

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 II

Annexes 1 à 3

2 FÉVRIER 2015

[Traduction du Greffe]

LISTE DES ANNEXES

VOLUME II

ANNEXE	DOCUMENT	PAGE
Rapports techniques et environnementaux		
1.	Neil Craik, «La nécessité d'effectuer au préalable une évaluation de l'impact sur l'environnement», janvier 2015	1
2.	Ian Cowx, «Impact écologique de la route 1856 sur le fleuve San Juan, Nicaragua», décembre 2014	16
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	45

ANNEXE 1

NEIL CRAIK, «LA NÉCESSITÉ D’EFFECTUER AU PRÉALABLE UNE ÉVALUATION DE L’IMPACT SUR L’ENVIRONNEMENT», JANVIER 2015

**Affaire relative à la Construction d’une route au Costa Rica le long du fleuve San Juan
(Nicaragua c. Costa Rica)**

**Rapport établi par
Professeur Neil Craik, LL.B., LL.M., SJD.
Directeur et professeur agrégé
School of Environment, Enterprise and Development
Professeur agrégé, Balsillie School of International Affairs
Université de Waterloo
Waterloo, Canada
Janvier 2015**

TABLE DES MATIÈRES

1. Introduction	1
2. Une obligation d’effectuer une évaluation de l’impact sur l’environnement découlant du droit international	3
3. L’évaluation de l’impact sur l’environnement en tant que composante de l’obligation de diligence faite aux Etats	6
4. Le seuil de risque déclencheur d’une évaluation de l’impact sur l’environnement	7
5. L’exception en cas d’urgence dans le droit international	10
6. Obligations des Etats dans les situations d’urgence	13
7. Références	14
8. Déclaration certifiant l’indépendance et la véracité des éléments exposés dans le présent rapport	14

1. INTRODUCTION

1.1. Je m’appelle Neil Craik, je suis professeur agrégé en droit à l’Université de Waterloo, au Canada. J’enseigne actuellement à la School of Environment, Enterprise and Development, dont je suis également le directeur, ainsi qu’à la Balsillie School of International Affairs. Avant d’occuper ces postes à l’Université de Waterloo, j’ai été professeur à la faculté de droit de l’Université du Nouveau-Brunswick, au sein de laquelle j’ai enseigné le droit environnemental canadien et international, ainsi que d’autres matières de droit public. Auparavant, j’ai pratiqué le droit au sein d’un cabinet d’avocats de Toronto, au Canada. Je suis expert en droit international de l’environnement, ainsi qu’en gestion internationale de l’environnement. Je suis l’auteur d’un ouvrage intitulé *The International Law of Environmental Impact Assessment: Process, Substance and Integration* (Cambridge University Press, 2008), ainsi que de nombreux autres articles cautionnés par des pairs et chapitres d’ouvrages portant sur les aspects juridiques de la question de l’évaluation environnementale. Le conseil de recherches en sciences humaines du Canada m’a accordé plusieurs subventions de recherche en rapport avec des questions liées aux législations internationales et canadienne en matière d’évaluation environnementale. Mon curriculum vitae figure à l’appendice A du présent rapport.

1.2. Le Costa Rica m'a demandé de rédiger pour la Cour internationale de Justice (ci-après, la «Cour») un rapport d'expert indépendant en lien avec la requête présentée à son encontre par le Nicaragua concernant la construction, au Costa Rica, d'une route à proximité du fleuve San Juan. J'ai été sollicité pour produire une opinion indépendante en tant qu'expert sur la question des aspects juridiques liés à l'obligation faite aux Etats, dans le droit international, d'effectuer au préalable une évaluation d'impact sur l'environnement. Il m'a été demandé, en particulier, de livrer mon opinion sur la question du seuil fixé en droit international pour entreprendre une évaluation de l'impact sur l'environnement, de l'existence d'une exception en situation d'urgence en matière d'évaluation de l'impact sur l'environnement, ainsi que de toute obligation supplémentaire susceptible d'être invoquée dans une situation d'urgence.

1.3. J'ai examiné les documents suivants :

- a) le mémoire de la République du Nicaragua (en particulier, le chapitre 5B) ;
- b) le contre-mémoire du Costa Rica (en particulier, le chapitre 5B) ;
- c) la réplique de la République du Nicaragua (en particulier, le chapitre 6) ;
- d) le rapport établi par W. Sheate, en date de juillet 2014, qui figure à l'annexe 5 de la réplique du Nicaragua ;
- e) le rapport établi par Golder Associates, en date de juillet 2014, qui figure à l'annexe 6 de la réplique du Nicaragua ;
- f) le rapport établi par M. Kondolf et consorts, en date de décembre 2012, qui figure à l'annexe 1 du mémoire du Nicaragua ;
- g) le rapport établi par C. Thorne, en date de novembre 2013, qui figure à l'annexe 9 du contre-mémoire du Costa Rica ;
- h) le diagnostic de l'impact sur l'environnement réalisé par le centre de sciences tropicales (*Centro Científico Tropical*), en date de novembre 2013, qui figure à l'annexe 10 du contre-mémoire du Costa Rica ;
- i) Astorga and 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», en date d'août 2013, qui figure à l'annexe 3 du contre-mémoire du Costa Rica ;
- j) le rapport établi par M. Kondolf, en date de juillet 2014, qui figure à l'annexe 1 de la réplique du Nicaragua ;
- k) Costa Rica, décret n° 36440-MP, qui figure à l'annexe 28 du contre-mémoire du Costa Rica.

2. UNE OBLIGATION D'EFFECTUER UNE ÉVALUATION DE L'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DÉCOULANT DU DROIT INTERNATIONAL

2.1. Le Nicaragua s'appuie sur le principe 17 de la déclaration de Rio pour invoquer l'obligation internationale de mener une évaluation d'impact sur l'environnement¹. Il fait par ailleurs référence à une obligation d'ordre général de réaliser des évaluations d'impact sur l'environnement transfrontières énoncée en l'affaire relative à des *Usines de pâte à papier*², dont l'arrêt fait autorité.

2.2. Non contraignant, le principe 17 de la déclaration de Rio formule un principe général de bonnes pratiques environnementales applicable qui s'applique autant sur le plan national que dans un contexte international. A cet égard, le principe 17 ne fait pas de différence entre impacts transfrontières et impacts au niveau national. Le Nicaragua s'appuie sur cette formulation pour prôner qu'il existe, dans le droit international, une obligation de réaliser une évaluation de l'impact sur l'environnement lorsque les impacts d'une activité envisagée se produisent exclusivement au niveau national³. L'obligation faite par le droit international de réaliser des évaluations d'impact sur l'environnement ne concerne pas les impacts au niveau national. En ce qui concerne l'invocation du principe 17 à l'appui de l'obligation internationale d'effectuer des évaluations d'impact sur l'environnement, notamment dans le cadre de l'affaire des *Usines de pâte à papier*, les dommages étaient de nature transfrontière.

2.3. A ma connaissance, il n'existe aucun exemple, dans la pratique des Etats, dans lequel une obligation de droit international se trouverait étendue à des dommages de portée exclusivement nationale. Ainsi, dans tous les différends internationaux dans le cadre desquels des Etats ont invoqué une obligation internationale de réaliser des évaluations d'impact sur l'environnement, les dommages en question étaient de nature transfrontière ou portaient sur des ressources partagées⁴. De même, dans les affaires dans lesquelles une obligation d'effectuer une évaluation de l'impact sur l'environnement a été prescrite, à savoir, l'affaire des *Usines de pâte à papier* et l'avis consultatif rendu en l'affaire des *Responsabilités et obligations des Etats qui patronnent des personnes et des entités dans le cadre d'activités menées dans la Zone*, les dommages en question soit étaient de nature transfrontière, soit concernaient des zones situées au-delà des zones de juridiction nationales⁵.

2.4. La convention sur l'évaluation de l'impact sur l'environnement dans un contexte transfrontière (ci-après, la «convention ESPOO»)⁶ et le protocole au traité sur l'Antarctique relatif

¹ Mémoire, par. 5.6.

² Affaire relative à des *Usines de pâte à papier sur le fleuve Uruguay (Argentine c. Uruguay)*, arrêt, C.I.J. Recueil 2010 (I), par. 204.

³ Mémoire, par. 5.6-5.29.

⁴ Affaire relative à des *Usines de pâte à papier*, note n° 2 ; *Différend relatif à l'usine MOX (Irlande c. Royaume-Uni)*, *Mesures conservatoires*, (2002) 41 ILM 405 (ITLOS) ; affaire relative à la *Demande d'examen de la situation au titre du paragraphe 63 de l'arrêt rendu par la Cour le 20 décembre 1974 dans l'affaire des Essais nucléaires (Nouvelle-Zélande c. France) (Nouvelle-Zélande c. France)*, ordonnance du 22 septembre 1995, C.I.J. Recueil 1995, p. 288 ; *Projet Gabčíkovo-Nagymaros (Hongrie/Slovaquie)*, arrêt, C.I.J. Recueil 1997, p. 7.

⁵ Affaire relative à des *Usines de pâte à papier*, note n° 2 ; Avis consultatif relatif aux responsabilités et obligations des Etats qui patronnent des personnes et des entités dans le cadre d'activités menées dans la Zone, (ITLOS), 1^{er} février 2011, par. 145, 148.

⁶ 30 ILM 802, entrée en vigueur le 27 juin 1997.

