pas dans le delta.

251

5.38. La position défendue par M. Andrews pourrait se vérifier pour un delta formé en environnement marin soumis à de fréquentes «montées de marée». Or, la mer des Caraïbes a un régime de très faibles marées, dont l'amplitude diurne moyenne est d'à peine 20 cm (Kjerfve, 1981). Cela explique pourquoi la plus grande partie des sédiments fins charriés par le San Juan inférieur ne se dépose pas dans le delta, mais est transportée jusque dans la mer des Caraïbes, comme je l'ai indiqué dans mon rapport de 2013 et comme l'illustrent les images satellite prises pendant une saison humide normale (figure 5.4), qui permettent d'observer la présence de panaches d'eaux turbides s'étendant jusqu'à la baie de San Juan del Norte et la mer des Caraïbes.



Figure 5.4 : Images satellite montrant la présence, dans le cours inférieur du San Juan, d'eaux turbides à forte concentration de sédiments fins qui s'écoulent jusqu'à la baie de San Juan del Norte et le système sédimentaire du littoral caraïbe. Clichés pris *a)* le 13 décembre 1997, *b)* le 26 novembre 2013.

252

6. LA ROUTE 1856 A-T-ELLE EU DES EFFETS SENSIBLES SUR L'ÉCOLOGIE OU LES RESSOURCES HALIEUTIQUES DU FLEUVE SAN JUAN, OU DES EFFETS QUELCONQUES SUR LA NAVIGATION ?

A. Observations des experts du Nicaragua concernant les poissons et autres organismes aquatique présents dans le fleuve San Juan

6.1. Dans son rapport de 2014 (p. 63-65), M. Kondolf expose les conséquences dommageables que peut avoir l'apport supplémentaire de sédiments, grossiers ou fins, sur les espèces et habitats aquatiques. Il conteste tout particulièrement l'argument que j'ai exposé à la page 50 de mon rapport de 2013 (rapport Thorne de 2013), selon lequel «[I]es poissons et autres organismes aquatiques du San Juan n'ont aucune difficulté à vivre dans ses eaux turbides parce qu'ils y sont parfaitement adaptés», en avançant qu'aucun ouvrage scientifique n'est cité à l'appui de cette affirmation.

6.2. A cet égard, M. Kondolf invoque des ouvrages scientifiques, qui, selon lui, «démontrent qu'une partie des espèces les plus communes dans le fleuve San Juan (énumérées dans Procuenca 2004 et dans le rapport de l'EDA reproduit à l'annexe 10), notamment les cichlidés, certains mugilidés et les pœciliidés, sont vulnérables à l'accroissement de la turbidité et de la concentration en sédiments en suspension».

6.3. Concernant les autres organismes aquatiques présents dans le San Juan, M. Kondolf conclut que «[I]es fortes concentrations de sédiments en suspension ont un effet négatif sur les communautés d'algues et de macroinvertébrés du fleuve San Juan, comme le prouvent les différences entre les communautés écologiques établies respectivement dans les deltas de la rive septentrionale à l'embouchure des cours d'eau traversant les réserves forestières du Nicaragua (lesquels ne sont pas affectés par la route 1856), et dans les deltas de la rive méridionale (lesquels sont affectés par l'apport en sédiments associé à l'érosion provoquée par la route)». Pour parvenir à cette conclusion, M. Kondolf se fonde sur l'étude de terrain de 2014 de Mme Blanca Ríos, intitulée «Répercussions écologiques de la route 1856 sur le fleuve San Juan, Nicaragua» (le rapport Ríos), qui figure à l'annexe 4 de la réplique du Nicaragua.

253

6.4. Pour l'hydrographe que je suis, il paraît évident que, s'il existait dans le San Juan des espèces ne supportant pas la turbidité élevée des eaux, celles-ci

- a) auraient aujourd'hui disparu, compte tenu du fait que, selon l'explication fournie par M. Andrews (que je conteste), la turbidité élevée des eaux du fleuve serait due à la déforestation pratiquée depuis une cinquantaine d'années,
- b) ou se seraient adaptées à cette forte turbidité (puisque, comme je l'ai exposé, la charge sédimentaire du fleuve est naturellement élevée, et ce, depuis des millénaires).

6.5. Je relève par ailleurs que, à la page 66 de l'étude de l'impact sur l'environnement du «projet visant à l'amélioration de la navigabilité du fleuve San Juan de Nicaragua» (septembre 2006), soumise à la Cour en 2011 sous l'annexe 7 du contre-mémoire du Nicaragua (vol. II) en l'affaire relative à *Certaines activités*, les écologues du Nicaragua ont indiqué, dans la section portant sur les organismes planctoniques et benthoniques du fleuve San Juan, qu'«[u]ne faible densité d'organismes a[va]it été observée aussi bien dans l'eau que dans les sédiments, avec une prédominance d'espèces tolérantes et adaptées aux conditions défavorables», en précisant que «les échantillons [avaient] été prélevés en des points situés à l'embouchure du fleuve San Juan, où

a[vaient] été charriés l'essentiel des matériaux contaminants ainsi que des sédiments grossiers, ce qui se tradui[sait] par la présence d'espèces tolérantes».

6.6. N'étant toutefois pas spécialiste de la biologie aquatique — même si j'ai une bonne connaissance de l'écologie fluviale —, ni des poissons et macroinvertébrés, je me fonderai dans le présent chapitre sur un rapport indépendant établi par M. Ian Cowx (le rapport Cowx).

B. Poissons

254

6.7. Dans ce rapport objectif, M. Cowx, expert de renommée internationale en matière de gestion des pêcheries et ressources aquatiques en eaux intérieures, s'intéresse principalement aux ressources halieutiques du San Juan et à la pêche qui y est pratiquée. Il se penche, en particulier, sur la conclusion générale de M. Kondolf (page 66 du rapport Kondolf de 2014) selon laquelle «[l']affirmation gratuite du professeur Thorne pour qui «les poissons et les autres organismes aquatiques du fleuve San Juan n'ont aucune difficulté à vivre dans ses eaux turbides parce qu'ils y sont parfaitement adaptés» et non seulement contraire aux conclusions de tous les ouvrages scientifiques traitant des espèces de poissons et de macroinvertébrés qui peuplent le fleuve San Juan, mais également incompatible avec les récentes analyses d'échantillons prélevés dans le fleuve lui-même».

6.8. Selon M. Cowx, les affirmations présentées dans le rapport Kondolf de 2014 procèdent d'une généralisation excessive, sont fondamentalement viciées ou découlent d'erreurs d'interprétation des ouvrages scientifiques auxquels il est fait référence. Il estime que les avis d'expert formulés dans ledit rapport concernant les effets que pourraient avoir sur les poissons les sédiments produits par la route ne sont nullement étayés par des preuves empiriques issues du fleuve lui-même, et que les éléments tirés des publications scientifiques sont sortis de leur contexte.

6.9. M. Cowx relève que l'hydrogramme annuel du San Juan présente un régime de crues en saison humide caractéristique des fleuves tropicaux, régime auquel correspond sa charge sédimentaire, naturellement élevée et variable (Bussing 2002). Il ajoute que les poissons du San Juan sont bien adaptés, et habitués, aux niveaux élevés et variables de charge en sédiments et de turbidité (Bussing 2002).

255

6.10. Concernant les différentes espèces de poissons présentes dans le fleuve, M. Cowx souligne que celles-ci n'ont pas été explicitement définies par les experts du Nicaragua, qui décrivent les caractéristiques des familles auxquelles elles appartiennent, sans fournir d'informations propres aux espèces particulières effectivement présentes. Il ajoute que seules des recherches longues et approfondies, conduites à l'aide d'équipements spécialisés, permettraient d'établir des adaptations propres à chacune de ces espèces.

6.11. S'intéressant ensuite aux poissons importants du point de vue commercial (pêche), M. Cowx estime que les pêcheries côtières sont probablement plus productives que les pêcheries intérieures, compte tenu, essentiellement, de l'exploitation du brochet de mer et de la pêche sportive au tarpon. Or, selon lui, les pêcheries côtières sont peu susceptibles de subir les effets dommageables d'une éventuelle charge sédimentaire supplémentaire produite par la route.

6.12. M. Cowx conclut la première partie de son rapport (ayant trait aux poissons et aux pêcheries) en indiquant que «[l']examen de la documentation existante, ainsi qu'une analyse

approfondie des études citées dans le rapport Kondolf de 2014 constituent la base de [s]on appréciation de l'affirmation générale de M. Kondolf, à la page 64 de son rapport, selon laquelle «les ouvrages scientifiques démontrent qu'une partie des espèces les plus communes dans le fleuve San Juan (énumérées dans Procuena 2004 et dans le rapport de l'EDA reproduit à l'annexe 10), notamment les cichlidés, certains mugilidés et les poeciliidés, sont vulnérables à l'accroissement de la turbidité et de la concentration en sédiments en suspension».

6.13. M. Cowx poursuit ainsi : «Ce que démontrent en réalité les ouvrages scientifiques, c'est que l'affirmation de M. Kondolf est une généralisation grossière. Si certaines espèces des familles qu'il cite sont effectivement vulnérables à l'accroissement de la turbidité et des quantités de sédiments en suspension, d'autres y sont bien adaptées, ainsi que l'illustre l'étude par espèce résumée dans le présent rapport et dont il est fait état en détail dans les sources citées».

6.14. Il relève par ailleurs que «[s]eules des données empiriques sur les espèces concernées, dans le contexte particulier du fleuve San Juan, pourraient justifier et étayer l'allégation selon laquelle la construction de la route 1856 aurait eu des effets durables sur les poissons et les activités halieutiques dans le fleuve. Aucune donnée de ce genre n'a été fournie par les experts du Nicaragua. Les exemples avancés à l'appui de cette allégation sont de portée générale et ne s'appliquent pas spécifiquement au San Juan ni aux espèces qui le peuplent».

256

6.15. M. Cowx conclut que «rien ne démontre que la construction de la route 1856 a eu ou aura des répercussions sur les poissons et les activités halieutiques dans le San Juan» (les italiques sont dans l'original).

6.16. Une étude des ouvrages ayant trait aux poissons du fleuve San Juan a été effectuée dans le cadre de l'évaluation écologique conduite en 2014 par le centre de sciences tropicales (CCT). Ce rapport, intitulé «Diagnostic de l'impact sur l'environnement, ichtyofaune du fleuve San Juan», a été établi par M. Arturo Angulo Sibaja, expert costa-ricien en ichtyologie (le rapport Angulo).

6.17. Il s'agit d'un traité technique reposant sur des exemples tirés d'un certain nombre de fleuves du Costa Rica. Quoiqu'il n'existe pas de données disponibles pour la portion du San Juan qui longe la route, M. Angulo fait état de données se rapportant au Colorado (le prolongement du fleuve San Juan, qui capte environ 90% de son débit). Malgré sa charge sédimentaire élevée et variable, le Colorado est, en Amérique centrale, l'un des fleuves présentant la plus grande diversité de poissons d'eau douce (Bussing 1998, Angulo et al. 2013), avec quelque 115 espèces, soit 46 % de l'ensemble des espèces recensées au Costa Rica (Angulo et al. 2013).

6.18. Sont également pertinentes les données concernant l'ichtyofaune présente dans des affluents du San Juan dont les concentrations de sédiments en suspension sont même supérieures à celles du cours principal. Ainsi, pour ce qui est de la station hydrométrique de Terrón située sur la San Carlos, M. Angulo fait état d'une mesure de production sédimentaire de 817 tonnes par km² et par an, et le rapport de l'ICE, d'une charge de sédiments en suspension de 1 175 000 tonnes par an (voir tableau 4.10). Or, la rivière San Carlos héberge pas moins de 54 espèces de poissons (notamment des cichlidés (n=15), des poeciliidés, (n=10) et des characidés (n=8)) qui supportent, semble-t-il, sans aucune difficulté la forte turbidité associée à ces concentrations élevées de sédiments en suspension.

257

6.19. Dans le bassin du Reventazón, qui, tout comme le San Juan, se jette dans la mer des Caraïbes, des productions sédimentaires allant jusqu'à 1159 tonnes par km² et par an ont été relevées (Jimenez et al. 2005). Le fleuve abrite pourtant une population de poissons très diversifiée avec 65 espèces, parmi lesquelles des cichlidés (n=15), des poeciliidés (n=6) et des characidés (n=5) (Molina 2011).

6.20. Dans son rapport, M. Angulo conclut que «[l]a présence de ces taxons dans des cours d'eau présentant des apports sédimentaires importants pourrait être le signe de niveaux de tolérance élevés, ainsi que plusieurs auteurs l'ont laissé entendre (Bussing 1998, Tiffer-Sotomayor 2005, Rojas et Rodriguez 2008, Saenz et al. 2009) et que le confirme la présente analyse».

6.21. Ces conclusions ont été confirmées par M. Cowx, qui indique que son rapport «reprend et exploite les observations pertinentes formulées par M. Arturo Angulo Sabaja».

C. Invertébrés

6.22. A la section 3 de son rapport, M. Cowx réexamine les éléments présentés dans le rapport Ríos concernant l'impact de la route sur les populations de macroinvertébrés du fleuve San Juan, et se penche sur les conclusions qu'en tire M. Kondolf dans son rapport de 2014.

258

6.23. M. Cowx estime que, si le rapport Ríos semble mettre au jour des différences entre les communautés de macroinvertébrés des deltas (et les paramètres associés à ces communautés), selon qu'on se trouve sur la rive septentrionale ou méridionale du San Juan, il convient d'opposer à ces constatations le fait que, sur la rive septentrionale, les zones dont les eaux sont drainées jusque dans les deltas sont systématiquement plus étendues que sur la rive méridionale. Il ajoute que Mme Ríos ne tient aucun compte des effets que peuvent avoir la végétation naturelle et l'utilisation du sol des bassins versants sur la qualité des eaux et l'habitat des deltas du fleuve. Ces facteurs de confusion peuvent, selon lui, expliquer, au moins en partie, les différences que Mme Ríos et M. Kondolf attribuent à une sédimentation causée par la construction de la route. Ce point est également souligné dans l'analyse du rapport Ríos effectuée par M. Bernald Pacheco Chaves, expert en écologie aquatique du centre de sciences tropicales (CCT) (le rapport Pacheco).

6.24. M. Cowx appelle l'attention sur le faible niveau d'abondance et de richesse, et sur le degré élevé de variabilité locale de l'assemblage de macroinvertébrés, caractéristiques qui indiquent, selon lui, que des conditions dynamiques et variables prévalent dans l'ensemble des sites étudiés. Il relève que la pluralité de profils et de conditions mise en évidence dans le rapport Ríos peut être attribuée aux différences concernant la superficie, la végétation naturelle et l'utilisation des terres dans les bassins versants dont les eaux s'écoulent jusque dans les deltas, facteurs non pris en compte dans les analyses statistiques. M. Cowx souligne que l'étude statistique conduite par M. Gutiérrez (2014) (le rapport Gutiérrez) parvient à la même conclusion.

6.25. J'ai examiné le rapport Gutiérrez. Bien qu'utilisant régulièrement les statistiques et connaissant le degré d'adéquation des analyses paramétriques et non paramétriques ainsi que leurs avantages et faiblesses respectifs, je ne suis pas expert dans ce domaine. Je ne saurais, par conséquent, apprécier dans quelle mesure les erreurs mises au jour dans ce rapport fragilisent les conclusions de Mme Ríos. Il reste que les observations de M. Gutiérrez, ajoutées à celles de M. Cowx, conduisent inévitablement à douter de la valeur des éléments statistiques invoqués à l'appui des conclusions de Mme Ríos et des affirmations que formule M. Kondolf sur le fondement de ces conclusions.

6.26. M. Cowx résume son réexamen du rapport Ríos en indiquant que celui-ci «ne fournit, de [s]on point de vue, aucun élément susceptible d'établir que la construction de la route ait eu des effets néfastes sur les macroinvertébrés benthiques qui peuplent les deltas sédimentaires de la rive méridionale du San Juan».

259

6.27. Dans son rapport, M. Pacheco parvient à la même conclusion : «J'estime que l'étude de Mme Ríos Tourma (2014) ne fournit pas de preuve valable de ce que les communautés aquatiques du fleuve San Juan auraient subi une dégradation sensible due à l'apport de sédiments produits par la construction de la route 1856». Je précise que, pour parvenir à cette conclusion, M. Pacheco se fonde sur l'analyse technique plus approfondie de M. Cowx.

6.28. M. Pacheco explore des aspects liés aux différences que présentent les sous-bassins versants des rives méridionale et septentrionale du fleuve, du point de vue de l'utilisation et de la gestion des terres et de la végétation. Il souligne que, sur les 16 sites où Mme Ríos a effectué des prélèvements, 14 sont situés sur une seule et même petite portion du fleuve, entre l'embouchure de l'Infiernito et celle de la San Carlos (figure 6.1.).

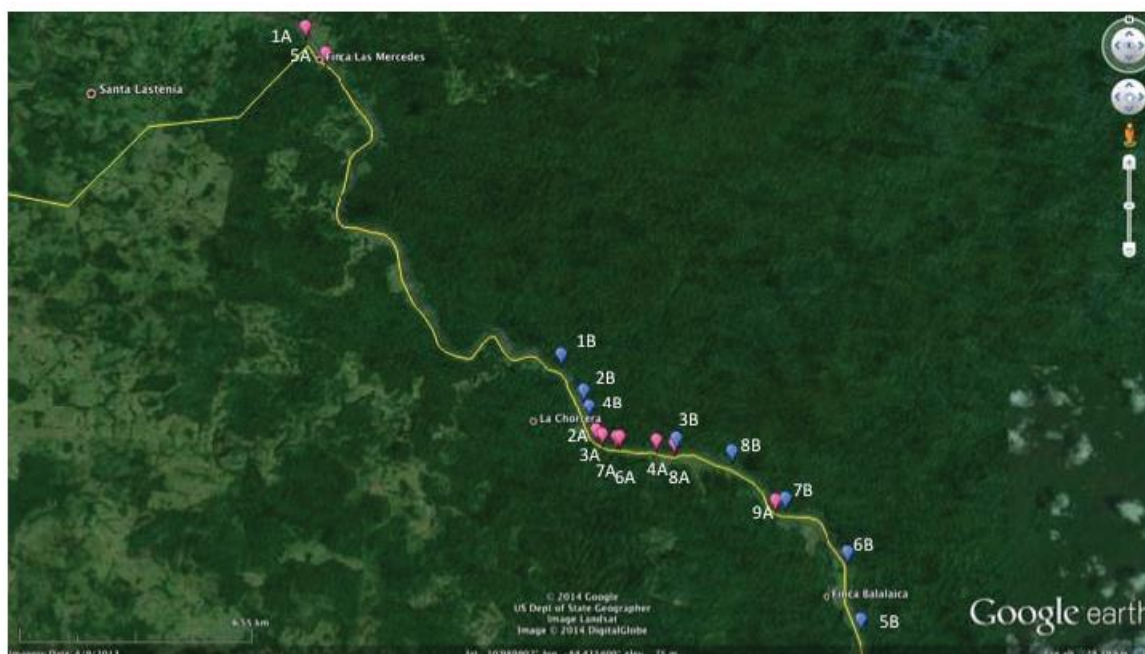


Figure 6.1 : Points de prélèvement le long du fleuve San Juan entre El Castillo et Boca San Carlos. Chaque point correspond à un delta formé par un ruisseau se déversant dans le San Juan (figure 1 du rapport Ríos).

260

6.29. M. Pacheco souligne que ce petit secteur présente probablement la plus forte concentration locale de talus de déblai et de prismes de large dimension, et que, plus généralement, il est tout à fait atypique par rapport aux conditions qui prévalent sur le reste du parcours de la route. Or, les résultats de l'étude de Mme Ríos sont présentés comme représentatifs de l'ensemble du tracé, ou à tout le moins, du segment situé entre la borne n° II et Boca San Carlos.

6.30. M. Cowx relève que, pour étayer son propos concernant l'intolérance aux sédiments, M. Kondolf invoque des familles entières de poissons, ou des exemples tirés d'ouvrages concernant d'autres cours d'eau, au lieu de se référer aux espèces particulières qui peuplent le San Juan. De la même manière, M. Pacheco souligne que Mme Ríos mentionne des taxons dont la sensibilité aux

sédiments a été constatée dans le cadre d'études réalisées aux Etats-Unis (Zweig & Rabeni, 2001 ; Carlisle et al., 2007).

6.31. M. Pacheco pointe, à cet égard, deux problèmes majeurs. Premièrement, les études citées dans le rapport Ríos ne s'appliquent pas au San Juan, pas plus qu'au Costa Rica ni même à la région des tropiques. L'environnement des zones tempérées est de toute évidence différent des conditions qui prévalent dans les zones tropicales, et l'on sait que les réactions des macroinvertébrés aux stimuli environnementaux varient d'une région à l'autre d'un même pays (Heino 2014). Deuxièmement, la résolution taxonomique utilisée dans le rapport Ríos ne va pas au-delà du niveau famille et groupe, ce qui semble assez normal. En effet, l'identification taxonomique des macroinvertébrés au niveau espèce est souvent impossible à établir à partir de la documentation existante, et nécessite une connaissance très pointue du domaine.

261

6.32. Il est donc très difficile de savoir si les espèces étudiées dans les ouvrages auxquels se réfère Mme Ríos correspondent à celles vivant dans le San Juan. Bien que cela soit possible, il reste peu probable que ces espèces soient également présentes dans le San Juan. Il importe de souligner que le degré de tolérance aux sédiments des macroinvertébrés peut varier en fonction de la résolution taxonomique utilisée (Bailey et al. 2001), voire d'une espèce à l'autre, au sein d'un même genre (Flowers 2009). Il apparaît donc peu prudent d'utiliser les macroinvertébrés, selon une résolution taxonomique de niveau famille et groupe, en tant qu'indicateurs biologiques pour apprécier la dégradation de la qualité de l'eau et de l'environnement – ce que fait précisément Mme Ríos dans son rapport.

6.33. Comme le souligne M. Pacheco, Mme Ríos conclut que la construction de la route 1856 n'a pas eu d'impact sur les deltas situés sur la rive septentrionale du San Juan. Autrement dit, même si la route avait eu, d'une quelconque manière, un impact important sur la vie aquatique du fleuve (ce que je réfute), celui-ci ne concernerait que quelques deltas situés sur la rive costa-ricienne, le long d'une petite portion du fleuve.

6.34. Si l'érosion et le dépôt de sédiments produits par la route avaient entraîné une hausse sensible de la concentration et de la charge sédimentaires dans le fleuve, il est vraisemblable que, comme le souligne M. Pacheco, cela aurait perturbé l'ensemble de l'environnement aquatique, en produisant des effets non pas uniquement en des points isolés de la rive méridionale, mais également sur le lit du fleuve et sur la rive opposée – d'autant que, dans le secteur étudié dans le rapport Ríos, le chenal fait moins de 200 mètres de large.

6.35. Selon M. Pacheco, la conclusion de Mme Ríos selon laquelle la rive septentrionale du fleuve n'a pas été touchée par la construction de la route 1856 contredit la thèse du Nicaragua et de ses experts qui veut que la route ait causé des dommages importants à la vie aquatique du fleuve San Juan.

262

6.36. Concernant le rapport Kondolf de 2014, M. Cowx souligne que, de son point de vue d'expert, l'utilisation qui y est faite des macroinvertébrés comme indicateurs biologiques de la dégradation de l'environnement (voir p. 65) méconnaît le fait que ces organismes renseignent davantage sur les effets négatifs de la qualité de l'eau que sur la dégradation de l'hydromorphologie (Bonada et al. 2006, Resh 2008). Il est donc, selon lui, peu pertinent d'invoquer des études concernant les macroinvertébrés du San Juan aux fins de démontrer que la route a eu des effets hydromorphiques importants sur le fleuve.

6.37. M. Cowx se réfère à cet égard à la conclusion formulée à la page 65 du rapport de 2014 de M. Kondolf selon laquelle «[l]es fortes concentrations de sédiments en suspension ont un effet négatif sur les communautés d'algues et de macroinvertébrés du fleuve San Juan, comme le prouvent les différences entre les communautés écologiques établies respectivement dans les deltas de la rive septentrionale à l'embouchure des cours d'eau drainant les réserves forestières au Nicaragua (lesquels ne sont pas affectés par la route 1856) et dans les deltas de la rive méridionale (lesquels sont affectés par l'apport en sédiments associé à l'érosion provoquée par la route)». A l'appui de cette conclusion, M. Kondolf invoque des éléments de preuve tirés du rapport Ríos, qui a constaté la «richesse et l'abondance nettement supérieures ... des EPT dans les deltas de la rive septentrionale du San Juan par rapport à ceux de la rive méridionale affectés par l'apport sédimentaire en provenance de la route». M. Kondolf justifie l'importance de ces résultats concernant les EPT en ces termes : «Le sigle EPT désigne l'ordre des éphéméroptères (ephemeroptera), celui des plécoptères (plecoptera) et celui des trichoptères (trichoptera), espèces connues pour être sensibles aux sédiments et autres polluants, et constituant par conséquent de précieux indicateurs de la qualité de l'eau».

6.38. Les populations d'EPT sont en effet des indicateurs importants de la qualité de l'eau, mais offrent beaucoup moins de fiabilité pour ce qui est des effets hydromorphologiques en raison de la nature dynamique des formations telles que les deltas sédimentaires. M. Cowx indique que, d'une part, les niveaux d'abondance et de richesse des EPT sont très bas dans l'ensemble des deltas étudiés (à tel point qu'ils manquent de fiabilité statistique, ainsi que l'expose le rapport Gutiérrez), et que, d'autre part, les différences entre les deltas des rives septentrionale et méridionale peuvent être attribuées à la qualité inégale des eaux qui s'y déversent, laquelle varie elle-même en fonction de l'étendue et de la végétation des bassins correspondants et de l'utilisation des terres qui y est faite. La non prise en compte, dans le rapport Ríos, de certains facteurs de confusion, tels que les effets du développement agricole, est ainsi doublement problématique.

263

6.39. M. Cowx conclut son examen indépendant en indiquant que «[d]ans leur majorité, les éléments du rapport Ríos comparant les indicateurs biologiques entre les deltas des rives nord et sud ne sont pas concluants et ne fournissent pas les données empiriques solides qui seraient nécessaires pour prouver que les sédiments produits par l'érosion de la route auraient eu un impact préjudiciable sur l'écologie aquatique du fleuve San Juan». Ce à quoi il ajoute : «[d]ès lors, la conclusion de M. Kondolf quant aux effets dommageables qu'aurait eu l'apport de sédiments produits par la route sur les populations d'invertébrés du fleuve San Juan semble infondée».

6.40. Les paragraphes 5.13 à 5.18 ci-dessus présentent mon interprétation des différences qu'a constatées M. Kondolf lors de ses visites sur les lieux des deltas des rives septentrionale et méridionale, entre les sédiments produits par la route et ceux du lit du fleuve. J'exposerai ci-dessous que, au vu de leurs propriétés spécifiques, telles que mises au jour par M. Kondolf, les sédiments issus de la route ne sauraient avoir sur le périphyton et les assemblages de macroinvertébrés qu'une incidence localisée et passagère, si tant est qu'ils en aient une.

6.41. Dans son rapport de 2014, M. Kondolf admet mon argument selon lequel les apports de sédiments frais viennent former un nouveau substrat qui sert d'habitat au périphyton (algues et autres organismes poussant à la surface des couches de graviers et de roche) et aux macroinvertébrés.

6.42. A cet égard, il est important de préciser que l'habitat fourni par les dépôts de sédiments provenant de la route n'est pas, en soi, de qualité inférieure, ces sédiments étant simplement plus gros, plus neufs et plus propres que les gravillons usés du cours d'eau, puisqu'issus de l'érosion

264

récente de parties de roche longtemps non exposées. Le fait est que ces clastes sont *trop propres* pour héberger des écosystèmes microbiens abondants et diversifiés, et trop récents pour que le riche périphyton qui constitue la base de la chaîne alimentaire ait pu s'y développer. Il s'agit toutefois d'un état transitoire. Avec le temps, l'énergie et les éléments nutritifs nécessaires, ces larges clastes angulaires de la taille de cailloux se transformeront en gravillons arrondis (grâce à leur composition friable) et s'enroberont d'une couche gélatineuse, ou périphyton, et des communautés plus riches et plus diversifiées de macroinvertébrés pourront alors se développer à leur tour grâce à cette source alimentaire. Cela dit, ainsi que le souligne M. Cowx, les niveaux de richesse et de diversité de macroinvertébrés et les pourcentages d'EPT relevés dans les deltas sont peu élevés sur l'une et l'autre des deux rives du fleuve. L'explication tient à la nature morphodynamique des deltas, qui accumulent des sédiments provenant des petits cours d'eau qui les alimentent lors des averses locales, mais sont également soumis à des perturbations régulières liées aux crues du cours principal, qui ré-entraînent les matières déposées par les petits cours d'eau et les dispersent le long de la rive et sur toute la surface du lit du San Juan. L'ensemble de ce phénomène est une conséquence de la charge sédimentaire naturellement élevée du fleuve, ainsi que l'expliquent les paragraphes 4.109 à 4.128 ci-dessus.