à la protection de l'environnement (ci-après, le «protocole de Madrid»)⁷, les deux conventions internationales détaillées portant sur la question de l'évaluation de l'impact sur l'environnement, portent respectivement sur les impacts transfrontières et sur les impacts sur le patrimoine commun de l'humanité. D'autres conventions internationales énonçant des obligations d'évaluation de l'impact sur l'environnement tendent à porter principalement sur la pollution transfrontière, notamment l'accord conclu entre le Canada et les Etats-Unis sur la qualité de l'air⁸, ou sur des ressources partagées telles que les cours d'eau⁹, les mers régionales¹⁰ ou le milieu marin¹¹. La pratique prédominante des Etats en matière de traités consiste à exiger des évaluations d'impact sur l'environnement lorsque des activités envisagées sont susceptibles d'avoir un impact transfrontière important ou un impact important sur des ressources partagées ou communes.

2.5. Selon certaines interprétations, l'article 14 de la convention sur la diversité biologique va dans le sens d'une obligation élargie qui s'étend au-delà des dommages transfrontières, en ce que cette disposition n'est pas centrée sur les dommages transfrontières. Pourtant, l'article 14 est nuancé par les mots suivants, «dans la mesure du possible et selon qu'il conviendra», qui manifestent une intention de ne pas créer d'obligation contraignante d'évaluer des dommages de portée exclusivement nationale¹².

2.6. D'aucuns laissent entendre que le champ d'application des obligations d'évaluation d'impact sur l'environnement est étendu dans le cas de zones sous protection internationale, en particulier en ce qui concerne les zones visées dans la convention de Ramsar et les zones identifiées par l'UNESCO comme des réserves de biosphère¹³. S'agissant des obligations d'effectuer une évaluation de l'impact sur l'environnement, l'idée selon laquelle la protection de sites naturels internationalement reconnus, par exemple des zones humides, devrait constituer pour les Etats une obligation *erga omnes partes* est une revendication récente et, de ce fait, ne s'appuie pas sur la pratique des Etats. Dans ces conditions, je tiens à souligner que la convention de Ramsar stipule que l'inscription d'une zone humide sur la liste «est faite sans préjudice des droits exclusifs de souveraineté de la Partie contractante sur le territoire de laquelle elle se trouve située»¹⁴, laissant

⁷ 30 ILM 1461, entré en vigueur le 14 janvier 1998.

⁸ 30 ILM 676, entré en vigueur le 13 mars 1991, art. V.

⁹ Convention des Nations Unies sur le droit relatif aux utilisations des cours d'eau internationaux à des fins autres que la navigation, 36 ILM 719 (pas encore entrée en vigueur), art. 12.

¹⁰ Convention relative à la coopération en matière de protection et de mise en valeur du milieu marin et des zones côtières de la région de l'Afrique de l'Ouest et du Centre, Abidjan, 23 mars 1981, 20 ILM 746, entrée en vigueur le 5 août 1984, art. 13 ; Convention concernant la protection de l'environnement marin et des aires côtières du Pacifique du Sud-Est, Lima, 12 novembre 1981, International Environmental Legal Materials and Treaties 981, entrée en vigueur le 19 mai 1986, art. 8 ; Convention régionale pour la conservation du milieu marin de la mer rouge et du Golfe d'Aden, Jeddah, Arabie Saoudite, 14 février 1982, 9 EPL 56, entrée en vigueur le 20 août 1985, art. XI ; Convention pour la protection et la mise en valeur du milieu marin dans la région des Caraïbes, Carthagène des Indes, 24 mars 1983, 22 ILM 221, entrée en vigueur le 11 octobre 1986, art. 12 ; Convention pour la protection des ressources naturelles et de l'environnement de la région Pacifique Sud, Nouméa, Nouvelle-Calédonie, 25 novembre 1986, 26 ILM 25, entrée en vigueur le 22 août 1990, art. 16. Convention relative à la protection de la mer Noire contre la pollution, Bucarest, 21 avril 1992, 32 ILM 1110 (1993), entrée en vigueur le 15 janvier 1994, art. XV(5) ; Convention sur la protection du milieu marin dans la zone de la mer Baltique, Helsinki, 9 avril 1992, entrée en vigueur le 17 janvier 2000, art. 7 (convention d'Helsinki).

¹¹ Convention des Nations Unies sur le droit de la mer, 21 ILM 1291, entrée en vigueur le 16 novembre 1984, art. 206.

¹² Convention des Nations Unies sur la diversité biologique, 31 ILM 818, entrée en vigueur le 29 décembre 1993, art. 14.

¹³ Réplique du Nicaragua, par. 4.11 ; voir aussi, rapport établi par W. Sheate, juillet 2014, annexe 5 de la Réplique du Nicaragua, sect. 5.

¹⁴ Convention relative aux zones humides d'importance internationale particulièrement comme habitats de la sauvagine, 996 UNTS 245, entrée en vigueur le 21 décembre 1975, art. 2 3).

ainsi à penser que les rédacteurs n'avaient nullement l'intention d'associer aux zones humides nationales des droits susceptibles d'être invoqués par des tierces parties.

2.7. Il existe toutefois un argument d'inspiration plus écologique selon lequel la connectivité écologique de l'écosystème potentiellement perturbé permet d'envisager qu'il soit opportun de prendre en considération les impacts à la fois au Costa Rica et au Nicaragua¹⁵. Sur ce point, je rappellerai simplement que l'obligation découlant du droit international impose que soit démontrée la réalité d'un impact transfrontière. Ces impacts ne doivent pas nécessairement être directs et peuvent être portés par des processus écologiques ; l'existence de ces impacts indirects doit toutefois être démontrée.

2.8. L'emploi de l'expression «en tant qu'instrument national» dans l'énoncé du principe 17 de la déclaration de Rio semble laisser à penser qu'il est seulement fait référence à une obligation d'évaluation de dommages de nature exclusivement nationale¹⁶. Cette expression semble cependant indiquer que les procédures d'évaluation d'impact sur l'environnement relèvent nécessairement d'instruments nationaux, non supranationaux. En outre, cette expression indique que le droit international ne dictera pas le contenu d'une évaluation, mais laissera plutôt les systèmes juridiques nationaux préciser les conditions de l'évaluation, comme cela a été confirmé par la Cour en l'affaire des *Usines de pâte à papier*¹⁷, ainsi que dans le projet d'articles de la Commission du droit international sur la prévention de dommages transnationaux dérivés d'activités dangereuses¹⁸.

2.9. Etant donné que l'obligation internationale concerne les dommages transfrontières et que les arguments soulevés portent sur la probabilité de dommages transfrontières, j'évoquerai principalement la question de l'obligation de réaliser une évaluation de l'impact sur l'environnement au regard de l'existence de dommages transfrontières, ainsi qu'énoncé par la Cour aux paragraphes 204 et 205 de l'arrêt rendu en l'affaire des *Usines de pâte à papier*.

Par. 204

«Ainsi, l'obligation de protéger et de préserver [l'environnement] ..., 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. De plus, on ne pourrait considérer qu'une partie s'est acquittée de son obligation de diligence, et du devoir de vigilance et de prévention que cette obligation implique, dès lors que, prévoyant de réaliser un ouvrage suffisamment important pour affecter le régime du fleuve ou la qualité de ses eaux, elle n'aurait pas procédé à une évaluation de l'impact sur l'environnement permettant d'apprécier les effets éventuels de son projet.»

¹⁵ Rapport établi par Golder Associates, juillet 2014, Réplique du Nicaragua, annexe 6.

¹⁶ Mémoire, par. 5.29.

¹⁷ Affaire des *Usines de pâte à papier*, voir note n° 2, par. 205.

¹⁸ Commission du droit international, «Commentaires relatifs au projet d'articles, sur la prévention des dommages transfrontières résultant d'activités dangereuses, rapport de la Commission du droit international, cinquante-troisième session, UN GAOR, 56^e session, supp. n° 10, Nations Unies, doc. A/56/10 (2001), art. 7, commentaire n°7.

Par. 205

«Dès lors, la Cour estime qu'il revient à chaque Etat de déterminer, dans le cadre de sa législation nationale ou du processus d'autorisation du projet, la teneur exacte de l'évaluation de l'impact sur l'environnement requise dans chaque cas en prenant en compte la nature et l'ampleur du projet en cause et son impact négatif probable sur l'environnement, ainsi que la nécessité d'exercer, lorsqu'il procède à une telle évaluation, toute la diligence requise. La Cour estime par ailleurs qu'une évaluation de l'impact sur l'environnement doit être réalisée avant la mise en œuvre du projet. En outre, une fois les opérations commencées, une surveillance continue des effets dudit projet sur l'environnement sera mise en place, qui se poursuivra au besoin pendant toute la durée de vie du projet.»

2.10. Plusieurs éléments distincts de cette formulation apportent un éclairage qui s'avère nécessaire pour comprendre la teneur de l'obligation d'effectuer une évaluation de l'impact sur l'environnement. Tout d'abord, l'obligation d'évaluation d'impact sur l'environnement est présentée comme une «pratique» consistant à mettre en œuvre l'obligation plus générale de diligence requise en matière de prévention de tout dommage transfrontière important. Deuxièmement, cette obligation s'applique aux dommages susceptibles d'avoir «un impact préjudiciable important dans un cadre transfrontière». Troisièmement, le droit international laisse les Etats définir le contenu et les modalités spécifiques de la réalisation de l'évaluation de l'impact sur l'environnement.