6.43. M. Cowx reproche au rapport Kondolf de 2014 d'accorder trop d'importance à l'utilisation qui peut être faite des populations de macroinvertébrés en tant qu'indicateurs biologiques de la dégradation de l'environnement. M. Kondolf considère par ailleurs que le périphyton et les macroinvertébrés jouent également ce rôle d'indicateur à l'égard de la qualité de l'eau, affirmant à la page 71 que les nouveaux deltas «sont soumis à des apports anormalement élevés et délétères de sédiments en suspension qui provoquent l'apparition de communautés d'algues et de macroinvertébrés reflétant la détérioration de la qualité des eaux». Il s'agit toutefois là d'une simple allégation que rien ne vient étayer.

6.44. A la page 11 (deuxième paragraphe) de son troisième rapport, M. Kondolf fait état des concentrations de sédiments en suspension (CSS) de trois échantillons d'eau boueuse prélevés dans des panaches apparus dans le fleuve à la suite d'une averse de 15 minutes. Les échantillons présentaient 364, 459 et 483 grammes de matières en suspension par mètre cube, concentrations que M. Kondolf qualifie d'«élevées». Il a également prélevé deux échantillons d'eau claire, qui présentaient tous deux des CSS de 8 grammes par mètre cube.

265

6.45. Le rapport Thorne de 2013 comporte un diagramme (figure 18 dudit rapport, reproduit ci-dessous à la figure 6.2) qui représente 2409 mesures de CSS relevées dans les affluents du San Juan et, au niveau de la bifurcation, dans le Colorado, qui capte, en aval, environ 90% du débit du San Juan.

6.46. Les CSS composant cette large série de mesures varient entre 10 et plus de 10 000 parties par million. Cette amplitude illustre clairement la très grande variabilité naturelle des concentrations de sédiments et des degrés de turbidité correspondants, qui caractérise les cours d'eau du système fluvial San Juan – Colorado.

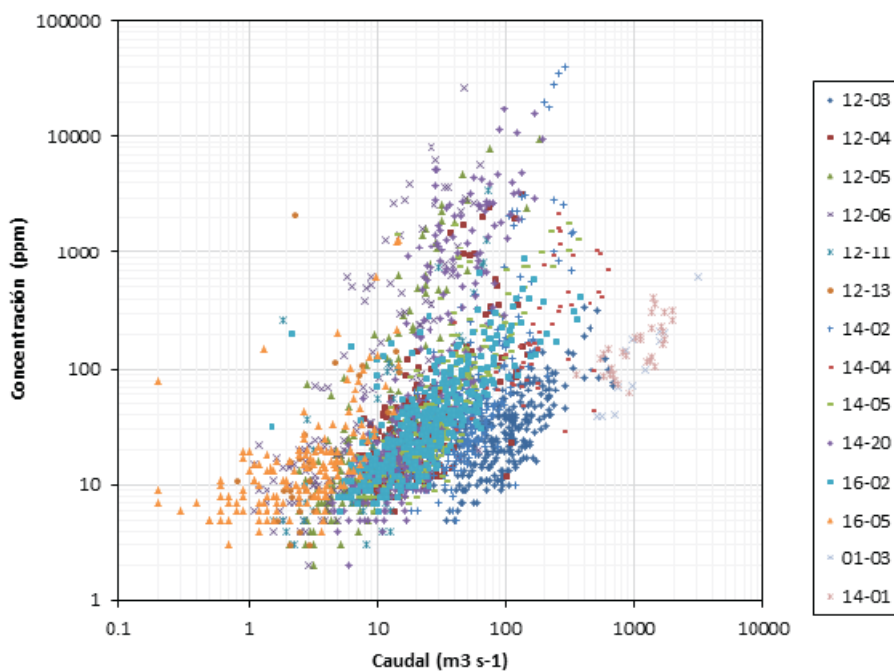


Figure 6.2 : Concentration de sédiments en suspension en fonction du débit pour 2409 échantillons prélevés dans le Colorado, le San Juan et ses affluents costa-riciens. Note : la station 14-01 correspond à celle de delta Colorado (11-04), qui reçoit environ 90 % des eaux coulant dans le San Juan en amont immédiat du point de bifurcation (tiré du rapport Thorne 2013).

266

6.47. Au moment où elle a été mesurée par M. Kondolf, la CSS ambiante des eaux du fleuve était effectivement basse. Ainsi que je l'ai souligné, les CSS et charges en sédiments en suspension sont extrêmement variables, et le mois de mai correspond à la période de basses eaux. Toutefois les concentrations de sédiments des échantillons prélevés dans le panache d'eau boueuse ne sont pas «élevées» dans le contexte des CSS généralement observées dans les eaux de ruissèlement drainées par le San Juan, voire dans le fleuve lui-même (comme l'illustre la station 11-04 dans la figure 6.2).

6.48. Il n'est nullement surprenant qu'une averse de quinze minutes du mois de mai produise un contraste marqué entre la CSS des eaux de ruissèlement locales et celle des eaux réceptrices car en pareil cas, la source de sédiments est localisée au niveau de la zone de l'averse, à un moment où la CSS ambiante est à son niveau minimal dans les eaux du fleuve (qui, en mai, connaît son débit le plus bas (débit de base)). Il est toutefois à prévoir, compte tenu de la présence de deltas aux points de confluence des affluents, que les averses locales entraîneront la formation de panaches présentant des CSS tout aussi élevées sous l'effet des écoulements provenant des affluents de la rive septentrionale autant que de la rive méridionale du fleuve.

6.49. Dans son quatrième rapport, M. Kondolf a admis que les concentrations sédimentaires qu'il avait mesurées dans le panache d'eaux boueuses «n'étaient pas très élevées par rapport à celles mesurées dans le fleuve et ses gros affluents en cas de débit élevé»⁴⁰⁴. Ce faisant, il est, de fait, revenu sur l'affirmation formulée dans son troisième rapport, selon laquelle ces mesures montraient que «le ruissèlement provoqué par la route cont[enait] de fortes concentrations de

⁴⁰⁴ Rapport Kondolf de novembre 2013, p. 11.

267

sédiments en suspension»⁴⁰⁵. M. Kondolf a également déclaré, dans son quatrième rapport, que les mesures «démontre[nt] clairement – et c’est essentiel – que les sédiments dérivés de la route se déversent dans le ... San Juan»⁴⁰⁶. Je ne le conteste pas, mais tiens à souligner ce qui suit : pour rechercher si les concentrations de sédiments en suspension mesurées dans les eaux de ruissèlement de la route ont causé des dommages à la vie du fleuve ou sont susceptibles de causer pareils dommages, il est indispensable d’envisager ces mesures dans le contexte des concentrations que supportent, de manière générale, la faune et la flore aquatiques du système fluvial, et auxquelles elles sont parfaitement bien adaptées. Les mesures représentées à la figure 6.2 montrent que les concentrations observées dans les affluents du San Juan dépassent souvent 500 g/m³. Par conséquent, les concentrations relevées en mai 2013 (364, 459 et 483 g/m³) n’ont causé et ne causeront aucun dommage à la faune et la flore du fleuve.

6.50. Au vu des éléments qui précèdent, et pour toutes les autres raisons exposées dans les rapports Cowx et Augulo, la large amplitude et la variabilité saisonnière et locale des CSS ne sont pas le signe d’une dégradation de la qualité des eaux, et les sédiments en suspension ne sauraient être considérés comme des matières polluantes. Le fait que les CSS soient élevées pendant la montée annuelle des eaux et lors des épisodes comparables d’averses isolées (qui se produisent pendant toute l’année) constitue, ainsi que le j’ai souligné dans mon rapport de 2013, «une réalité ancienne à laquelle l’écosystème aquatique et riverain du fleuve est tout à fait adapté».

D. Navigation

6.51. Dans son mémoire en l’affaire relative à la *Construction d’une route*, le Nicaragua a soutenu que la construction de la route avait entraîné le «rejet dans le fleuve d’arbres et de terre le long du parcours de la route, rendant plus difficile et dangereuse la navigation sur ses eaux». Cette allégation selon laquelle la construction de la route aurait eu des effets négatifs sur la navigabilité du fleuve San Juan concerne clairement le segment du fleuve qui longe la route entre la borne n° II et Delta Costa Rica.

6.52. Les experts du Nicaragua n’ont nullement laissé entendre que les arbres ou les sédiments provenant de la route menaceraient la navigation dans cette partie du fleuve, et je n’ai moi-même constaté, lors des visites sur les lieux et des survols auxquels j’ai participé, aucun élément susceptible de démontrer l’existence ou la probabilité d’une telle menace. J’ai, au contraire, observé à plusieurs reprises des navires nicaraguayens navigant dans ce secteur sans aucune difficulté, et ce tant en période de basses eaux qu’en période de crues.

268

6.53. En tout état de cause, le dépôt de débris d’arbres et de terre dans le San Juan fait partie de son fonctionnement naturel. Cette analyse ne reflète pas seulement mon avis personnel ; elle a également été confirmée par l’«Étude de l’impact sur l’environnement du «projet visant à l’amélioration de la navigabilité du fleuve San Juan de Nicaragua» (septembre 2006)» soumise à la Cour en 2011, sous l’annexe 7 du contre-mémoire du Nicaragua (vol. II) en l’affaire relative à *Certaines activités*. A la page 10 de ce document, il est indiqué, à propos d’une barre formée dans le San Juan au niveau où le chenal s’élargit à l’approche du point de bifurcation, que «[l]es sondes ont révélé la présence de débris de matières organiques, notamment d’arbres de 0,6 mètre de diamètre enfouis sous le lit du fleuve jusqu’à 3 mètres de profondeur». Les auteurs expliquent ensuite l’origine de ces débris ligneux et le mécanisme selon lequel ils se sont déposés, en indiquant que ceux-ci «descendent le fleuve quand les eaux sont très hautes et viennent s’échouer contre les îles, lesquelles les retiennent en servant de dissipateurs d’énergie et en conservant des

⁴⁰⁵ Rapport Kondolf du 30 octobre 2013, p. 11.

⁴⁰⁶ Rapport Kondolf de novembre 2013, p. 11.

sédiments qui, en s'accumulant tout au long de l'année, élargissent ces îles ou en créent de nouvelles». Ce passage confirme que de larges débris ligneux étaient déjà présents dans le fleuve bien avant la construction de la route, et que ces dépôts jouent un rôle naturel dans le fonctionnement géomorphologique et écologique du fleuve.

6.54. Dans son rapport de 2012, M. Kondolf allègue que la construction de la route a «causé des dommages importants au milieu aquatique et aux zones humides, et porté atteinte à la navigabilité du cours inférieur du fleuve San Juan en raison d'une sédimentation excessive». Cette allégation d'atteinte à la navigation ne concerne pas la partie du fleuve longeant la route, mais le cours inférieur du San Juan, en aval de Delta Costa Rica.

269

6.55. Conformément au raisonnement présenté au paragraphe 5.29 ci-dessus et si, comme le laisse entendre M. Andrews, l'intégralité des apports sableux de la route susceptibles d'atteindre Delta Costa Rica et de pénétrer dans le cours inférieur du San Juan devait se déposer dans les trois premiers kilomètres en aval du point de bifurcation – hypothèse, selon moi, irréaliste, pour les raisons évoquées aux paragraphes 5.26 à 5.29 ci-dessus –, cela entraînerait une élévation du lit de 5 à 10 millimètres en moyenne.

6.56. Ces dépôts sableux, même concentrés en bancs sur les trois premiers kilomètres du San Juan inférieur, seraient insuffisants pour avoir un effet sensible sur la navigation. En tout état de cause, étant donné la variabilité des charges sédimentaires qui entrent dans le cours inférieur du San Juan, il serait en pratique impossible de discerner la part de l'augmentation du niveau du lit ou des bancs de sable imputable aux apports sableux de la route, par rapport aux phénomènes plus larges d'aggradation et de formation de bancs lors des épisodes de crues, aux modifications continues du niveau de ces bancs dues aux variations saisonnières et exceptionnelles du débit et des charges en sédiments, et aux autres adaptations morphologiques du système fluvial.

6.57. Si la sédimentation pose effectivement problème pour la navigation pendant la saison sèche, elle relève en réalité d'un phénomène général d'aggradation causé par des processus tectoniques et fluviaux naturels qui, pour les raisons exposées dans le rapport Astorga, ont cours depuis des millénaires dans le San Juan inférieur. Cette explication, de nature géologique, de l'aggradation dans cette partie du fleuve est confirmée par d'autres experts. Ainsi, MM. van Rhee et de Vriend ont indiqué dans leur rapport de 2012 (appendice 2 du contre-mémoire du Nicaragua en l'affaire relative à *Certaines activités*) que, «[c]omme Thorne l'a justement fait observer, la part du débit atteignant le cours inférieur du San Juan diminuera progressivement, en l'absence de tout dragage supplémentaire, en raison des tendances géologiques prévalant dans la zone (rapport Thorne, p. II-10)».

6.58. Je conclus que les problèmes éventuels de navigation touchant le cours inférieur du fleuve San Juan sont liés à un phénomène durable d'aggradation causé par des processus naturels. L'apport de sable de la route dans la charge sédimentaire existante du San Juan inférieur n'a pas pu, en soi, entraver la navigation, et il ne saurait être établi que celui-ci a entraîné une élévation mesurable du lit du fleuve.

270

7. QUEL EFFET LES TRAVAUX D'ATTÉNUATION COSTA-RICIENS ONT-ILS EU ET QUELLE A ÉTÉ LEUR PROGRESSION DEPUIS LA FIN DE L'ANNÉE 2013 ?

A. Programmes de reboisement et de reconstitution des talus de la CODEFORSA

7.1. En avril 2012, dans le cadre de la mise en œuvre du plan de gestion environnementale de la route, la Commission pour le développement forestier de San Carlos (Comisión de Desarrollo Forestal de San Carlos, ou CODEFORSA) s'est vu attribuer un marché en vertu duquel elle était chargée de planter et d'entretenir 25 000 arbres en 12 lieux situés le long de la route 1856, entre la borne n° II et Boca San Carlos. En 2013, ce marché a été élargi à 19 autres emplacements, où devaient être plantés et entretenus 24 000 arbres supplémentaires. A ce jour, 50 709 arbres ont été plantés au total sur une superficie de quelque 46 hectares, dont 98 % sont situés entre la route et la rive méridionale du fleuve San Juan. Ces arbres ont aujourd'hui entre 2 et 28 mois et mesurent 50 cm à 7 m de haut.

7.2. Ce programme de reconstitution du couvert forestier et végétal est décrit en détail dans les rapports de la CODEFORSA intitulés «Services de conseil pour l'élaboration et la mise en œuvre d'un plan environnemental pour la route frontalière Juan Rafael Mora Porras» (le **rapport de la CODEFORSA de 2014**) et «Restauration et réhabilitation des écosystèmes touchés par la construction de la route frontalière Juan Rafael Mora Porras, Ruta 1856» (le **rapport trimestriel de la CODEFORSA de novembre 2014**).

7.3. Je m'attacherai ici à répondre aux critiques formulées par M. Kondolf, à la page 42 de son rapport de 2014, concernant le programme de reboisement :

«L'annexe 2 inclut des photographies d'un programme de plantation d'arbres sans fournir certaines informations essentielles concernant par exemple la question de savoir si cette initiative permettra de répondre aux problèmes de stabilité des pentes (la réponse étant la plupart du temps négative, dans la mesure où le plan de rupture des glissements de terre est plus profond que la distance à laquelle les racines s'enfoncent dans le sol) et si les arbres ont survécu depuis leur plantation (nos observations menées depuis le fleuve semblant indiquer que la plupart sont morts).»

271

7.4. S'agissant des informations essentielles concernant le programme de reboisement, le rapport de la CODEFORSA de 2014 rend compte de manière détaillée des deux phases du programme, et comporte, pour chacun des 31 lieux, une fiche d'information de deux pages indiquant l'emplacement, la date de plantation, les activités d'entretien et l'état actuel des arbres, ainsi qu'une série chronologique de photographies. Ces lieux s'étendent sur une zone allant bien au-delà des 15 premiers kilomètres de la route en aval de la borne n° II.

7.5. Il est vrai, comme le souligne M. Kondolf, que «le plan de rupture des glissements de terre est plus profond que la distance à laquelle les racines s'enfoncent dans le sol», ; toutefois, l'inspection réalisée dans le cadre du rapport de la CODEFORSA de 2014 confirme que les arbres n'ont pas été plantés sur des talus présentant des risques d'instabilité liés à des glissements de terrain profonds. De fait, d'autres mesures sont actuellement mises en œuvre pour améliorer la stabilité des talus de déblai et de remblai qui sont particulièrement hauts et escarpés, ainsi que cela est décrit en détail dans le rapport du CONAVI de 2014 et dans le rapport trimestriel de la CODEFORSA de novembre 2014, et rappelé plus succinctement ci-après.

7.6. Les zones retenues aux fins du programme de reboisement (qui présentent des pentes douces, et excluent tout talus escarpé) sont des zones où les arbres peuvent avoir les effets suivants :

- a) réduire l'érosivité des précipitations en les interceptant ;
- b) réduire l'érodabilité du sol en abaissant son niveau d'humidité par évapotranspiration et en le renforçant grâce à la présence de racines ;
- c) réduire le ruissellement en favorisant l'infiltration ;
- d) canaliser le ruissellement de surface dans des voies d'écoulement concentrées, en accroissant la rugosité de la surface et la perméabilité du terrain, ce qui protège le sol et la base des talus de l'érosion en nappe, des rigoles et du ravinement ;

272 e) intercepter le ruissellement de surface susceptible d'atteindre le fleuve San Juan ;

f) créer un habitat propice à la faune et à la flore.

7.7. Lorsque, en août 2014, j'ai pris connaissance du rapport Kondolf de 2014, j'ai été surpris qu'il doute que «les arbres [aient] survécu depuis leur plantation», et affirme que «[les] observations menées [par son équipe] depuis le fleuve sembl[aient] indiquer que la plupart [étaient] morts». D'après mes propres observations, en avril 2014, la grande majorité des plantations de la CODEFORSA avaient survécu et étaient même prospères.

7.8. Sur la base des trois visites que j'ai effectuées dans les zones de reboisement en 2014, des entretiens approfondis que j'ai eus avec les experts forestiers de la CODEFORSA et de mon examen des rapports de la CODEFORSA, je suis aujourd'hui convaincu que les affirmations de M. Kondolf sont dénuées de fondement.

7.9 Aux termes des deux marchés (phases 1 et 2) qui lui ont été confiés, la CODEFORSA doit assurer deux années d'entretien des plantations, ce qui englobe les activités suivantes :

- a) suivi des zones reboisées (et notamment de la santé des arbres) ;
- b) fauchage ;
- c) application localisée d'herbicide autour des arbres ;
- d) épandage d'engrais ;
- e) élimination des drageons ;
- f) entretien des clôtures ;
- g) visites de suivi dans les zones replantées.

7.10 Le marché attribué à la CODEFORSA prévoit un nombre d'arbres qui doivent avoir été plantés d'ici la fin de la période visée, et ne précise pas la zone à couvrir. En conséquence, pendant toute la phase 1 du projet, la CODEFORSA a recherché quels arbres avaient été abattus, et procédé à leur remplacement dans le cadre du programme d'entretien. Ces activités ont été poursuivies pendant la phase 2 (toujours en cours).

273

7.11. Le tableau 7.1 présente les données de mortalité recueillies au cours des visites d'entretien effectuées entre 2012 et 2014.

Tableau 7.2 : Rapport de mortalité en vue du programme de reboisement de la CODEFORSA (tiré du rapport de la CODEFORSA de 2014).

Phase 1 (26 575 arbres plantés)							
PARTICIPANTS	ARBRES PLANTES	MORTALITE EN 2012		MORTALITE EN 2013		MORTALITE EN 2014	
		N	%	N	%	N	%
Escuela Delta Costa Rica	325	28	8,6%	25	7,7%	0	0,0%
Escuela y Policía	500	0	0,0%	25	5,0%	0	0,0%
Tito Hernández Ferreto	366	14	3,8%	5	1,4%	0	0,0%
María Hilaria Miranda Rivas	500	30	6,0%	20	4,0%	0	0,0%
Felix Hernández Jarquín	260	17	6,5%	15	5,8%	0	0,0%
Fabio Vargas	407	52	12,8%	10	2,5%	0	0,0%
Escuela Boca La Ceiba	117	10	8,5%	5	4,3%	0	0,0%
Melis Góngora Moraga	252	25	9,9%	5	2,0%	0	0,0%
Iglesia Boca La Ceiba	225	30	13,3%	7	3,1%	0	0,0%
Fredy Ulate Castro	3180	150	4,7%	0	0,0%	0	0,0%
Fabio Cedeño G. (F. Ochoa)	5345	329	6,2%	345	6,5%	0	0,0%
Fabio Cedeño G. (San Antonio)	1600	57	3,6%	50	3,1%	0	0,0%
Marcelo Méndez Morales	1.870	75	4,0%	25	1,3%	0	0,0%
Daniel Jiménez Berrocal (El Guabo)	1.907	125	6,6%	30	1,6%	0	0,0%
Daniel Jiménez Berrocal (Alonso)	200	20	10,0%	0	0,0%	0	0,0%
Daniel Jiménez Berrocal (Slopes)	1.000	40	4,0%	20	2,0%	0	0,0%
Oلمان Quesada Campos	650	26	4,0%	5	0,8%	0	0,0%
Daniel Jiménez Berrocal (Lote Pilo)	950	95	10,0%	4	0,4%	0	0,0%
Daniel Jiménez Berrocal (Bismark)	1.280	78	6,1%	8	0,6%	0	0,0%
William Cortés Madrigal	1.460	150	10,3%	25	1,7%	0	0,0%
German Díaz Ruiz	4.095	274	6,7%	100	2,4%	0	0,0%
Edgar Salazar Ramírez	86	0	0,0%	5	5,8%	0	0,0%
TOTAL	26.575	1.625	6,6%	734	2,8%	0	0,0%

274

Phase 2 (24 134 arbres plantés)							
PARTICIPANTS	ARBRES PLANTÉS	MORTALITE EN 2012		MORTALITE EN 2013		MORTALITE EN 2014	
		N	%	N	%	N	%
Fabio Cedeño González (Ochoa)	3.100					150	4,8%
Melis Góngora Moraga	220					5	2,3%
Tito Hernández Ferreto	570					55	9,6%
Edwin Segura Retana	2.610					270	10,3%
Marcelo Méndez Morales	1.345					255	19,0%
Eylin Cruz Campos	3.550					40	1,1%
Frits Perera Jiménez (Palo Seco)	2.500					50	2,0%
Porfirio Rodríguez Campos	920					150	16,3%
Fabio Vargas Vargas (Chachalaca)	4.050					250	6,2%
Daniel Jiménez Berrocal (El Almendro)	2.463					0	0,0%
Daniel Jiménez Berrocal (La Laguna)	256					0	0,0%
Frits Perera Jiménez (Pindongo)	2.550					0	0,0%
TOTAL	24 134					1 225	6.0%

7.12. Pour la première année, les principales causes de mortalité ont été la sécheresse (plusieurs jours sans pluie immédiatement après la plantation), le manque initial d'expérience des bénévoles en matière de techniques de plantation, l'engorgement localisé du sol au pied de certains des arbres plantés, la présence de ruminants et de chevaux venus brouter les jeunes pousses, et l'utilisation d'herbicides inappropriés sur certains sites. Ces problèmes ont été résolus au fur et à mesure de l'avancement du projet, et la mortalité a été beaucoup plus faible pendant la seconde année. Ainsi, lors de l'inspection réalisée à la fin de la phase 1, aucun arbre mort n'a été trouvé dans les zones plantées. Des constatations similaires seront probablement faites pour les arbres plantés pendant la phase 2, qui n'est pas encore achevée.

275

7.13. La CODEFORSA a également entrepris un programme coordonné de stabilisation des talus conjointement avec le CONAVI. Ce programme du CONAVI vise à réduire l'instabilité potentielle des talus liée aux glissements de terrain profonds (le mécanisme mis en évidence par M. Kondolf dans son rapport de 2014). Il est possible d'éviter ces phénomènes en procédant sur les talus à un certain nombre d'aménagements, tels que le creusement de terrasses, des travaux de remodelage et l'amélioration du système d'évacuation de l'eau. Ces mesures sont décrites en détail dans le rapport du CONAVI de 2014 et rappelées de manière plus succincte dans la section 7B ci-après.

7.14. De son côté, la CODEFORSA est chargée de mettre en œuvre une série d'autres mesures visant à protéger les talus de l'érosion causée par l'impact des gouttes de pluie, de gérer l'écoulement afin d'éviter l'érosion en nappe et le ravinement, et d'améliorer la stabilité en prévenant les glissements de terrain superficiels. L'ensemble des mesures ainsi entreprises par le CONAVI et la CODEFORSA constitue un programme intégré d'atténuation de l'érosion.

7.15. La CODEFORSA a aujourd'hui achevé ses travaux sur plusieurs talus du secteur de Tiricias et sur d'autres situés près de Boca San Carlos, où elle a posé des matériaux géotextiles et semé du vétiver (*Chrysopogon zizanioides*) selon la technique de l'«adobe», qui permet d'augmenter considérablement les chances de survie des touffes de graminées en entourant leurs racines de sol fertile (figure 7.1).



Figure 7.1 : Clichés illustrant les travaux de préparation et de plantation des talus entrepris par la CODEFORSA pour protéger la surface du sol le long de la route entre la borne n° II et Boca San Carlos

276

7.16. Comme dans le programme de reboisement, la CODEFORSA effectue le suivi et l'entretien des plantations réalisées sur les talus pour assurer un niveau satisfaisant de survie des plantes. La figure 7.2, tirée du rapport de la CODEFORSA de 2014, présente un ensemble de photographies prises au niveau du talus 9, près de Tiricias.

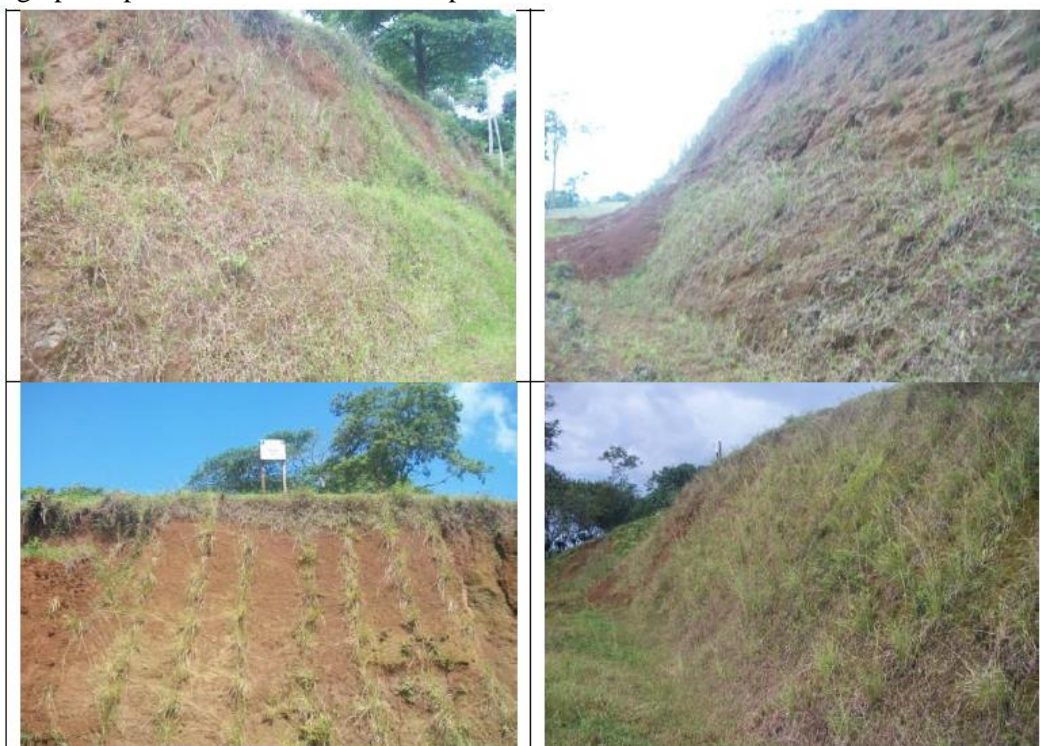


Figure 7.2 : Talus 9 (près de Tiricias) en février 2014, après application par la CODEFORSA de mesures de protection de la surface du sol (exemple tiré du rapport de la CODEFORSA de 2014).

7.17. A l'heure actuelle, la CODEFORSA se concentre sur les talus de déblai et de remblai situés entre l'Infiernito et la communauté de Chorreras, dans le secteur du petit cours d'eau Cureñita, qui n'avait pas encore fait l'objet de mesures d'atténuation de l'érosion à l'époque où M. Kondolf et son équipe ont inspecté la route en vue de préparer leurs rapports de 2014. Dans cette zone, la CODEFORSA met notamment en œuvre les mesures suivantes :

- a) protection de la surface du sol à l'aide de géotextiles et rétablissement du couvert végétal à partir de graminées et d'essences forestières locales ;
- b) creusement de petits canaux d'évacuation pour intercepter le ruissellement sur les talus traités, ainsi que dans les zones sur- et sous-jacentes ;

277

- c) installation de drains transversaux pour gérer le ruissellement sur la route ;
- d) construction de trappes pour capter et retenir les sédiments produits par l'érosion.

La mise en œuvre de ces mesures devrait être achevée au début de l'année 2015.