2.11. Les deux premiers points seront abordés dans les sections suivantes. Le troisième point pose la question de savoir dans quel contexte et sur quels aspects en particulier le droit international s'en remet au droit national d'un Etat pour définir les obligations d'évaluation d'impact sur l'environnement. Dans l'affaire des *Usines de pâte à papier*, la Cour a établi une distinction entre les conditions dans lesquelles une évaluation de l'impact sur l'environnement s'impose (conditions déterminées en fonction d'un seuil maximal défini au niveau international) et le contenu spécifique de l'évaluation d'impact sur l'environnement (laissé à l'appréciation de la législation nationale), bien que le pouvoir discrétionnaire de l'Etat ait été qualifié par la formulation suivante : «en prenant en compte la nature et l'ampleur du projet en cause et son impact négatif probable sur l'environnement, ainsi que la nécessité d'exercer, lorsqu'il procède à une telle évaluation, toute la diligence requise». Le pouvoir discrétionnaire laissé aux États de déterminer les modalités d'exécution des évaluations d'impact sur l'environnement semble adapté, en ce que les évaluations d'impact sur l'environnement doivent être mises en œuvre dans le cadre des systèmes juridiques nationaux et intégrées dans les structures décisionnelles environnementales spécifiques à chaque Etat. Les modalités selon lesquelles les projets doivent être soumis à une évaluation complète varient donc considérablement en fonction des systèmes nationaux d'évaluation de l'impact sur l'environnement.

3. L'ÉVALUATION DE L'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT EN TANT QUE COMPOSANTE DE L'OBLIGATION DE DILIGENCE FAITE AUX ÉTATS

3.1. En droit international, l'obligation d'entreprendre une évaluation de l'impact sur l'environnement transfrontière constitue une obligation particulière qui doit être interprétée à la lumière de la teneur de l'objectif visé par la prévention des dommages transfrontières. Ainsi que l'a précisé la Cour, l'objet implicite d'une évaluation de l'impact sur l'environnement est de satisfaire à l'impératif selon lequel l'Etat doit exercer la diligence qui s'impose pour prévenir la survenue de tout dommage transfrontière. Le lien entre diligence requise et obligation de réaliser une évaluation de l'impact sur l'environnement transparaît dans d'innombrables traités qui imposent des obligations d'évaluation d'impact sur l'environnement, qui font également référence

au principe de dommage et précisent que l'évaluation de l'impact sur l'environnement constitue l'un des moyens qui devront être employés par les Etats pour mettre en œuvre le principe de prévention des dommages¹⁹.

3.2. L'obligation de diligence requise au regard de la prévention des dommages transfrontières est énoncée à l'article 3 du projet d'articles de la CDI sur la prévention des dommages transfrontières, qui impose à l'Etat d'origine de «[prendre] toutes les mesures appropriées pour prévenir les dommages transfrontières significatifs ou en tout état de cause pour en réduire le risque au minimum»²⁰. La CDI a dit par ailleurs que ces obligations consistaient, pour un Etat, à «s'employer raisonnablement»²¹, et que «le degré de vigilance [requis était celui] attendu d'un bon gouvernement»²². La signification normative des expressions «s'employer raisonnablement» et «mesures appropriées» dépendra de ce qui apparaît comme étant raisonnable ou approprié au regard des faits spécifiques entourant l'activité envisagée. La CDI a estimé que les expressions «due diligence» et «mesures appropriées» étaient «synonymes»²³.

3.3. L'appréhension des obligations d'évaluation d'impact sur l'environnement dans le contexte de la due diligence montre que l'obligation d'effectuer une évaluation de l'impact sur l'environnement doit être appréciée à la lumière des circonstances particulières entourant l'activité en question. La notion de «due diligence» ne se limite pas à la prise en compte de la situation environnementale, mais elle comprend d'autres conditions susceptibles d'avoir un impact sur la faisabilité ou le caractère raisonnable de la réalisation d'une évaluation de l'impact sur l'environnement, notamment au regard de situations d'urgence ou de questions de sûreté nationale. Comme nous le soulignons plus loin, cette interprétation s'appuie sur la pratique internationale et la pratique des Etats.

4. LE SEUIL DE RISQUE DÉCLENCHÉUR D'UNE ÉVALUATION DE L'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

4.1. L'obligation de due diligence s'applique dès lors qu'il existe un «risque de causer un dommage transfrontière significatif». Conformément à ce seuil, le «dommage significatif» est donc l'élément déclencheur de la mise en œuvre d'une évaluation de l'impact sur l'environnement transfrontière, ainsi qu'affirmé dans la convention d'Espoo, la CDB, les objectifs et principes du PNUE en matière d'évaluation d'impact sur l'environnement²⁴, ainsi que l'arrêt rendu en l'affaire des *Usines de pâte à papier*. Le seuil de risque significatif déterminé reflète également les pratiques nationales en matière d'évaluation d'impact sur l'environnement, qui reconnaissent cette

¹⁹ Par exemple, Convention sur l'évaluation de l'impact sur l'environnement dans un contexte transfrontière, 25 février 1991, 1989 U.N.T.S. 310 (ci-après, la «convention d'Espoo»), art. 2 1); Convention sur la diversité biologique, juin 1992, 1760 U.N.T.S. 79, (ci-après, la «CDB»), article 14 1 a).

²⁰ CDI, projet d'articles, voir note n° 18, art. 3.

²¹ Ibid. art. 3, commentaire n° 10.

²² Ibid. art. 3, commentaire n° 17.

²³ CDI, Rapport sur les travaux de la cinquante-deuxième session (2000) GAOR A/55/10, par. 718.

²⁴ Rés. GC14/25, 14^e session (1987), approuvée par la résolution 42/184 de l'Assemblée générale, UN GAOR, 42^e session, Nations Unies, doc. A/Res/42/184 (1987) («objectifs et principes du PNUE en matière d'évaluation d'impact sur l'environnement»), principe 1. UNEP.

norme dans leur écrasante majorité²⁵. L'applicabilité de cette norme a été très peu remise en cause durant les plaidoiries.

4.2. Le seuil de risque «significatif» s'entend comme une norme objective et ne saurait être déterminé à l'entière discrétion de l'Etat d'origine. Selon la CDI, ce terme signifie «plus que «détectable», mais sans nécessairement atteindre le niveau de «grave» ou «substantiel»²⁶. Si elle dépend du contexte, la détermination de ce seuil sera toutefois influencée par l'ampleur de l'activité envisagée, la nature des impacts potentiels et la sensibilité du milieu récepteur aux impacts en question²⁷.

4.3. L'une des questions qui se pose est celle de savoir s'il existe une différence fondamentale entre la formulation choisie par la Cour, selon laquelle doit exister un risque d'«impact préjudiciable important», et celle employée dans la CDB, qui évoque le fait que des impacts néfastes importants soient «susceptibles» de se produire. Le terme le plus fréquemment utilisé est «probabilité» : on le retrouve dans le principe 17, ainsi que dans la convention d'Espoo²⁸. Selon moi, cette différence n'est pas fondamentale. L'intention sous-jacente est que le seuil de risque significatif doit être davantage qu'une simple possibilité et doit se fonder sur l'existence de preuves raisonnables.

4.4. Au niveau national comme au niveau international, diverses approches de la pratique des évaluations d'impact sur l'environnement ont cours quant à la détermination du seuil de risque «significatif», étape souvent appelée «étude préalable» dans le jargon des évaluations d'impact sur l'environnement. L'une des approches possibles consiste à identifier certaines activités qui, de par leur ampleur ou leur niveau de risque, font automatiquement l'objet d'une évaluation de l'impact sur l'environnement. La convention d'Espoo propose ainsi une liste d'activités susceptibles de se voir imposer une évaluation²⁹. La directive de la Communauté européenne relative aux évaluations d'impact sur l'environnement a adopté une approche analogue³⁰ et est reconnue dans les lignes directrices volontaires pour l'intégration des questions relatives à la diversité biologique dans les études de l'impact sur l'environnement de la CDB comme un mécanisme adapté³¹. D'autres systèmes d'évaluation d'impact environnemental, notamment aux Etats-Unis (NEPA) et au Canada (CEAA), énumèrent également des éléments inclusifs et exclusifs obligatoires au regard de l'obligation d'effectuer une évaluation de l'impact sur l'environnement. Parmi les autres méthodes permettant de déterminer le niveau du seuil, certaines pratiques d'évaluation d'impact sur l'environnement recourent à des évaluations environnementales initiales, ou encore à des critères tels que la taille de l'activité, son emplacement ou les risques potentiels pour l'environnement.

²⁵ Voir, par exemple, *National Environmental Policy Act*, 42 USC, par. 4321-4370 f) (ci-après, «NEPA») ; directive européenne 85/337 concernant l'évaluation des incidences de certains projets publics et privés sur l'environnement, [1985] J.O. L 175/40, modifié par la directive européenne 97/11, EC, la directive du Conseil de l'Union européenne 03/35 et la directive du Conseil de l'Union européenne 09/31 ; loi canadienne sur l'évaluation environnementale, 2012, SC 2012, c.19.

²⁶ CDI, projet d'articles, voir note n° 18, art. 2, commentaire n° 4.

²⁷ Convention d'Espoo, voir note n° 19, appendice III ; projet d'articles de la CDI, *ibid.* art. 7, commentaire n° 9.

²⁸ Convention d'Espoo, voir note n° 19, art. 2.