7.18. La mission de la CODEFORSA ne s'arrête cependant pas là. Le marché qui lui a été confié prévoit en effet la mise en œuvre, d'ici la fin de septembre 2016, d'un programme de surveillance et d'entretien consistant à évaluer l'efficacité de toutes ces mesures, à remplacer les éventuels éléments qui n'auront pas résisté et à appliquer une gestion adaptée pour veiller à ce que l'érosion et la sédimentation soient effectivement atténuées partout où les mesures ont été mises en œuvre. Le rapport trimestriel de la CODEFORSA de novembre 2014 fournit une description et des illustrations détaillées de ces mesures et précise l'emplacement de tous les talus traités ou qui doivent l'être grâce à leurs coordonnées géographiques et au système de référencement des talus de M. Mende.

7.19. D'après les entretiens que j'ai eus avec le personnel de la CODEFORSA et l'examen que j'ai fait des rapports de 2014 de cet organisme, je conclus que les ingénieurs forestiers et bio-ingénieurs expérimentés et compétents ont conduit un programme d'envergure qui a permis de reboiser plus de 40 hectares de terrain, et de protéger les talus de déblai et de remblai qui longent la route entre la borne n° II et Boca San Carlos en y restaurant la végétation. Outre la mise en œuvre des mesures d'atténuation de l'érosion et la plantation d'arbres et de graminées, la CODEFORSA est particulièrement attentive à l'entretien, et résolument déterminée à tout faire pour assurer le succès de ses efforts de lutte contre l'érosion et la perte de sol.

278

B. Travaux d'atténuation effectués par le CONAVI sur les talus et passages de cours d'eau

7.20. En décembre 2014, le CONAVI a présenté un rapport mis à jour portant sur les travaux réalisés sur le tronçon de route entre la borne n° II et la communauté de Chorreras, et notamment dans le secteur du petit cours d'eau Cureñita (le «rapport du CONAVI de 2014»). Ce rapport contient des photographies prises «avant» et «après» les travaux sur une quarantaine d'emplacements qui s'étendent bien au-delà des 15 premiers kilomètres en aval de la borne n° II. Au nombre des mesures entreprises, on compte notamment les suivantes :

- a) pose d'un revêtement de gravier pour stabiliser la route et la protéger de l'érosion de surface ;
- b) remodelage des talus abrupts et réalisation de terrasses pour stabiliser les talus susceptibles de subir des glissements de terrain profonds ;
- c) compactage des talus de remblai meubles avec aménagement de terrasses ;

- d) protection des talus de déblai et de remblai contre l'érosion de surface par application de nattes de fibre de coco et ensemencement hydraulique ;
 - e) évacuation dans des lieux sécurisés de la terre accumulée au pied des talus à la suite de glissements de terrain ;
 - f) gestion des eaux de ruissellement à l'aide de bermes, de fossés bétonnés et, au besoin, de dissipateurs d'énergie ;
 - g) installation de clôtures anti-érosion et de trappes pour intercepter et retenir les sédiments produits par l'érosion ;
 - h) installation de ponceaux dotés de structures d'entrée et de sortie en béton pour stabiliser les points de passage de petits cours d'eau ;
- 279** i) installation de ponts modulaires pour remplacer les passerelles de bois au niveau des passages de cours d'eau plus importants.

Les travaux sont encore en cours mais devraient être achevés au début de l'année 2015.

C. Mes observations personnelles en 2014

7.21. J'ai effectué trois visites sur les lieux en 2014. La présente section fournit une mise à jour de l'impression générale que m'a faite la route en 2013 (qui fait l'objet du rapport Thorne de 2013). J'ai également accordé une attention particulière aux travaux d'atténuation qui ont été réalisés (complètement ou partiellement) entre la borne n° II et Boca San Carlos.

7.22. Lorsque je me suis entretenu, lors de mes visites, avec les ingénieurs principaux du CONAVI (<http://www.conavi.go.cr/>) chargés des travaux d'atténuation, et avec ceux de Meco (<http://constructorameco.com>), qui s'occupent de l'installation des ouvrages, j'ai examiné avec eux les enseignements à tirer des travaux d'atténuation de 2013 et les plans d'action envisagés à l'égard des travaux restants à réaliser. Je reste admiratif devant la capacité de ces ingénieurs à comprendre les défis que pose la lutte contre l'érosion, leur vaste expérience et leur détermination à réaliser les travaux nécessaires pour stabiliser les talus, gérer le ruissellement et renforcer les passages de cours d'eau le long de la route.

7.23. Les exemples utilisés par M. Kondolf dans son rapport de 2014 et la majorité des photographies qu'il y a incluses correspondent aux 41,6 kilomètres de la route qui relie la borne n° II à Boca San Carlos. M. Kondolf accorde beaucoup moins d'attention au tronçon situé entre les embouchures des rivières San Carlos et Sarapiquí (dont il ne mentionne que quelques «points d'érosion marquée» avec photographies à l'appui) et ne fait aucun cas du tronçon situé entre Boca Sarapiquí et Delta Costa Rica.

280

7.24. Pour en comprendre les raisons, il suffit d'examiner la répartition des talus et des passages de cours d'eau indiqués dans le rapport Mende de 2014 (tableau 7.2).

Tableau 7.3 : Répartition des talus et des passages de cours d'eau (tiré du rapport Mende)

Tronçon	Longueur (en km)	Talus		Passages	
		Nombre	%	Nombre	%
Borne n° II - Boca San Carlos	41,4	126	63	77	60
Boca San Carlos – Boca Sarapiquí	43,6	66	33	42	32
Boca Sarapiquí - Delta Costa Rica	22,6	9	4	10	8
Total	107,6	201	100	129	100

7.25. Comme je l'ai indiqué dans mon rapport de 2013, je comprends pourquoi M. Kondolf met l'accent sur certains petits tronçons de la route et sur ce qu'il qualifie de «points d'érosion marquée» à l'intérieur de ces tronçons. Il reste que ces points et tronçons sélectifs sont atypiques, et donnent une image peu représentative de la propension à l'érosion des talus de déblai et de remblai de la route autant que de l'ampleur de cette érosion, ainsi que des quantités de sédiments produits susceptibles d'être transportées dans le San Juan par les cours d'eau et les fossés que rencontre la route.

7.26. Lorsque j'ai observé la route en 2014, je n'ai pas eu l'impression que l'érosion s'était «manifestement aggravée» (comme l'affirme M. Kondolf à la page 11 de son rapport de 2014), et il m'a semblé, au contraire, qu'elle avait ralenti. Cela s'explique en partie par le retour naturel à la stabilité selon l'«équation de vitesse» géomorphologique, qui prévoit que le rythme de changement d'un paysage perturbé diminue de façon exponentielle à partir de l'événement perturbateur (Graf, 1977), mais également par les efforts concertés du CONAVI et de la CODEFORSA pour atténuer l'érosion en de nombreux points, situés notamment entre Boca San Carlos et l'Infiernito, et en particulier à l'est de celle-ci (où la situation a aussi été améliorée depuis la rédaction du rapport de M. Kondolf en 2014). Pour ces raisons, le parallèle établi par M. Kondolf (à la page 44 de son rapport de 2014) entre les taux d'érosion observés le long de la route et ceux dont il est fait état dans l'étude de Ramos-Scharron et MacDonald (2005) relative à l'île de Saint John est dépourvu de pertinence.

281

7.27. En 2014, j'ai visité plusieurs des secteurs et talus dont la CODEFORSA a rétabli le couvert forestier et végétal, et inspecté un grand nombre des passages de cours d'eau et des talus où l'érosion a été atténuée par le CONAVI en coopération avec la CODEFORSA. Les données sommaires fournies dans le rapport Mende de 2014 indiquent que, sur ces emplacements, des progrès considérables ont été réalisés du point de vue de l'atténuation de l'érosion.

7.28. Les travaux en cours à Las Crucitas, La Chorera et El Jardín progressent nettement et la situation est bien meilleure que lorsque M. Kondolf et son équipe ont pris les photographies incluses dans les rapports d'expert de 2014. Les données figurant au tableau 7.3 indiquent que ces progrès ne se limitent pas à ces lieux, les travaux d'atténuation étant déjà achevés, en cours, ou non nécessaires sur plus de 70 % des talus, et prévus sur les 30 % restants.

**Tableau 7.4 : Etat d'avancement des travaux d'atténuation de l'érosion sur les talus
(tiré du rapport Mende de 2014)**

Etat d'avancement des travaux d'atténuation	Talus	
	(nombre)	(%)
Achevés	25	12
En cours	107	53
Prévus	58	29
Non nécessaires	11	6
<u>Total</u>	<u>201</u>	<u>100</u>

282

Les données du tableau 7.[5] indiquent que les travaux sont achevés, en cours ou non nécessaires sur plus des deux tiers des passages de cours d'eau, et qu'ils sont prévus sur le quart restant de passages nécessitant des mesures.

**Tableau 7.5 : Etat d'avancement des travaux d'atténuation de l'érosion sur les passages de cours d'eau
(tiré du rapport Mende de 2014)**

Etat d'avancement des travaux d'atténuation	Passages de cours d'eau	
	(nombre)	(%)
Achevés	28	22
En cours	23	18
Prévus	31	24
Non nécessaires	24	19
Autres	21	17
<u>Total</u>	<u>127</u>	<u>100</u>

7.29. A l'appui de ces affirmations et statistiques, sont présentées ci-après :

- a) des photographies de la route entre Delta Costa Rica et Boca San Carlos prises lors d'un survol le 17 novembre 2014 (figures 7.3 et 7.4) ;
- b) des photographies des secteurs actuellement reboisés par la CODEFORSA, prises par l'auteur en 2014 (figure 7.5) ;
- c) des photographies des talus dont la végétation est actuellement rétablie par la CODEFORSA, prises par l'auteur en 2014 (figure 7.6) ;
- d) des photographies, prises par l'auteur en novembre 2014, de travaux d'atténuation de l'érosion conduits par le CONAVI, avec l'aide de la CODEFORSA, sur les talus et passages de cours d'eau situés autour du Cureñita (figure 7.7).

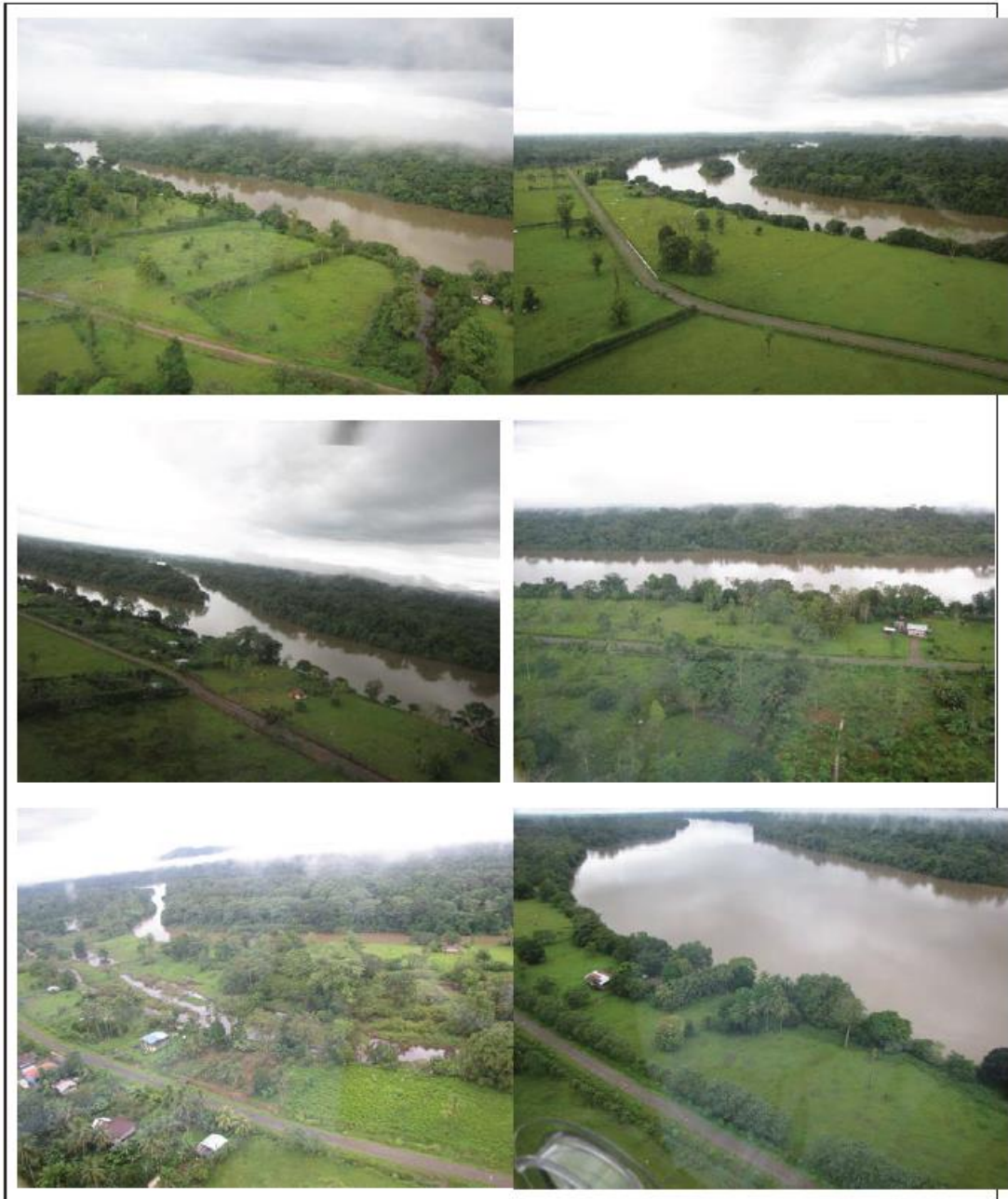


Figure 7.3 : Photographies représentatives des conditions qui prévalent le long de la route entre Boca Sarapiquí et Delta Costa Rica, observées par l'auteur depuis le ciel le 17 novembre 2014.



Figure 7.4 : Photographies représentatives des conditions qui prévalent le long de la route entre Boca San Carlos et Boca Sarapiquí, observées par l'auteur depuis le ciel le 17 novembre 2014.



Figure 7.5 : Etat de certains des secteurs reboisés par la CODEFORSA, inspectés en 2014.
Photographies de l'auteur.

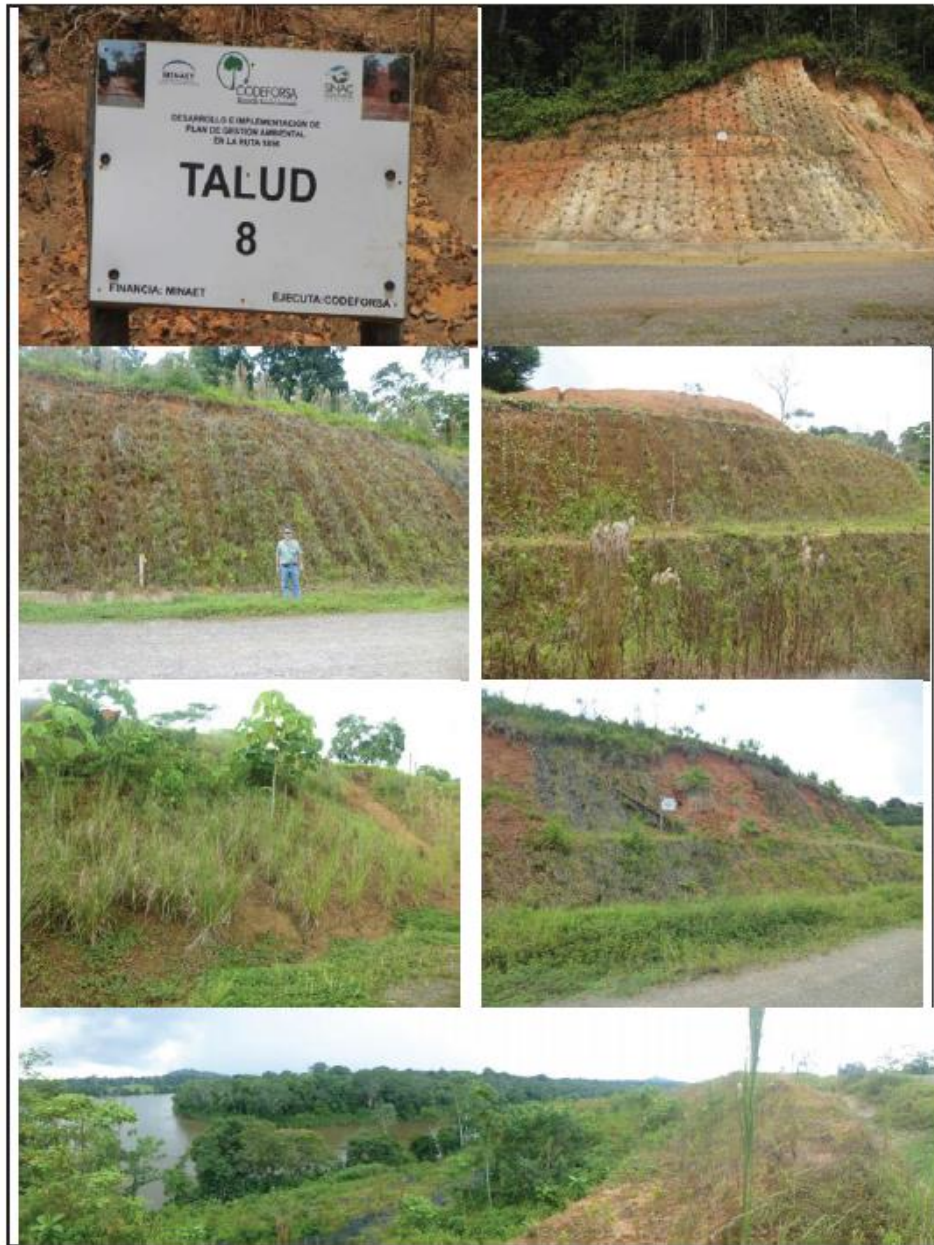


Figure 7.6 : Etat de certains des talus dont le couvert végétal a été rétabli par la CODEFORSA, inspectés en 2014. Photographies de l'auteur.



Figure 7.7 : Etat d'avancement d'autres travaux d'atténuation de l'érosion réalisés par le CONAVI, inspectés par l'auteur en 2014 (passages de cours d'eau à gauche, et talus à droite). Photographies de l'auteur.



Figure 7.8 : Travaux de grande ampleur actuellement menés par le CONAVI en différents points proches du Cureñita, inspectés en novembre 2014. Photographies de l'auteur.

289

7.30. Lorsque j'ai survolé le secteur le 17 novembre 2014, j'ai constaté que des quantités appréciables de sédiments se déversaient dans le fleuve San Juan au niveau de cinq glissements de terrain sur la rive septentrionale (nicaraguayenne) (voir par exemple la figure 7.9). L'existence de ces processus naturels permet de comprendre comment les sédiments rejetés dans le fleuve engendrent les niveaux élevés de charge sédimentaire et de turbidité qui sont propres à celui-ci, en particulier pendant la saison des pluies.



Figure 7.9 : Glissement de terrain naturel sur la rive septentrionale (nicaraguayenne) du fleuve San Juan, correspondant au point 084° 03' 58,5'' de latitude ouest et 10° 45' 31,5'' de longitude nord, observé depuis l'espace aérien costa-ricien le 17 novembre 2014. L'on remarque le delta temporaire formé par les sédiments et les arbres arrachés, directement transportés dans le fleuve par le glissement de terrain. C'est dans le cadre de ces processus naturels que les sédiments et débris d'arbres pénètrent dans le San Juan, dont la charge sédimentaire et la turbidité sont donc naturellement élevées, en particulier pendant la saison des pluies. Quatre autres glissements de terrain similaires ont été observés lors du même survol. Photographies de l'auteur.

7.31. Dans le cadre de la visite que j'ai effectuée en août 2014, j'ai emprunté quelques-unes des voies d'accès reliant la route 1856 au réseau routier général du pays en allant vers le sud. La plupart de ces voies d'accès, qui existaient avant la construction de la route 1856, n'avaient pratiquement pas changé ; de nouveaux tronçons avaient été construits, et d'autres avaient été améliorés (figure 7.10).

7.32. Compte tenu de l'état stable des voies d'accès, de leur éloignement du fleuve et de la rareté des cours d'eau qui les relient à celui-ci, il me semble peu probable que des quantités importantes de sédiments produits par ces voies secondaires atteignent le San Juan.

290



Figure 7.10 : Exemples de voies d'accès empruntées au cours de la visite sur le terrain effectuée le 29 août 2014. Photographies de l'auteur.

7.33. En 2014, j'ai revisité cinq des lieux ayant fait l'objet de travaux d'atténuation, qui figuraient dans le rapport Thorne de 2013. Le premier se trouve près de la borne n° II, au point où la route se rapproche du fleuve San Juan par l'ouest. En février 2013, le corridor routier comprenait de vastes zones de sol nu, ainsi qu'une ravine en cours de formation le long de la bordure intérieure de la route (figure 7.11 a)). En mai, cette zone avait été transformée par les mesures récentes d'atténuation de l'érosion, notamment la construction d'un fossé intérieur bétonné destiné à évacuer les ruissellements provenant d'un tronçon relativement escarpé de la route tout en évitant l'érosion liée aux écoulements concentrés, et la pose de nattes de fibre de coco pour protéger les zones de sol nu de l'action érosive des précipitations, susceptibles d'entraîner une érosion en nappe et la formation de rigoles, et pour permettre la régénération naturelle de la végétation (figure 7.11 b)). Le 23 avril 2014, l'ensemble de ces dispositifs d'atténuation avaient parfaitement résisté à la saison des pluies, et au 29 août 2014, la végétation était bel et bien rétablie sur les deux bordures de la route, recouvrant toutes les surfaces protégées par les nattes de fibre de coco (figures 7.11 c) et d)). Je n'ai observé aucune érosion visible du revêtement de gravier de la route à cet endroit.

291



Figure 7.11 : La route près de la borne n° II a) avant les travaux d'atténuation le 15 février 2013 ; b) le 7 mai 2013, alors que les mesures étaient mises en œuvre, où l'on remarque la présence d'une conduite d'évacuation intérieure et de nattes anti-érosion biodégradables posées sur une large surface de terrain ; c) le 23 avril, où l'ensemble de ces mesures ont résisté à la saison des pluies, et d) le 29 août, où l'on voit que la végétation a permis de stabiliser les deux bordures de la plate-forme de la route et s'étend sur les zones recouvertes de fibre de coco. Photographies de l'auteur.

7.34. Le 15 février 2013, j'ai constaté la présence d'une ravine en cours de formation sur un prisme de remblai à l'ouest de la borne n° II (figure 7.12 a)). Lorsque je me suis rendu à nouveau sur les lieux le 7 mai 2013, un ponceau avait été installé pour capter l'eau de ruissellement du micro-bassin situé au-dessous de la route, et un conduit bétonné avait été construit pour évacuer ces eaux jusqu'au bas du talus de remblai. Tout autour, la surface du talus avait été recouverte de

292

larges nattes de fibre de coco pour la protéger de l'impact des gouttes de pluie, de l'érosion en nappe et des rigoles (figure 7.12 *b*)). De retour sur les lieux en avril et en août 2014, j'ai constaté que le ponceau et le conduit fonctionnaient comme prévu, et que la végétation avait repoussé sur la plus grande partie de la zone recouverte de fibre de coco (figure 7.12 *c*) et *d*)). Cependant, une petite ravine localisée, mais nécessitant d'être traitée, s'était formée sous les nattes, et le conduit bétonné s'était craquelé dans sa dernière partie sous l'effet d'un tassement irrégulier du sol, et devait être réparé. Le CONAVI a donc été informé que des opérations d'entretien étaient nécessaires et les travaux ont été programmés.



Figure 7.12 : Vue d'une large ravine formée dans un prisme de remblai par le ruissellement concentré de la route s'écoulant en territoire costa-ricien à l'ouest de la borne n° II ; a) en février, alors qu'elle se formait et b) en mai, après la mise en œuvre d'opérations de remblayage et de stabilisation au moyen d'un ponceau et d'un conduit bétonné, et la pose de nattes de fibre de coco pour protéger le talus de remblai avoisinant de l'érosion en nappe et de la formation de rigoles. Les photographies prises lors de visites ultérieures c) en avril et d) en août montrent que le ponceau installé au niveau du passage du cours d'eau est demeuré intact après la saison des pluies, et que la végétation a repoussé dans la zone avoisinante. Photographies de l'auteur.

293

7.35. Le troisième point où des phénomènes d'érosion avaient été observés lors de ma visite de février se trouve à 6,4 km environ à l'est de la borne n° II. A cet endroit, le ruissellement provenant d'un tronçon relativement escarpé de la route avait entraîné la formation de deux ravines sur le talus extérieur, et les premières mesures mises en œuvre, reposant sur l'utilisation de matériaux géotextiles, s'étaient révélées inefficaces. En outre, le ruissellement avait commencé à éroder le fossé intérieur dénué de revêtement. Si rien n'était fait, l'affouillement de ce fossé risquait de fragiliser le pied d'un talus de déblai situé au sommet d'une colline et de déclencher un glissement de terrain (figure 7.13 *a*)). Lors de ma visite du mois de mai, j'ai constaté que de larges canalisations bétonnées avaient été construites pour évacuer les eaux de ruissellement intérieur et extérieur jusqu'en bas de ce tronçon escarpé de la route (figure 7.13 *b*)). Les conduits

fonctionnaient comme prévu, et le pied du talus de déblai avait cessé de s'éroder et semblait stable et inchangé depuis le mois de février. Comme le montrent les photographies prises en avril et en août, l'érosion sur ce site a été atténuée avec succès en 2014 et la végétation repousse actuellement sur les talus de déblai et de remblai (figures 7.13 a) et d)).



Figure 7.13 : Photographies de la route au point $49^{\circ} 78' 67''$ de latitude est et $32^{\circ} 54' 63''$ de longitude nord, à 6,4 km environ à l'est de la borne n° II a) le 15 février, où, suite à la rupture d'une protection géotextile du talus, le ruissellement concentré extérieur de la route avait entraîné la formation de deux ravines, et le ruissellement intérieur avait fragilisé un talus de déblai ; b) le 7 mai 2013, après la construction de fossés bétonnés extérieur et intérieur ; c) et d) en 2014, où l'on voit que l'érosion a été effectivement atténuée, avec la résorption des ravines et la repousse de la végétation sur les talus de déblai et de remblai. Photographies de l'auteur.

294

7.36. En février 2013, j'ai observé un réseau de rigoles et de ravines sur un talus extérieur, à 6,6 km environ à l'est de la borne n° II (figure 7.14 a)). La terre provenant de ces ravines s'était accumulée sur la surface plane d'une terrasse, mais le 15 février 2013, ces sédiments ne semblaient pas avoir atteint le fleuve San Juan. Le 7 mai 2013, d'importants travaux d'atténuation avaient été réalisés (figure 7.14 b)). Les ravines avaient fait place à un système d'écoulement artificiel, des clôtures anti-érosion avaient été installées pour empêcher le ruissellement, et une trappe à sédiments construite pour empêcher les sédiments d'atteindre la rive du fleuve. Le 23 avril 2014, la végétation avait été rétablie sur une grande partie de la zone, et l'érosion locale semblait avoir cessé (figure 7.14 c)). Le 29 août 2014, j'ai constaté que les mesures de lutte contre le ravinement et la formation de rigoles et l'érosion en nappe étaient toujours en place et fonctionnaient comme prévu. La structure de passage du cours d'eau avait également été améliorée, un ponceau de plus grande dimension ayant été installé plus bas dans le chenal, et le remblai meuble remplacé par un mélange terre-ciment compacté pour stabiliser l'ensemble du passage (figure 7. 14 d)).



Figure 7.14 : Photographies de la route au point $49^{\circ} 80' 72''$ de latitude est et $32^{\circ} 53' 45''$ de longitude nord, à 6,6 km environ à l'est de la borne n° II a) le 15 février 2013, où l'on voit un réseau de ravines formé sur un talus extérieur et des dépôts de sédiments accumulés sur la surface plane d'une terrasse ; b) le 7 mai 2013, montrant les travaux d'atténuation réalisés (construction de canalisations bétonnées et de chutes, installation de clôtures anti-érosion et d'une trappe pour empêcher les sédiments d'atteindre le fleuve) ; c) en avril 2014, où l'on voit que l'érosion locale a cessé et que la végétation a été rétablie sur le talus ; d) en août, où le ponceau sous-dimensionné et le prisme de remblai sous-jacent à la route au niveau du passage du cours d'eau ont été remplacés par un ponceau plus important doté de structures d'entrée et de sortie, recouvert d'un mélange terre-ciment compacté. Photographies de l'auteur.

7.37. En février 2013, j'ai constaté des signes d'érosion en nappe et en rigoles près de la plate-forme de la route, sur un tronçon relativement escarpé près de l'Infiernito (figure 7.15 a)). Bien que la végétation ait commencé à se régénérer naturellement dans la partie inférieure de la zone concernée, je craignais que le processus ne soit pas assez rapide pour stabiliser le talus pendant la saison humide de 2013. En fin de compte, le risque d'érosion grave à cet endroit a été atténué grâce à une solution technique multiple de gestion intégrée du ruissellement de surface provenant de la plate-forme de la route et des talus déstabilisés adjacents (figure 7.15 b)). En avril 2014, la végétation repoussait sur les talus auparavant touchés par l'érosion, mais les clôtures anti-érosion montraient des signes de fatigue (figure 7.15 c)). En août 2014, la végétation avait été entièrement rétablie, et prospérait dans la zone reboisée entre la route et le fleuve (qui n'apparaît pas sur les photographies précédentes). Je n'ai alors observé aucune érosion visible sur la route de gravier (figure 7.15 d)).