²⁹ Convention d'Espoo, voir note n° 19, art. 2 3) ; et appendice 1.

³⁰ Directive européenne EIE, voir note n° 25, art. 4.

³¹ Conférence des parties à la convention sur la diversité biologique, décision VIII/28, «Impact assessment: Voluntary guidelines on biodiversity-inclusive impact assessment», Nations Unies, doc. UNEP/CBD/COP/8/31, (lignes directrices CDB EIE) art. 10.

4.5. Le droit international ne prescrit pas la façon dont ce seuil doit être déterminé mais, conformément à l'obligation de due diligence, impose que chaque Etat dispose d'un processus raisonné qui lui permette de déterminer le niveau du seuil et prenne en compte la nature contextuelle de cette détermination. Par conséquent, même si le seuil fixé pour un «impact préjudiciable important» est censé constituer un critère objectif, la pratique des Etats démontre que ces derniers conservent un certain pouvoir discrétionnaire au regard des études préalables qu'ils entreprennent.

4.6. Certes, dans la liste annexée à la convention d'Espoo (appendice 1) figurent des éléments tels que «autoroutes» et «routes express», ou encore «déboisement de grandes superficies»³². Cependant, la définition des termes en rapport avec la route donnée dans l'appendice 1 exclut toute route qui ne répondrait pas aux définitions d'«autoroute» et de «route express» fournies dans l'appendice 1³³. En outre, il semble improbable que les activités de déforestation associées à la construction d'une route ordinaire (par opposition, par exemple, à une autoroute) soient considérées comme un «déboisement de grandes superficies»³⁴. En d'autres termes, si la convention d'Espoo venait à s'appliquer (ce qui n'est pas le cas), le Costa Rica ne se trouverait pas dans l'obligation d'effectuer une évaluation de l'impact sur l'environnement, mais pourrait peut-être seulement être tenu d'engager des «discussions» avec la partie concernée³⁵.

4.7. J'ai été avisé que, dans le droit costa-ricain, sauf situation d'urgence, la construction d'une route de ce type aurait fait l'objet d'une évaluation de l'impact sur l'environnement. Cela n'est pas, en soi, une quelconque preuve suffisante de l'existence d'un impact transfrontière significatif, lequel devrait être déterminé conformément à la norme internationale concernée.

4.8. A cet égard, je tiens à noter ceci :

- a) C'est à l'Etat qui invoque l'obligation d'évaluation d'impact sur l'environnement qu'incombe la responsabilité de démontrer que le seuil de risque déclencheur d'une évaluation de l'impact sur l'environnement a été franchi³⁶.
- b) Le dommage doit être à la fois «important» et «transfrontière» de nature. Les dommages causés aux écosystèmes terrestres par la déforestation et ceux causés aux éléments d'un écosystème situés sur le territoire de l'Etat d'origine ne sont pas transfrontières. Si un impact indirect peut s'avérer pertinent, lorsqu'un tel impact est présumé, le lien entre les impacts au niveau national et certains dommages transfrontières qui en seraient la conséquence doit être démontré.
- c) Dans la présente affaire, le principal impact transfrontière présumé a trait à l'impact de l'accroissement de la charge sédimentaire sur le fleuve San Juan. C'est à la Cour qu'il revient d'appliquer le droit aux faits constatés : je dirai simplement qu'il est peu probable que les augmentations de la charge sédimentaire existante d'un cours d'eau qui demeurent dans la marge de variabilité naturelle dudit cours d'eau soient à même d'augmenter le niveau de risque

³² Mémoire, note n° 474.

³³ Convention d'Espoo, voir note n° 19, appendice 1.

³⁴ Environmental Diagnostic Assessment, section 6.2.4.1, contre-mémoire, vol. 2, (où il est précisé que 83.2 hectares de forêt ont été coupés au total). Voir aussi, rapport établi par Astorga et Mende, intitulé «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, contre-mémoire, vol. 2, annexe 3, sect. 3 («Conclusions»).

³⁵ *Ibid.*, art. 2 5).

³⁶ Affaire des *Usines de pâte à papier*, voir note n° 2, par. 162.

de dommage important. L'affaire qui nous concerne ne porte pas sur une question de déversement de déchets toxiques ou autres substances nocives, et sous un certain angle, le fleuve charrie un peu plus par ses sédiments que ce qu'il aurait charrié si la route en question n'avait pas été construite. Dans ce cas, la preuve des dépôts ne semble pas suffisante pour noter un dépassement du seuil de déclenchement d'une évaluation de l'impact sur l'environnement pour dommage important, ou même pour dommage sensible. Je rappellerai ici la conclusion de M. Thorne selon laquelle l'impact de la route sur la charge sédimentaire était «pratiquement indétectable»³⁷.

- d) Un certain nombre de facteurs cités par le Nicaragua concernent principalement des impacts dommageables sur la diversité biologique. S'agissant de la question de savoir si l'existence de la route est susceptible de «nuire sensiblement à la diversité biologique» — le seuil énoncé à l'article 14 de la CBD, les éléments de preuve directe avancés par le Nicaragua sont peu nombreux. Si l'on suit les critères d'étude préalable définis dans les lignes directrices volontaires pour l'intégration des questions relatives à la diversité biologique dans les évaluations d'impact sur l'environnement, il existe peu, voire aucune preuve spécifique de l'existence 1) de changements biologiques susceptibles d'accroître 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 «dépasserai[en]t 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 «entraînerai[en]t des changements dans l'accès et les droits aux ressources biologiques»³⁸.

5. L'EXCEPTION EN CAS D'URGENCE DANS LE DROIT INTERNATIONAL

5.1. Il m'a été demandé de me prononcer sur la question précise de l'existence et le champ d'application d'une exception en cas d'urgence au regard de l'application d'une évaluation d'impact sur l'environnement. Le Costa Rica a fait valoir que les Etats ont la possibilité d'exonérer certaines activités de l'obligation d'évaluation d'impact sur l'environnement en situation d'urgence, en ce qui concerne notamment le rôle de la législation nationale dans la détermination des évaluations d'impact sur l'environnement³⁹. Le Nicaragua est d'avis que le pouvoir discrétionnaire accordé aux Etats de déterminer le contenu des évaluations d'impact sur l'environnement ne s'étend pas aux exceptions en situation d'urgence, et qu'une telle exception équivaut à invoquer le droit interne pour se soustraire à une obligation découlant du droit international⁴⁰.

5.2. Selon moi, l'exception d'urgence au regard de l'obligation de réaliser une évaluation de l'impact sur l'environnement doit être comprise et interprétée à la lumière de la pratique des Etats, qui a constamment confirmé la capacité des Etats à en exempter certains projets particuliers en fonction de circonstances particulières, notamment les activités en rapport avec la sûreté nationale ou des urgences civiles. La pratique en la matière est reconnue dans la pratique des évaluations d'impact sur l'environnement autant sur le plan international que sur le plan national. Ainsi :

- a) Le régime juridique relatif aux évaluations de l'impact sur l'environnement développé dans l'annexe 1 du protocole au traité sur l'Antarctique relatif à la protection de l'environnement comprend notamment la disposition suivante, intitulée «Cas d'urgence», selon laquelle les

³⁷ Rapport Thorne, novembre 2013, contre-mémoire du Costa Rica, annexe 9, par. 12.2.

³⁸ CBD EIA Guidelines, voir note n° 31, section 1.2 a) «Screening».

³⁹ Contre-mémoire, par. 5.14.

⁴⁰ Mémoire, par. 5.23-5.25.

situations d'urgence se trouvent exemptées des obligations d'évaluation d'impact sur l'environnement découlant du traité :

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 activités⁴¹.
- b) La *convention d'Espoo* énonce en son paragraphe 2 8) une disposition qui réserve aux Etats le droit d'appliquer des règles de droit nationales visant à protéger «les renseignements dont la divulgation serait préjudiciable au secret industriel et commercial ou à la sécurité nationale».
- c) Le *protocole de Kiev relatif à l'évaluation stratégique environnementale* (protocole à la convention sur l'évaluation de l'impact sur l'environnement dans un contexte transfrontière) comprend une disposition qui dispense d'évaluation d'impact sur l'environnement les plans et programmes dans les situations de «protection civile»⁴².
- d) L'article 4 6) du projet de protocole à la convention-cadre pour la protection du milieu marin de la mer Caspienne relatif à l'évaluation d'impact sur l'environnement dans un contexte transfrontière réserve aux Parties le droit d'instaurer des lois dans «l'intérêt de la sécurité nationale»⁴³.
- e) L'article 1 3) de la *directive européenne sur les évaluations d'impact sur l'environnement* dispose que, au cas par cas, les Etats peuvent décider de ne pas appliquer la directive «aux projets, ou aux parties de projets, ayant pour seul objet la réponse à des situations d'urgence à caractère civil»⁴⁴.
- f) Pionnière en la matière, la loi sur la protection de l'environnement adoptée par les Etats-Unis (National Environmental Policy Act, NEPA) prévoit dans sa réglementation (40 C.F.R. 1506.11) une disposition intitulée «situations d'urgence» selon laquelle :

Lorsqu'une situation d'urgence impose de prendre des mesures appelées à avoir un impact important sur l'environnement sans que les dispositions de la présente réglementation puissent être appliquées, l'agence fédérale chargée de prendre lesdites mesures doit consulter le conseil pour envisager des arrangements. Les agences et le conseil limiteront ces arrangements aux mesures nécessaires au contrôle des impacts immédiats de la situation d'urgence. Les autres mesures restent soumises à la NEPA.

⁴¹ Protocole au traité sur l'Antarctique relatif à la protection de l'environnement, 4 octobre 1991, 30 I.L.M. 1455 (1991), annexe 1, art. 7.

⁴² Protocole à la Convention sur l'évaluation de l'impact sur l'environnement dans un contexte transfrontière, relatif à l'évaluation stratégique environnementale, 21 mai 2003, U.N.T.C. n° 34028, entré en vigueur le 11 juillet 2010, art. 4 5 a).

⁴³ «Protocol on Environmental Impact Assessment in a Transboundary Context to the Framework Convention for the Protection of the Marine Environment of the Caspian Sea», projet préparé pour la cinquième réunion de la conférence des parties, 28-30 mai 2014, Nations Unies, doc. TC/COP5/4 rev. 1, art. 4 6).

⁴⁴ Directive européenne EIE, voir note n° 25.

g) D'autres législations en matière d'évaluation d'impact sur l'environnement prévoient une exception à leur application en cas d'urgence, notamment au Canada⁴⁵, en Australie⁴⁶, au Mexique⁴⁷, au Chili⁴⁸, au Paraguay⁴⁹ et au Pérou⁵⁰, ainsi que la propre législation du Nicaragua en matière d'évaluation d'impact sur l'environnement qui, en son article 12, contient une exception pour les situations d'urgence⁵¹.

5.3. Au vu de l'abondance des dérogations en cas d'urgence au regard de l'obligation de réaliser une évaluation de l'impact sur l'environnement prévues par les mécanismes internationaux et nationaux, cette dérogation semble être une composante normale du processus d'évaluation d'impact sur l'environnement⁵². Dès lors, au, niveau international, l'interprétation de cette obligation devrait être assujettie au droit des Etats à incorporer une dérogation d'urgence. Le recours à une dérogation d'urgence à l'obligation de réaliser une évaluation de l'impact sur l'environnement et l'invocation d'un cas de nécessité sont deux notions distinctes, en ce que la première reflète les pratiques internationales et nationales en matière d'évaluation d'impact sur l'environnement, selon lesquelles l'obligation de réaliser une évaluation de l'impact sur l'environnement ne s'applique pas aux activités envisagées dans un contexte d'urgence.

5.4. Même si la dérogation spécifique provient d'une législation nationale, en l'espèce, il ne s'agit pas d'une affaire dans laquelle une loi nationale est invoquée pour déroger à une obligation internationale : c'est l'obligation internationale elle-même qui prévoit le droit des Etats à autoriser certaines activités en cas de situation d'urgence civile ou pour des raisons de sécurité nationale. Cette dérogation s'applique indistinctement, que le dommage soit de nature nationale ou transfrontière. La non-application de l'article 2 4) de la directive UE sur les évaluations d'impact sur l'environnement aux dommages transfrontières (soulignée dans le rapport établi par M. Sheate⁵³) renvoie à une dérogation beaucoup plus large relative à la non-application de l'obligation d'évaluation d'impact sur l'environnement dans des «circonstances exceptionnelles». Justement, compte tenu de ce qu'elle ne comprend pas de qualification analogue, la dérogation — plus applicable — prévue à l'article 1 3) pourrait s'appliquer à tout dommage, où qu'il se produise.

⁴⁵ CEAA, voir note n° 25.

⁴⁶ «Environmental Protection and Biodiversity Conservation Act 1999», (Cth.), s.158(5), (Acts of Parliament of the Commonwealth of Australia, n°91, 1999, modifié).

⁴⁷ «Reglamento de la ley general del equilibrio ecológico y la protección al medio ambiente en materia de EIA, (Federal)», art. 7, (Mexique, Reglamentos le Leyes Federales Vigentes, n° 100).

⁴⁸ «Ley General de Bases del Medio Ambiente, Ley 19 300», art. 15, (Chile, Congreso Nacional de Chile, <http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=30667>).

⁴⁹ «Evaluación de Impacto Ambiental, Ley 294», art. 9, (Paraguay, Congreso de la Naciona Paraguaya, <http://www.gat.org.py/gat/baseslegales/LeyN-294-Deevaluaciondeimpactoambientalydecretoreglamentario.pdf>)

⁵⁰ «Ley del sistema nacional de EIA y su reglamento», art. 81, (Peru, Congreso de la Republica del Peru, <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/10/Ley-y-reglamento-del-SEIA1.pdf>)

⁵¹ Contre-mémoire du Costa Rica, vol. 3, annexe 25.

⁵² Le rapport établi par W. Sheate pour le Nicaragua reconnaît ceci :

«un certain nombre de régimes d'évaluation d'impact sur l'environnement à travers le monde — notamment ceux de l'Union européenne et des Etats-Unis d'Amérique — prévoient des clauses dérogatoires en cas de situation d'urgence civile ou de projets liés à des questions de défense nationale ; le recours du Costa Rica à une dérogation d'urgence n'est donc pas, en soi, particulièrement inhabituel». Rapport Sheate, voir note n° 13, p. 27 (à l'exclusion des références).

⁵³ Rapport Sheate, voir note n° 13, p. 27.

5.5. L'existence d'une dérogation d'urgence dans le droit international va dans le sens de l'obligation faite aux Etats d'exercer toute la diligence requise. En situation d'urgence, il n'est ni «raisonnable», ni du niveau de vigilance «attendu d'un bon gouvernement» de reporter des activités urgentes pour effectuer une évaluation d'impact sur l'environnement. Cette dérogation est conforme au principe selon lequel le droit international laisse les Etats déterminer le contenu de leurs mécanismes d'évaluation des impacts sur l'environnement, de même qu'il laisse aux Etats la possibilité et la détermination des modalités de la mise en œuvre éventuelle d'une dérogation d'urgence.

5.6. L'étendue de la dérogation varie d'un mécanisme à l'autre mais, en règle générale, elle exempte les activités liées à la sûreté nationale et aux situations d'urgence civile de l'obligation de se soumettre à une évaluation de l'impact sur l'environnement⁵⁴. Si les dérogations ne définissent pas les circonstances constitutives d'une situation d'urgence, l'examen des dérogations accordées par l'intermédiaire du système d'évaluation d'impact sur l'environnement des Etats-Unis montre que les circonstances peuvent être très diverses, par exemple, l'instauration de mesures de protection contre les inondations à la suite de l'ouragan Katrina, des tests de sonars pour la marine indispensables pour certains entraînements, des programmes d'éradication de masse de stocks de poissons pour faire face à des épidémies, ou encore la construction de chemins coupe-feu face à des risques d'incendie⁵⁵.

6. OBLIGATIONS DES ETATS DANS LES SITUATIONS D'URGENCE

6.1. Lorsqu'une activité a été exemptée d'évaluation d'impact sur l'environnement, son promoteur pourra néanmoins se trouver encore dans l'obligation de recourir à une méthode d'évaluation de substitution afin d'identifier et de minimiser tout dommage potentiel lié à l'activité envisagée⁵⁶. L'imposition d'une évaluation de substitution n'est pas omniprésente dans les pratiques internationales et nationales en matière d'évaluation d'impact sur l'environnement. Dans nombre de systèmes d'évaluation d'impact sur l'environnement qui comportent des dérogations d'urgence, la législation n'impose pas la moindre obligation supplémentaire. Cependant, dans le cas de la dérogation pour «circonstances exceptionnelles» prévue par la NEPA et la directive européenne sur les évaluations d'impact sur l'environnement (pas dans celui de la dérogation pour raisons d'urgence en matière de défense ou de sécurité civile), le promoteur de l'activité est tenu d'entreprendre une autre forme d'évaluation. Aucune des dérogations prévues par les mécanismes internationaux n'impose une quelconque évaluation de substitution ; le traité sur l'Antarctique exige toutefois la production de rapports suite à la mise en place de ces activités⁵⁷. On peut pour ainsi dire que, compte tenu de la disparité des approches de la question des évaluations de substitution, le droit international ne prescrit pas d'évaluation de substitution. Mais de mon point de vue, la meilleure approche est celle selon laquelle la méthode d'évaluation ira dans le sens de l'obligation faite à l'Etat d'exercer sa due diligence, en ce que celle-ci équivaut aux mesures que pourra raisonnablement prendre un Etat à la lumière d'une situation d'urgence donnée.

6.2. Dans la présente affaire, le droit costa-ricien a exigé que soit préparée une évaluation de substitution, qui a été menée dans le cadre de l'évaluation de diagnostic environnemental (Environmental Diagnostic Assessment (EDA)) du projet de construction routière. Sur la base des données disponibles, l'EDA semble remplir les conditions requises pour une évaluation de

⁵⁴ Voir, par exemple, *Winter v. Natural Resources Defense Council Inc.* 129 S. Ct. 365 (2008).

⁵⁵ Council on Environmental Quality, «Alternative Arrangements Pursuant to 40 CFR Section 1506.11 – Emergencies» (2008), https://ceq.doe.gov/nepa/eis/Alternative_Arrangements_Chart_092908.pdf.

⁵⁶ Cette approche est notamment celle de la NEPA et de la directive européenne relative aux EIE.

⁵⁷ Protocole au traité sur l'Antarctique relatif à la protection de l'environnement, voir note n° 41, annexe 1, art. 7.

substitution ; ainsi, l'évaluation a été effectuée par des experts indépendants et avait pour but l'identification des risques environnementaux associés à la construction de la route et la mise en place de toute mesure susceptible de minimiser les risques en question.