Figure 7.15 : Photographies de la route au point $50^{\circ} 24' 80''$ de latitude est et $32^{\circ} 15' 61''$ de longitude nord, près de l'Infiernito *a)* le 15 février, où les surfaces de sol nu présentait une érosion en nappe et des rigoles causées par le ruissellement de surface non contrôlé provenant de la plate-forme de la route et des talus voisins perturbés pendant la construction ; *b)* le même tronçon le 7 mai 2013, après la pose d'une couche de pierres concassées pour protéger la surface de la route, et l'installation de clôtures destinées à prévenir l'érosion en nappe et les rigoles et à évacuer le ruissellement de surface vers le bas de la pente au moyen de fossés bétonnés, intérieurs et extérieurs ; *c)* en avril, où les clôtures montraient des signes d'usure, mais la végétation se développait rapidement, et *d)* en août, où l'on voit que les mesures d'atténuation de l'érosion ont été efficaces dans ce secteur. Photographies de l'auteur.

297

7.38. Le dernier point visité entre la borne n° II et Boca San Carlos le 15 février est le secteur de Las Crucitas, à l'est du passage du cours Infiernito. C'est le point le plus éloigné qu'il était alors possible d'atteindre par la route 1856 en véhicule tout-terrain ordinaire. On pouvait voir le chemin défriché en vue de la poursuite des travaux de construction de la route vers l'est. La surface exposée du sol subissait une érosion en nappe et en rigoles (figure 7.16 *a)*). Le 7 mai 2013, l'érosion avait été maîtrisée par la mise en place d'un ensemble intégré de mesures de gestion du ruissellement (figure 7.16 *b)*). Aucun changement important ne s'était produit dans ce secteur lorsque je m'y suis rendu en avril 2014 (figure 7.16 *c)*). En août, des clichés ont été pris lors d'un survol aérien (figure 7.16 *d)*), car il n'était pas possible de se rendre sur les lieux par la route en raison de l'effondrement de la passerelle traversant l'Infiernito. Nous avons pu, à cette occasion, observer que les mesures d'atténuation de l'érosion continuaient d'être efficaces dans ce secteur, lequel ne générant pas de sédiments susceptibles d'être déversés dans le fleuve San Juan. Il est prévu qu'un pont soit construit au niveau du point de passage de l'Infiernito en 2015.



Figure 7.16 : Chemin défriché en vue de la construction de la route près de Crucitas, juste à l'est de l'Infiernito *a)* le 15 février, où le ruissellement non contrôlé provenant de ce chemin défriché avait causé une érosion en nappe et en rigoles ; *b)* le 7 mai 2013, après la mise en œuvre de mesures intégrées pour maîtriser le ruissellement, notamment des travaux de déblai et de remblai, l'installation de clôtures anti-érosion et la construction d'un fossé extérieur bétonné ; *c)* en avril 2014, où aucun changement important n'a été observé et *d)* en août 2014, où il était manifeste que les mesures d'atténuation de l'érosion continuaient d'être efficaces, et que cette zone ne produisait pas de sédiment atteignant le fleuve San Juan. Photographies de l'auteur.

8. CONCLUSIONS

8.1. Sur la base des études scientifiques et techniques présentées dans le présent rapport et de celles auxquelles il est fait référence, je conclus que la route n'a eu aucun impact important sur l'hydrologie du fleuve San Juan.

8.2. La route n'a eu aucun effet sensible sur le transport de sédiments dans le San Juan, puisque l'apport supplémentaire qui lui est attribuable est infime par rapport à la charge sédimentaire importante que charriait déjà le fleuve avant sa construction. En outre, la charge supplémentaire qui provient de la route est indétectable en raison de la forte variabilité qui caractérise, d'une saison et d'une année à l'autre, les apports sédimentaires d'autres sources, et de la complexité des processus de transport sédimentaire.

8.3. La morphologie du San Juan, dans sa partie située en amont de Boca San Carlos, est insensible aux variations de la charge sédimentaire, et dépend de la présence de rapides formés par le substrat rocheux qui déterminent la forme du chenal, le niveau du lit, le profil longitudinal et la pente du cours d'eau. Les effets morphologiques des sédiments provenant de la route se limitent à des dépôts de clastes grossiers sur de petits deltas sédimentaires le long de la rive méridionale, qui sont concentrés dans un petit tronçon du fleuve en amont de Boca San Carlos. Des deltas de morphologie comparable, mais généralement plus grands, se forment également du côté nicaraguayen du fleuve. Si, en aval de Boca San Carlos, le fleuve San Juan est sensible aux variations de la charge en sédiments, le régime sédimentaire demeure dominé par des apports naturels élevés, provenant essentiellement des bassins montagneux du San Carlos et du Sarapiquí qui présentent une activité tectonique et volcanique.

8.4. Aucun élément ne permet de penser que la route ait eu une incidence négative sur la qualité de l'eau, les poissons ou les activités halieutiques dans le fleuve ou dans la zone côtière, au niveau de ses exutoires. Cela n'est pas étonnant car, si l'on examine les avis d'expert et les données relatives à d'autres cours d'eau de la région, tout porte à croire que les espèces de poissons du San Juan sont bien adaptées au niveau élevé et à la forte variabilité saisonnière des charges et concentrations sédimentaires de ce fleuve.

8.5. Les différences entre les communautés de périphyton et de macro-invertébrés prélevés dans les deltas formés sur l'une et l'autre des rives du fleuve San Juan peuvent être attribuées aux disparités que présentent ces deltas, selon la rive sur laquelle ils se trouvent, du point de vue de l'étendue, de la végétation et de l'aménagement des sols des micro-bassins qui les alimentent, disparités qui n'ont pas été prises en compte dans l'étude de Mme Rios. Les différences observées entre les communautés de périphyton et de macro-invertébrés vivant dans les gros clastes friables produits par la route et celles que l'on trouve dans les graviers arrondis plus anciens du fleuve s'expliquent probablement par l'arrivée récente des sédiments de la route dans le système fluvial, et ne sauraient constituer la preuve d'une pollution ou d'une dégradation de l'habitat.

8.6. Rien ne justifie scientifiquement de «prendre des mesures énergiques, y compris de dragage, afin de préserver la qualité et la quantité des eaux du fleuve» dans le cours inférieur du San Juan, au prétexte de devoir en extraire les sédiments produits par la route. Les calculs de charge et de dépôt de sédiments grossiers fondés sur une estimation maximale des volumes provenant de la route révèlent que ces dépôts sont indétectables par rapport à la charge existante du San Juan inférieur, en particulier si l'on tient compte de l'incertitude liée à l'estimation de la charge

de fond charriée par le fleuve et aux proportions dans lesquelles le débit et les sédiments se divisent à son point de bifurcation.

8.7. Selon la règle de continuité des sédiments, même si la totalité des sédiments grossiers provenant de la route qui se déversent en une année dans le San Juan inférieur devait, selon les prévisions de M. Andrews (que je conteste), se déposer sur le lit du chenal sur les trois premiers kilomètres en aval du point de bifurcation, l'élévation du lit du fleuve serait, en moyenne, de moins de 5 à 10 mm.

301

8.8. En réalité, les dépôts sableux ne se limitent pas aux trois premiers kilomètres du cours inférieur du San Juan, mais se répartissent sur toute sa longueur. Cela est évident pour trois raisons :

- a) le lit du San Juan inférieur est meuble et sableux sur toute sa longueur ;
- b) le micro-delta situé à son extrémité (30 km en aval du point de bifurcation) continue à grandir ;
- c) une vingtaine des lieux concernés par le programme de dragage mis en œuvre par le Nicaragua pour évacuer le sable accumulé sur le lit du San Juan sont situés en aval des trois premiers kilomètres de son cours inférieur (voir la carte 5.1, p. 229 du mémoire du Costa Rica en l'affaire relative à *Certaines activités*).

8.9. Même en se fondant sur la surestimation de M. Kondolf (que je n'admets pas), la part des sédiments produits par la route est infime (moins de 3 % de la charge sédimentaire annuelle moyenne du San Juan). Si l'on s'appuie sur les estimations maximales plus fiables retenues dans le présent rapport, cette part représente probablement moins de 1 % de la charge annuelle moyenne du fleuve. Dans un cas comme dans l'autre, cette proportion est en pratique indétectable, en raison de l'incertitude et de la variabilité naturelle de la quantité de sédiments transportée par le fleuve San Juan.

8.10. La route n'a causé aucun dommage au fleuve, que ce soit du point de vue de l'hydrologie, des sédiments, de la morphologie, de l'environnement ou de l'écologie, autant d'aspects sur lesquels le San Juan est bien adapté à la charge élevée et au régime sédimentaire très variable qui le caractérisent depuis des millénaires en raison de facteurs géologiques et climatiques.

302

8.11. A la lumière du rapport d'expert météorologique établi par M. Fallas, et d'après ma propre connaissance de l'érosion pluviale, il est très peu probable que la route subisse une érosion grave si un ouragan ou une tempête tropicale venait à toucher le Costa Rica. En effet, au vu de la configuration cyclonique des vents associés à un ouragan ou une tempête tropicale, à laquelle s'ajoute la présence de hautes montagnes à l'ouest et au sud du bassin hydrographique du San Juan, il y a tout lieu de croire que, même en pareil cas, la quantité et l'intensité des pluies dans la région de la route ne seraient pas exceptionnellement élevées. M. Kondolf a tort de laisser entendre qu'un tel événement entraînerait le dépôt dans le fleuve de sédiments produits par la route à des niveaux de charge et de concentration sans précédent.

8.12. La partie du bassin hydrographique touchée par la construction de la route est bien moins étendue que les zones perturbées par des tremblements de terre et des éruptions volcaniques, qui, ainsi que cela est établi, ont fréquemment apporté, au cours des trois derniers siècles, des quantités exceptionnelles de sédiments dans le réseau hydrographique du San Juan. Ainsi, les glissements de terrain recensés dans la zone proche du séisme qui s'est produit en décembre 2009 à

Cinchona s'étendaient sur une superficie de près de 22 km². Pour comparaison, l'ensemble de la zone perturbée pendant la construction de la route en 2011 ne couvre que 3,5 km².

8.13. L'estimation de la charge naturelle du fleuve établie par M. Andrews est fondée sur des données provenant de bassins hydrographiques stables du point de vue tectonique, et ne saurait donc être appliquée au bassin du San Juan.

8.14. Les charges sédimentaires exceptionnellement élevées associées aux événements sismiques et volcaniques n'ont aucun effet préjudiciable sur l'hydrologie, les sédiments, la morphologie, l'environnement ni l'écologie du fleuve, et l'apport sédimentaire, bien plus faible, en provenance de la route ne risque donc pas d'avoir pareils effets. Ainsi, selon Alvarado (2010), le tremblement de terre de Cinchona a introduit, à lui seul, 2,5 à 3,5 millions de mètres cubes de sédiments (soit 4 à 6 millions de tonnes) dans le réseau hydrographique du fleuve San Juan. Même en admettant (ce qui n'est pas le cas) l'estimation excessive que fait M. Kondolf de l'apport sédimentaire de la route et de ses voies d'accès (116 000 à 150 000 m³, soit 194 000 à 250 000 tonnes), la part de ces sédiments produits par la route ne représenterait, comme M. Kondolf l'indique lui-même, que 3 à 6 % des volumes générés par *un seul événement sismique*.

303

8.15. Les activités concertées actuellement mises en œuvre par le CONAVI et la CODEFORSA pour atténuer l'érosion le long de la route enregistrent des progrès certains, et continueront en ce sens. A l'époque de la rédaction du rapport Thorne de 2013, les travaux avaient été conduits dans le secteur de la borne n° II et de Tiricias. En 2014, les mesures ont été étendues à plusieurs dizaines de points supplémentaires situés dans la partie de la route qui longe le fleuve entre la borne n° II et Delta Costa Rica, parmi lesquels figurent un certain nombre des «points d'érosion marquée» évoqués par M. Kondolf en 2014. Les plans d'achèvement sont aujourd'hui bien avancés, et la route 1856 devrait être construite selon les normes les plus élevées et dans les meilleurs délais afin d'apporter une solution permanente aux problèmes d'érosion qui se posent sur son parcours.

9. RÉFÉRENCES

[Non reproduit]

**10. ATTESTATION DU CARACTÈRE INDÉPENDANT ET VÉRIDIQUE DES OPINIONS
FORMULÉES DANS LE PRÉSENT RAPPORT**

[Non reproduit]

311

CERTIFICATION

J'ai l'honneur de certifier que les documents annexés à la présente duplique sont des copies authentiques et conformes des originaux, et que les traductions anglaises établies par le Costa Rica sont exactes.

Le coagent du Costa Rica,
(*Signé*) Sergio ULGADE, ambassadeur.