6.3. A cet égard, je tiens à insister sur le fait que le but d'une évaluation de substitution est de fournir une forme d'évaluation autre qu'une étude préalable à une évaluation de l'impact sur l'environnement tout en permettant à un Etat de satisfaire à son obligation de due diligence. Par nature, il est peu probable qu'une évaluation de substitution soit menée *ex ante*, et il s'agirait plus souvent d'une évaluation effectuée pendant ou après la mise en œuvre du projet. Pour les mêmes raisons que celles pour lesquelles la Cour a estimé qu'il était préférable de ne pas prescrire le contenu d'une évaluation de l'impact sur l'environnement, l'Etat d'origine devrait avoir une certaine marge discrétionnaire pour déterminer la forme et le contenu de l'évaluation de substitution à mettre en place, «en prenant en compte la nature et l'ampleur du projet en cause et son impact négatif probable sur l'environnement, ainsi que la nécessité d'exercer, lorsqu'il procède à une telle évaluation, toute la diligence requise».

7. RÉFÉRENCES

[Non reproduit]

8. DÉCLARATION CERTIFIANT L'INDÉPENDANCE ET LA VÉRACITÉ DES ÉLÉMENTS EXPOSÉS DANS LE PRÉSENT RAPPORT

8.1. Les opinions que j'ai formulées dans le présent rapport sont l'expression pleine et entière de mon appréciation professionnelle. Lorsque je me suis fondé sur des instructions ou des informations communiquées par des tiers, j'ai pris soin de l'indiquer.

8.2. J'ai conscience de ce que le devoir qui m'incombe en premier lieu est envers la Cour. Je me suis conformé à ce devoir et continuerai à le faire.

8.3. Je me suis attaché, dans le présent rapport, aux points sur lesquels, selon ce que m'ont indiqué mes mandataires, mon avis d'expert était requis. J'ai fait de mon mieux, dans le cadre de la préparation du présent rapport, pour être précis et complet. J'ai mentionné tous les éléments que je jugeais pertinents aux fins de l'opinion que j'ai exprimée. Je considère que tous les sujets sur lesquels j'ai exprimé une opinion relèvent de mon domaine d'expertise. J'ai attiré l'attention de la Cour sur tous les éléments qui, à ma connaissance, sont susceptibles de contredire mon propre avis.

8.4. Dans le cadre de la préparation du présent rapport, je n'ai eu connaissance d'aucun conflit d'intérêts — réel ou potentiel — de nature à affecter ma capacité à exprimer un avis d'expert indépendant.

8.5. Je confirme n'avoir conclu aucun accord aux termes duquel le montant ou le versement de mes honoraires dépendrait d'une quelconque manière de l'issue de la procédure.

8.6. En ce qui concerne les éléments dont je n'avais pas personnellement connaissance, j'ai pris soin d'indiquer la source des informations en question.

8.7. Je n'ai jamais repris à mon compte un élément m'ayant été suggéré par des tiers, y compris mes mandataires, sans m'être préalablement forgé une opinion indépendante.

8.8. Au moment où je signe le présent rapport, je considère qu'il contient des informations complètes et exactes, sous réserve des éventuelles restrictions qui y sont indiquées. Dans l'hypothèse où, pour quelque raison que ce soit, j'estimerai qu'une correction matérielle ou une précision doit être apportée au présent rapport, je le ferai connaître à mes mandataires.

8.9. J'ai conscience de ce que le présent rapport constitue la déposition que j'effectuerai, si besoin est, sous serment, moyennant d'éventuelles corrections ou réserves que je souhaiterais y apporter avant d'attester sous serment de sa véracité.

8.10. Le présent rapport reflète la matérialité des faits et instructions qui m'ont été communiqués et qui servent de fondement aux opinions que j'ai formulées.

8.11. Je confirme avoir précisé les faits et points mentionnés dans le présent rapport qui relèvent de mon domaine de compétence et ceux qui n'en relèvent pas. Je confirme la véracité des premiers. Les opinions que j'ai formulées sont l'expression de mon appréciation professionnelle pleine et entière.

Le 14 janvier 2015.

Professeur, Université de Waterloo,
School of Environment, Enterprise and Development,
Basillie School of International Affairs,
(Signé) Neil CRAIK, LL.B, LL.M, SJD.

ANNEXE 2

**IAN COWX, «IMPACT ÉCOLOGIQUE DE LA ROUTE 1856 SUR LE FLEUVE SAN JUAN,
NICARAGUA», DÉCEMBRE 2014**

**Rapport d'expert indépendant concernant les preuves d'impact sur l'écologie aquatique du
fleuve San Juan, au Nicaragua, de la construction de la route 1856 au Costa Rica**

11 décembre 2014

**Rapport préparé par : Professeur Ian G. Cowx
Hull International Fisheries Institute
Université de Hull, Royaume-Uni**

TABLE DES MATIÈRES

1. Introduction.....	17
1.1. A propos de l'auteur.....	17
1.2. Contexte	17
2. Poissons et pêches.....	18
2.1. Informations contextuelles concernant le biote aquatique du fleuve San Juan.....	18
2.2. Diversité biologique des poissons dans la région (Bussing (2002) et Angulo Sibaja (2014))	19
2.3. Diversité des espèces de poissons dans le fleuve San Juan.....	20
2.4. Réponses à la réplique du Nicaragua sur la question des poissons.....	24
2.5. Analyse et conclusions.....	28
3. Macroinvertébrés	30
3.1. Introduction.....	30
3.2. Examen du rapport établi par Mme Blanca Ríos Touma (2014), «Répercussions écologiques de la route 1856 sur le fleuve San Juan, Nicaragua» – le «rapport Ríos».....	30
3.3. Réponses à la réplique du Nicaragua sur la question des macroinvertébrés.....	33
3.4. Analyse et conclusions.....	34
4. Conclusion	36
5. Remerciements.....	36
7. Déclaration certifiant l'indépendance des éléments exposés dans le présent rapport.....	36
Appendice 1 : Diversité des espèces de poissons recensées dans le fleuve San Juan	38

1. Introduction

1.1. A propos de l'auteur

M. Ian Cowx a obtenu un BSc (Hons) en zoologie, spécialisation pêches en eau douce, de l'Université de Liverpool (Royaume-Uni), ainsi qu'un doctorat en gestion et écologie des ressources halieutiques du fleuve Exe de l'Université d'Exeter. Il a ensuite occupé un poste de biologiste des pêches à la Severn Trent Water, ainsi que de maître de conférences dans le domaine des pêches au Humberside College of Higher Education, avant de s'établir à l'Université de Hull en 1989. M. Cowx dirige actuellement l'institut international des pêches de l'Université de Hull, au Royaume-Uni, et occupe un poste de professeur auxiliaire à la Michigan State University.

Il possède une vaste expérience dans le domaine des stratégies de gestion des écosystèmes d'eaux douces, tant dans les pays développés (Royaume-Uni, Europe et Australie) que dans les pays en développement (Afrique et Asie), ainsi que du conseil en matière de techniques de réhabilitation des pêches en eau douce, de planification de la gestion intégrée des ressources aquatiques, de l'évaluation d'impact sur l'environnement (en particulier, en ce qui concerne les programmes de développement de ressources hydriques) et de développement de l'aquaculture. Ses travaux portent en ce moment sur la question de l'impact des changements climatiques et de l'implantation de barrages hydroélectriques sur les pêches dans le bassin inférieur du Mékong. Par ailleurs, M. Cowx dispense des cours de premier à troisième cycle en écologie de la pêche, gestion de la pêche dans les eaux intérieures, ressources halieutiques et écologie aquatique. Ses recherches portent actuellement sur les techniques de capture des poissons, l'évaluation des stocks aux fins de gestion, la réhabilitation des pêches dans les eaux intérieures, l'impact des barrages sur les pêches tropicales et la planification de la gestion des ressources aquatiques, notamment, ces derniers temps, dans les régions du lac Victoria en Afrique de l'Est, des plaines du Kafue, en Zambie, ainsi que des zones humides de Bangweulu, également en Zambie, et de Shatt Al-Arab, en Irak.

Il a travaillé pour toutes sortes de clients, notamment pour la DG pêche et la DG environnement de la Commission européenne, le ministère britannique de l'environnement et des affaires rurales, la Banque mondiale, le FEM, l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), le PNUD, DANIDA, la Commission du Mékong, le ministère britannique pour le développement international (DFID), l'Agence de l'environnement, ainsi que de nombreux gouvernements et sociétés de conseil.

Il est par ailleurs rédacteur en chef de *Fisheries Management and Ecology*, membre de l'Institute of Fisheries Management et écologiste convaincu. Il a été le récipiendaire, en 2012, de l'International Fisheries Science Prize, qui lui a été remis pour saluer l'ensemble de sa contribution aux sciences halieutiques et à la préservation des ressources halieutiques (ce prix n'est remis qu'une fois tous les 4 ans par le World Council of Fisheries Societies), ainsi que d'un doctorat honoraire que lui a délivré la Michigan State University pour services rendus aux pêches dans les eaux intérieures. En 2008, il a reçu le prix de l'American Fisheries Society pour sa contribution exceptionnelle à la gestion des pêches internationales dans les eaux intérieures.

Un curriculum vitae abrégé du professeur Cowx figure à l'appendice 2.

1.2. Contexte

Dans l'affaire relative à la *Construction d'une route*, volume I, section 2.31, du mémoire du Nicaragua (2012) et volume I, chapitre II, section B, de la réplique du Nicaragua (2014), le Nicaragua a formulé diverses assertions concernant les conséquences écologiques pour le fleuve San Juan du projet de construction de la route 1856. En 2011, il a affirmé que «la route porte gravement atteinte à l'environnement et aux droits du Nicaragua», et que «s'il n'y est pas mis un

terme, le projet aura des conséquences irréversibles et profondes sur le plan écologique et environnemental»⁵⁸. Dans ce même document, le Nicaragua a poursuivi en précisant la nature de l'impact écologique dans deux des sept conséquences énumérées :

«3. Répercussions sur les ressources hydrologiques, en particulier sur la pêche, du fait de la détérioration de la qualité de l'eau.

7. Appauvrissement ou altération de la vie aquatique dus à la turbidité des eaux résultant de la présence de sédiments liée à la construction de la route.»

Dans les annexes de la réplique déposée en août 2014, le Nicaragua a présenté des éléments portant sur les dommages écologiques causés, selon lui, au fleuve San Juan par la construction de la route. Les documents en question sont les suivants :

- Annexe 1 de la réplique du Nicaragua : rapport établi par M. G. Mathias Kondolf, intitulé «Erosion et dépôt de sédiments de la route 1856 dans le fleuve San Juan», juillet 2014 (le *rapport Kondolf 2014*) ; et
- Annexe 4 de la réplique du Nicaragua : rapport établi par Mme Blanca Ríos Touma, intitulé «Répercussions écologiques de la route 1856 sur le fleuve San Juan, Nicaragua», juillet 2014 (le *rapport Ríos*).

Le présent rapport propose une évaluation d'expert indépendant sur les questions soulevées par le Nicaragua en ce qui concerne l'impact de la construction de la route sur le biote aquatique du fleuve San Juan et les éléments avancés dans le rapport Kondolf 2014 et le rapport Ríos.

Le présent rapport n'entend pas formuler de commentaires sur les questions de planification ou de construction, qui ne relèvent pas de l'expertise de l'auteur. Il porte sur l'examen des preuves écologiques avancées dans le rapport Kondolf 2014 et le rapport Ríos à l'appui de l'allégation selon laquelle le fleuve San Juan, au Nicaragua, aurait subi des dommages écologiques. Les éléments fournis dans le rapport Kondolf et le rapport Ríos portent principalement sur les communautés et assemblages de poissons et de macroinvertébrés, ainsi que sur leur vulnérabilité à des niveaux élevés et variables de concentration et de charge de sédiments en suspension. Pour répondre aux allégations portées par le Nicaragua, le présent rapport s'attachera en priorité à ces aspects de l'écologie aquatique du San Juan. La prise en compte des preuves d'impact sur l'écologie aquatique au Costa Rica présentées en 2013 par le professeur Thorne dans son diagnostic environnemental a pour seul but de faciliter l'appréhension des dommages susceptibles d'avoir été causés au fleuve San Juan. Le présent rapport reprend et exploite les observations pertinentes formulées par Arturo Angulo Sabaja et Bernal Pacheco dans les rapports qu'ils ont produits en 2014, respectivement sur la question des poissons et sur celle des macroinvertébrés.

2. Poissons et pêches

2.1. Informations contextuelles concernant le biote aquatique du fleuve San Juan

Le climat du bassin du fleuve San Juan, au sud du lac Nicaragua, se caractérise par de fortes précipitations tout au long de l'année, mais surtout durant la saison des pluies. Le débit du San Juan se trouve ainsi relativement élevé entre les mois de juillet et de décembre, et plus faible de mars à mai. Le «flood pulse concept» représente ainsi l'un des facteurs clés des processus

⁵⁸ Mémoire du Nicaragua, par. 2.31, renvoyant à la note diplomatique MRE/DVS/VJW/0685/12/11 en date du 10 décembre 2011 adressée au ministre des affaires étrangères du Costa Rica par son homologue nicaraguayen, MN, annexe 16.

écologiques typiques des cours d'eaux tropicaux de la région (Junk et consorts, 1989 ; Junk, 2000), auquel les biotes sont parfaitement adaptés (Bussing, 2002). En aval du lac Nicaragua, des affluents se jettent dans le cours principal du fleuve de part et d'autre du bassin. Les principaux affluents depuis le sud, c'est-à-dire depuis le Costa Rica, prennent leurs sources dans des montagnes volcaniques tectoniquement actives, et traversent principalement de hauts plateaux avant leur confluence avec le San Juan. Les affluents du nord irriguent des bassins moins importants et au relief moins élevé. Dans les montagnes, les cours d'eau de rang inférieur sont caractérisés par des charges élevées de sédiments en raison de phénomènes d'érosion des terres en amont particulièrement significatifs durant la saison des pluies. Le fleuve San Juan à proprement parler, qui draine le lac Nicaragua, présente lui aussi une charge sédimentaire naturellement élevée, alimentée en grande partie par ses affluents, en particulier ceux qui dévalent des montagnes situées au sud du fleuve. Le San Juan bifurque à Delta Costa Rica et ses eaux et charges sédimentaires se déversent dans des proportions inégales sur deux sites : une petite partie se dirige vers la baie de San Juan del Norte, au Nicaragua, tandis que la majeure partie s'écoule dans l'estuaire du fleuve Colorado, au Costa Rica (PROCUENCA-San Juan, 2004).

Le pH des eaux fluviales de la région est habituellement compris entre 6,5 et 7,4, et sa dureté totale entre 25 et 70 mg/l (Bussing, 2002). Même si nombre des cours d'eau de la région alimentent des bassins altérés par le développement (c'est-à-dire, par la déforestation, l'agriculture, l'urbanisation et la pollution domestique et industrielle), la qualité des eaux des cours d'eau du Costa Rica est globalement élevée et ne représente que rarement un facteur déterminant au regard de la répartition des espèces de poissons.

2.2. Diversité biologique des poissons dans la région (Bussing (2002) et Angulo Sibaja (2014))

Un certain nombre d'études ont été menées au sujet des pêches du Costa Rica. En règle générale, la diversité est relativement faible si on la compare à celle des régions subtropicales, probablement en raison de la convergence d'espèces néotropicales en provenance des continents sud- et nord-américains et de caractéristiques géographiques qui limitent la colonisation. L'ichtyofaune des cours d'eau de la région est caractérisée par quelques espèces issues d'une grande variété de familles, ce qui laisse à penser que certaines niches écologiques ont été intensivement exploitées. Ainsi, dans le bassin de la rivière Térraba, Rojas et Rodriguez (2008) ont dénombré 33 espèces issues de 14 familles de poissons, parmi lesquelles les Cichlidés (n = 5), les Characidés (n = 4) et les Poeciliidés (n = 3) sont les plus représentées. Les auteurs ont démontré que les variables environnementales telles que la température, la teneur en oxygène dissous, la saisonnalité (hiver-été) et la proximité de la mer constituaient les déterminants clés de la structure et de la composition des communautés de poissons de ce bassin. En dépit de la production sédimentaire élevée du bassin hydrographique - 404 t/km²/an (Bonatti et consorts, 2005), Rojas et Rodriguez (2008) n'ont constaté aucun effet mesurable de la concentration ou de la charge de sédiments en suspension sur la dynamique et la structure des populations de poissons présentes dans le bassin hydrographique de la rivière Térraba. Ce constat a été le même pour la rivière Frio et ce, en dépit d'une production de sédiments encore plus élevée dans ce bassin - 897 t/km²/an (Ortin et consorts, 2009). Au total, 52 espèces ont été dénombrées dans la rivière Frio (Angulo et consorts, 2013), les Cichlidés (n = 15), des Poeciliidés (n = 9) et Characidés (n = 8) constituant les familles dominantes en termes de nombre total d'espèces et d'abondance relative (Garita & Angulo 2009, Saenz et consorts, 2009).

Villegas (2011) est parvenu à des conclusions similaires en ce qui concerne l'abondance des espèces de poissons dans les cours d'eau de la région du sud-ouest et de la côte pacifique du Costa Rica, concluant que des fluctuations des conditions environnementales, notamment des charges et des taux de concentration de sédiments en suspension, étaient normales pour ces écosystèmes dynamiques et n'avaient aucune incidence sur l'abondance, la richesse, la répartition et la diversité des espèces de poissons.

Les productions sédimentaires importantes de ces bassins hydrographiques sont le fruit combiné de facteurs géologiques (notamment, l'activité tectonique), d'un relief escarpé, des modes d'occupation des terres et des précipitations (Ortin *et consorts*, 2009). Les charges de sédiments sont non seulement élevées, mais aussi extrêmement variables. Ainsi, Tiffer-Sotomayor (2005) a fait état de hausses spectaculaires des concentrations moyennes du total des matières en suspension, des matières dissoutes, et de la concentration en sédiments en suspension, avec des flux pouvant varier d'un niveau de base de 120 mg/l à des taux de 6000 mg/l en période d'inondation pour le bassin de l'Aranjuez (dans la région de Pacifique central du Costa Rica), ainsi que pour d'autres bassins du pays, notamment ceux des rivières Reventazon, San Carlos et Sarapiquí (PROCUENCA-San Juan, 2004, Jimenez *et consorts*, 2005). Il convient ici de souligner que, dans ces bassins hydrographiques caractérisés par des taux élevés de concentration en sédiments en suspension, les assemblages de poissons se composent d'espèces ou de groupes d'espèces similaires à ceux que l'on retrouve dans le fleuve San Juan (Bussing, 2002 ; Rojas & Rodriguez, 2008 ; Saenz *et consorts*, 2009 ; Angulo *et consorts*, 2013).