313

LISTE DES ANNEXES

Vol. II : Rapports techniques et environnementaux

Vol. III : Rapports techniques et environnementaux

Vol. IV : Législation nationale, Correspondance diplomatique, Procès-verbaux, Déclarations sous serment, Articles de presse, Autres documents et Photographies

VOLUME II

ANNEXE

DOCUMENT

Rapports techniques et environnementaux

1. Neil Craik, «La nécessité d'effectuer au préalable une évaluation de l'impact sur l'environnement», janvier 2015
2. Ian Cowx, «Impact écologique de la route 1856 sur le fleuve San Juan, Nicaragua», décembre 2014
3. Andreas Mende, «Second inventaire des pentes et cours d'eau liés à la route frontalière 1856 entre la borne n° II et Delta Costa Rica», décembre 2014

VOLUME III

ANNEXE

DOCUMENT

Rapports techniques et environnementaux

4. University of Costa Rica, Centre for Research in Sustainable Development, Department of Civil Engineering, Second Report on Systematic Field monitoring of Erosion and Sediment Yield along Route 1856, November 2014
5. Régie costa-ricienne d'électricité (*Instituto costarricense de Electricidad, ICE*), projets d'exploitation stratégique et services associés, centre d'études fondamentales en ingénierie, service de l'hydrologie, «Second rapport sur l'hydrologie et les sédiments des bassins hydrographiques costa-riciens dont les eaux sont drainées par le fleuve San Juan», décembre 2014
6. Bernald Pacheco Chaves, «Analyse du rapport «Répercussions écologiques de la route 1856 sur le fleuve San Juan, Nicaragua» de juillet 2014 (Ríos Touma 2014) et réponse», octobre 2014
7. Arturo Angulo Sibaja, «Diagnostic de l'impact sur l'environnement, ichtyofaune du fleuve San Juan», analyse documentaire, novembre 2014
8. Pablo E. Gutiérrez Fonseca, *Critical statistical analysis of the report «Ecological Impacts of the Route 1856 on the San Juan River, Nicaragua»* by Blanca Ríos Touma, November 2014

314

9. Juan Carlos Fallas Sojo, «Observations sur le rapport de M. Kondolf en ce qu'il a trait aux ouragans et tempêtes tropicales», 2014
10. Allan Astorga Gättgens, «Apports sédimentaires extraordinaires causés par des phénomènes exceptionnels dans le fleuve San Juan», décembre 2014
11. Consejo Nacional de Vialidad (CONAVI), *Works on National Road 856 : Before and After*, December 2014
12. Comisión de Desarrollo Forestal de San Carlos (CODEFORSA), *Restoration and rehabilitation of ecosystems affected by the construction of the Juan Rafael Mora Porras border road, Route 1856*. Quaterly Report, November 2014
13. Comisión de Desarrollo Forestal de San Carlos (CODEFORSA), *Consulting Services for the Development and Implementation of an Environmental Plan for the Juan Rafael Mora Porras Border Road*, Report of Contract SINAC-CDE-004-2012, November 2014
14. Centro Científico Tropical (CCT), *Follow-up and Monitoring Study Route 1856 Project- EDA Ecological Component*, January 2015

315

VOLUME IV

ANNEXE

DOCUMENT

Législation nationale

- 15 Costa Rica, décret n° 24715-MOPT-MEIC-S daté du 6 octobre 1995 et publié au Journal officiel n° 207 du 1^{er} novembre 1995

Correspondance diplomatique

- 16 Lettre DM-543-09 en date du 27 juillet 2009 adressée au ministre des affaires étrangères du Nicaragua par le ministre des affaires étrangères et des cultes du Costa Rica
- 17 Lettre DVM-176-09 en date du 21 août 2009 adressée au ministre par intérim des affaires étrangères du Nicaragua par le ministre par intérim des affaires étrangères et des cultes du Costa Rica
- 18 Lettre DM-674-09 en date du 7 septembre 2009 adressée au ministre des affaires étrangères du Nicaragua par le ministre des affaires étrangères et des cultes du Costa Rica
- 19 Lettre DM-264-11 en date du 27 avril 2011 adressée au ministre par intérim des affaires étrangères du Nicaragua par le ministre par intérim des affaires étrangères et des cultes du Costa Rica
- 20 Lettre DM-AM-161-13 en date du 20 mars 2013 adressée au ministre des affaires étrangères du Nicaragua par le ministre des affaires étrangères et des cultes du Costa Rica
- 21 Lettre DM-AM-269-13 en date du 21 mai 2013 adressée au ministre des affaires étrangères du Nicaragua par le ministre des affaires étrangères et des cultes du Costa Rica

316

- 22 Lettre MPCR-ONUG/2014-324 en date du 17 juillet 2013 adressée au secrétaire général de la convention de Ramsar par le représentant permanent du Costa Rica auprès de l'Office des Nations Unies à Genève
- 23 Lettre DM-D VM-550-2013 en date du 24 septembre 2013 adressée au ministre des affaires étrangères du Nicaragua par la ministre par intérim des affaires étrangères et des cultes du Costa Rica
- 24 Lettre HOL-EMB-196 en date du 11 octobre 2013 adressée au greffier de la Cour par l'agent du Nicaragua (demande en indication de mesures conservatoires)
- 25 Lettre MPCR-ONUG/2013-534 en date du 25 novembre 2013 adressée au secrétaire général de la convention de Ramsar par le représentant permanent du Costa Rica auprès de l'Office des Nations Unies à Genève
- 26 Lettre en date du 29 novembre 2013 adressée au représentant permanent du Costa Rica auprès de l'Office des Nations Unies à Genève par le secrétaire général de la convention de Ramsar
- 27 Lettre DM-AM-685-13 en date du 10 décembre 2013 adressée au ministre des affaires étrangères et des cultes du Costa Rica par le ministre des affaires étrangères du Nicaragua
- 28 Lettre MPCR-ONUG-2014-190 en date du 26 mars 2014 adressée au secrétaire général de la convention de Ramsar par le représentant permanent du Costa Rica auprès de l'Office des Nations Unies à Genève
- 29 Lettre SG2014-103/CHB/MAR en date du 7 mai 2014 adressée au représentant permanent du Costa Rica auprès de l'Office des Nations Unies à Genève par le secrétaire général de la convention de Ramsar
- 30 Lettre MPCR-ONUG/2014/407 en date du 18 juin 2014 adressée au secrétaire général de la convention de Ramsar par le représentant permanent du Costa Rica auprès de l'Office des Nations Unies à Genève
- 31 Lettre DM-AM-0334-14 en date du 11 juillet 2014 adressée au ministre des affaires étrangères du Nicaragua par le ministre des affaires étrangères et des cultes du Costa Rica
- 32 Lettre DM-AM-348-14 en date du 17 juillet 2014 adressée au ministre des affaires étrangères du Nicaragua par le ministre par intérim des affaires étrangères et des cultes du Costa Rica
- 33 Lettre DM-0373-14 en date du 24 juillet 2014 adressée au ministre des affaires étrangères du Nicaragua par le ministre des affaires étrangères et des cultes du Costa Rica
- 34 Lettre MRE/DM/336/8/14 en date du 4 août 2014 adressée au ministre des affaires étrangères et des cultes du Costa Rica par le ministre des affaires étrangères du Nicaragua
- 317** 35 Lettre SG2014-229-CHB-MAR en date du 18 août 2014 adressée au représentant permanent du Costa Rica auprès de l'Office des Nations Unies à Genève par le secrétaire général de la convention de Ramsar

- 36 Lettre MRE/DM/AJ/414/09/19 en date du 19 septembre 2014 adressée au ministre des affaires étrangères et des cultes du Costa Rica par le ministre des affaires étrangères du Nicaragua
- 37 Lettre DM-AM-574-14 en date du 22 septembre 2014 adressée au ministre des affaires étrangères du Nicaragua par le ministre des affaires étrangères et des cultes du Costa Rica
- 38 Lettre HOL-EMB-124 en date du 23 septembre 2014 adressée au greffier de la Cour par l'agent du Nicaragua
- 39 Lettre ECRPB-103-14 en date du 25 septembre 2014 adressée au greffier de la Cour par le coagent du Costa Rica
- 40 Lettre DM-AM-0639-10-14 en date du 21 octobre 2014 adressée au ministre des affaires étrangères du Nicaragua par le ministre des affaires étrangères et des cultes du Costa Rica
- 41 Lettre MRE/DM/AJ/439/10/14 en date du 27 octobre 2014 adressée au ministre des affaires étrangères et des cultes du Costa Rica par le ministre des affaires étrangères du Nicaragua
- 42 Lettre DM-AM-0672-14 en date du 28 octobre 2014 adressée au ministre des affaires étrangères du Nicaragua par le ministre par intérim des affaires étrangères et des cultes du Costa Rica
- 43 Lettre MRE/DM-AJ/448/11/14 en date du 3 novembre 2014 adressée au ministre des affaires étrangères et des cultes du Costa Rica par le ministre des affaires étrangères du Nicaragua
- 44 Lettre MRE/DM-AJ/449/11/14 en date du 3 novembre 2014 adressée au secrétaire général de la convention de Ramsar par le ministre des affaires étrangères du Nicaragua
- 45 Lettre DM-AM-0697-14 en date du 5 novembre 2014 adressée au ministre des affaires étrangères du Nicaragua par le ministre des affaires étrangères et des cultes du Costa Rica
- 318** 46 Lettre DM-AM-0706-14 en date du 6 novembre 2014 adressée au secrétaire général de la convention de Ramsar par le ministre des affaires étrangères et des cultes du Costa Rica
- 47 Lettre DM-AM-0707-14 en date du 7 novembre 2014 adressée au ministre des affaires étrangères du Nicaragua par le ministre des affaires étrangères et des cultes du Costa Rica
- 48 Lettre ECRPB-112-14 en date du 10 novembre 2014 adressée au greffier de la Cour par le coagent du Costa Rica
- 49 Lettre MRE-DM-DGAJST-456-11-14 en date du 11 novembre 2014 adressée au ministre des affaires étrangères et des cultes du Costa Rica par le ministre des affaires étrangères du Nicaragua
- 50 Lettre DM-AM-718-14 en date du 14 novembre 2014 adressée au ministre des affaires étrangères du Nicaragua par le ministre des affaires étrangères et des cultes du Costa Rica

- 51 Lettre MRE/DM/677/12/14 en date du 2 décembre 2014 adressée au ministre des affaires étrangères et des cultes du Costa Rica par le ministre des affaires étrangères du Nicaragua
- 52 Lettre DM-AM-774-11-14 en date du 2 décembre 2014 adressée au ministre des affaires étrangères du Nicaragua par le ministre des affaires étrangères et des cultes du Costa Rica
- 53 Lettre DM-AM-789 en date du 4 décembre 2014 adressée au ministre des affaires étrangères du Nicaragua par le ministre par intérim des affaires étrangères et des cultes du Costa Rica
- 54 Lettre MRE/DM-AJ/478/12/14 en date du 5 décembre 2014 adressée au ministre des affaires étrangères et des cultes du Costa Rica par le ministre des affaires étrangères du Nicaragua
- 55 Lettre DM-AM-0818-14 en date du 12 décembre 2014 adressée au ministre des affaires étrangères du Nicaragua par le ministre des affaires étrangères et des cultes du Costa Rica
- 56 Lettre MRE/DM-AJ/482/12/14 en date du 15 décembre 2014 adressée au ministre des affaires étrangères et des cultes du Costa Rica par le ministre des affaires étrangères du Nicaragua
- 319 57 Lettre DM-AM-0826-14 en date du 16 décembre 2014 adressée au ministre des affaires étrangères du Nicaragua par le ministre par intérim des affaires étrangères et des cultes du Costa Rica
- 58 Lettre DM-AM-0832-14 en date du 18 décembre 2014 adressée au ministre des affaires étrangères du Nicaragua par le ministre des affaires étrangères et des cultes du Costa Rica

Procès-verbaux

- 59 Communiqué de presse du 26 octobre 1976 et procès-verbal de la réunion tenue à Liberia le 25 janvier 1977, *in* Ministère des affaires étrangères et des cultes du Costa Rica, concernant l'engagement de discussions sur une frontière maritime dans l'océan Pacifique, Rapport annuel 1976-1977, vol. I, p. 156-160
- 60 Procès-verbal de la première réunion de la sous-commission des limites et de la cartographie tenue le 7 novembre 2002, à San José
- 61 Réseau national des zones de conservation, zone de conservation de Tortuguero, compte rendu de la réunion tenue le 17 décembre 2014 dans les locaux du poste militaire nicaraguayen du Delta afin de notifier l'entrée dans le fleuve San Juan pour naviguer jusqu'à la zone déclarée litigieuse par la Cour internationale de Justice

Déclarations sous serment

- 62 Déclaration sous serment de M. Victor Julio Vargas Hernandez faite devant M^e Gustavo Arguello Hidalgo, acte n^o 177-9 en date du 17 juillet 2014
- 63 Déclaration sous serment de M. William Vargas Jimenez faite devant M^e Gustavo Arguello Hidalgo, acte n^o 178-9 en date du 21 juillet 2014

- 64 Déclaration sous serment de Mme Mayela Vargas Arce faite devant M^c Gustavo Arguello Hidalgo, acte n^o 179-9 en date du 21 juillet 2014
- 65 Déclaration sous serment de Mme Gabriela Vanessa Lopez Gomez faite devant M^c Gustavo Arguello Hidalgo, acte n^o 189-9 en date du 21 juillet 2014
- 320 66 Déclaration sous serment de M. Claudio Arce Rojas faite devant M^c Gustavo Arguello Hidalgo, acte n^o 181-9 en date du 21 juillet 2014
- 67 Déclaration sous serment de M. Ruben Francisco Valerio Arroyo faite devant M^c Gustavo Arguello Hidalgo, acte n^o 194-9 en date du 9 octobre 2014

Articles de presse

- 68 «Costa Ricans denounce mistreatment and detentions in the northern border» [les Costa-riens déclarent avoir été victimes de mauvais traitements et de détentions arbitraires à la frontière septentrionale], *La Nación* (Costa Rica), 3 août 2014 (http://www.nacion.com/nacional/gobierno/Caos-frontera-provoca-detenciones-costarricenses_0_1430656995.html)
- 69 «He demanded that I pull down my pants» [il a exigé que je baisse mon pantalon], *La Nación* (Costa Rica), 3 août 2014 (http://www.nacion.com/nacional/gobierno/exigio-bajara-pantalones_0_1430657010.html)

Autres documents

- 70 Direction technique des transports, ministère des travaux publics et des transports du Costa Rica, liste des routes agréées pour le transport de matières dangereuses, 1995
- 71 Lettre 1571-2010-DPS en date du 27 septembre 2010 adressée au directeur régional de la quatrième région-Heredia par le chef de la délégation des services de police de Sarapiquí (Costa Rica)
- 72 Manuel Coronel Kautz, vice-ministre des affaires étrangères du Nicaragua et président désigné de l'autorité du canal du Nicaragua, projet de grand canal du Nicaragua, juin 2012
- 73 Ministère des affaires étrangères et des cultes du Costa Rica, nouveaux travaux dans la zone humide dite Humedal Caribe Noreste, rapport à l'intention du secrétariat exécutif de la Convention de Ramsar sur les zones humides, juillet 2013
- 74 Rapport EC-77.7, C-19/DG.8, en date du 13 mai 2014, sur l'état de l'application de l'Article VII de la convention sur l'interdiction des armes chimiques au 31 juillet 2014, établi par le directeur général de l'Organisation pour l'interdiction des armes chimiques : Mesures supplémentaires pour les Etats parties détenteurs d'installations industrielles qui sont déclarables au titre de la convention
- 321 75 Rapport EC-77/DG.6, C-19/DG.7, en date du 13 mai 2014, sur l'état de l'application de l'Article VII de la convention sur l'interdiction des armes chimiques au 31 juillet 2014, établi par le directeur général de l'Organisation pour l'interdiction des armes chimiques : Article VII - mesures initiales

- 76 Lettre DGIT-ED-4697-2014 en date du 11 juin 2014 adressée au chef du département des poids et mesures et au directeur général de la police des transports du Costa Rica par l'ingénieur en chef du service des études et des plans au sein du Consejo Nacional de Vialidad (CONAVI)
- 77 Communication interne concernant les routes agréées pour le transport de matières dangereuses et émanant de la direction technique des transports du ministère des travaux publics et des transports du Costa Rica, juin 2014
- 78 Secrétariat de la convention de Ramsar, rapport de la mission consultative Ramsar n° 77 : zone humide d'importance internationale du nord-est des Caraïbes (Humedal Caribe Noreste), Costa Rica, août 2014
- 79 Instituto Costarricense de Electricidad, fleuve Colorado, point de mesure 1104, tableau présentant le débit journalier moyen, 2010-2014

Photographies

- 80 Photographies de points de dépôt de sédiments sur le territoire du Nicaragua
-