En résumé, au terme d'un premier examen des publications pertinentes en la matière, il semble que l'ichtyofaune des cours d'eau de la région soit parfaitement adaptée aux fluctuations existantes des conditions environnementales, notamment en ce qui concerne les productions sédimentaires élevées, ou encore les charges et concentrations de sédiments en suspension élevées des bassins hydrographiques, notamment durant la saison humide.

Bien qu'aucune information relative à l'ichtyofaune du fleuve San Juan n'ait été relevée dans ces documents, l'ichtyofaune évoquée dans les publications examinées comprend des espèces ou groupes d'espèces similaires à ceux que l'on trouve dans le San Juan. Il n'est rien de surprenant à cela, compte tenu des similitudes topographiques et hydrologiques de ces rivières, ainsi que de la biogéographie (processus de colonisation et de répartition) de la région. Il semble donc a priori probable que l'ichtyofaune du fleuve San Juan soit, elle aussi, parfaitement adaptée aux fluctuations saisonnières des conditions environnementales, notamment en ce qui concerne les productions sédimentaires et les charges et concentrations élevées de sédiments en suspension des bassins hydrographiques concernés.

2.3. Diversité des espèces de poissons dans le fleuve San Juan

En ce qui concerne les espèces de poissons, les assemblages existants au Costa Rica et, en particulier, dans le fleuve San Juan, ont été décrits en détail par Bussing (2002), ainsi que par Angulo *et consorts* (2013). L'ichtyofaune du San Juan est le fruit d'une convergence d'assemblages d'espèces nord- et sud-américaines (Bussing, 2002 ; Angulo *et consorts*, 2013). Au total, 81 espèces ont été identifiées dans le bassin du fleuve San Juan, dont 54 espèces exclusivement dulcicoles (appendice 1). La faune est dominée par les Cichlidés ($n = 17$), les Poeciliidés ($n = 13$) et les Characidés ($n = 9$). Aucune espèce n'est endémique du bassin hydrographique du San Juan. Les caractéristiques et tolérances écologiques des principales familles de poissons sont récapitulées dans le tableau 1, ci-après.

On retrouve une configuration similaire en termes de diversité et des niveaux élevés de transport sédimentaire dans les bassins adjacents au macro-bassin du San Juan, dans lesquels les valeurs de production sédimentaire excèdent les 600 t/km²/an (PROCUENCA-San Juan, 2004). Ainsi, au niveau de la station Terron Colorado, située sur le fleuve San Carlos, la production sédimentaire du bassin a été évaluée à 817 t/km²/an (PROCUENCA-San Juan, 2004). Dans le bassin du San Carlos, Bussing (2002) et Angulo *et consorts* (2013) ont recensé 54 espèces de poissons. Cette fois encore, les Cichlidés ($n = 15$), les Poeciliidés ($n = 10$) et les Characidés ($n = 8$) sont les plus abondants.

La plupart des espèces de poissons recensées dans le San Juan sont de petite taille (tableau 1, ci-dessous) et ne dépassent pas les 20 cm de longueur. Pour cette raison, les espèces dulcicoles indigènes font l'objet d'une pêche commerciale qui demeure marginale (Bussing, 2002). Certains Cichlidés (le gros *Parachromis*, connu localement sous le nom de «guapote») ainsi que le tarpon (*Megalops atlanticus*), le Brycon (un Characidé), le mullet (*Joturus pichardi*), le robalo (*Centropomus*) et le roncador (*Pomadasy*) font l'objet d'une pêche commerciale, mais la majorité de ces espèces sont d'origine marine, non dulcicole.

Tableau 1 : Caractéristiques écologiques des principales familles de poissons dulcicoles recensées dans le fleuve San Juan (source : Bussing, 2002 ; FISHBASE et références y contenues).

Famille	Nom vulgaire	Caractéristiques
Atherinidae	Crayon d'argent	Poisson vivant en bancs, source d'alimentation importante pour les gros poissons.
Centropomidae	Brochet de mer	Poisson carnivore, principalement piscivore. Important pour la pêche sportive et commerciale.
Characidae	Characin, tétra	Petit poisson argenté vivant en bancs, parfois de couleur vive. On les trouve dans des habitats très variés, tels que marécages, grands lacs ou petits cours d'eau acides. La plupart sont carnivores, mais certains se nourrissent principalement de plantes. Les œufs sont frayés librement dans l'eau, souvent parmi la végétation ; toutefois, pour certaines espèces, la fertilisation interne est de mise et les poissons s'occupent des œufs et des jeunes poissons. Certaines espèces entreprennent de longues migrations pour aller frayer.
Cichlidae	Cichlidés	On les trouve dans les plans d'eau, ainsi que le long des berges des rivières ou des rives des lagunes, où ils vivent à proximité de zones rocheuses et de la végétation. La plupart des Cichlidés du Costa Rica sont accoutumés au milieu lacustre et aux rivières ; seule une espèce indigène, dénommée <i>Vieja maculicauda</i> , vit habituellement dans les eaux saumâtres proches de la mer, ou à proximité de cette dernière. On ne les trouve pas à haute altitude, et leur diversité est la plus importante en dessous de 100 m d'altitude. La majorité des espèces se nourrissent d'insectes et de détritits ; cependant, l'espèce indigène connue sous le nom de «guapote» (le <i>Parachromis</i>), piscivore, est particulièrement recherchée par les pêcheurs en raison de sa taille, de sa combativité et de son goût très apprécié.
Eleotridae	Gobie dormeur	Particulièrement abondant dans les estuaires et les embouchures de rivières ; certaines espèces vivent dans les cours d'eau. La plupart sont des espèces benthiques. En règle générale, les œufs, de petite taille et dotés de propriétés adhésives, sont déposés sur des pierres préalablement nettoyées par les parents ; le mâle prend soin des œufs en brassant l'eau environnante avec ses nageoires pectorales.
Pimelodidae	Poisson-chat à longues moustaches	Espèces benthiques, nocturnes en règle générale ; elles cherchent refuge entre les racines et dans la végétation, et fuient la lumière du jour. La plupart des espèces sont omnivores et se nourrissent d'insectes aquatiques, vers et autres matières organiques. La période de reproduction s'étale durant les premières pluies d'avril et de mai ; les Pimélodidés profitent de la turbidité des eaux pour

		remonter le courant et frayer dans des cours d'eau de plus petite taille ; en périodes de pluies torrentielles, il n'est pas rare que des œufs se retrouvent dans les champs ou les fossés, avant d'échouer dans l'herbe à la récession des eaux de pluie. Les femelles déposent leurs œufs sur la végétation aquatique où ils sont fertilisés, puis se développent.
Poeciliidae	Ovovivipares	La plupart des ovovivipares vivent dans des flaques, ou des rivières peu profondes de faible courant et à la végétation abondante. Certaines espèces vivent dans les eaux saumâtres des embouchures des cours d'eau ; d'autres se sont adaptées aux eaux cristallines et froides des ruisseaux de montagne. A l'exception du <i>Belonesox belizanus</i> , piscivore, la plupart des Poeciliidés se nourrissent d'insectes, d'algues et de sédiments riches en matières organiques et en micro-organismes. Certaines sont vendues salées et séchées aux fins de consommation humaine. Cette famille comprend quelques-unes des espèces de vertébrés les plus petites et les plus polymorphiques.
Rivulidae	Cyprinodonte ovipare	Certaines espèces tolèrent des conditions extrêmes, telles que des températures de plus de 40° C ou des salinités près de deux fois supérieures à celle de l'eau de mer. Les œufs sont déposés dans des substrats amenés à se dessécher ; résistant à la dessiccation, les œufs éclosent à l'arrivée des pluies.

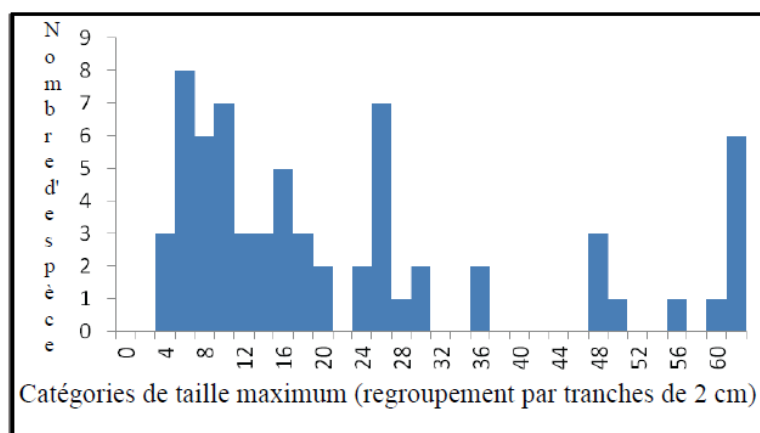


Figure 1 : Poissons du fleuve San Juan : répartition en fonction de la taille maximum (source : Bussing (2002) et FISHBASE)

Les espèces de poissons recensées dans le San Juan sont majoritairement insectivores, herbivores et détritivores (appendice 1), en particulier les jeunes poissons ; certaines ont néanmoins d'autres habitudes alimentaires (par exemple, le *Roeboides bouchellei*, qui est lépidophage). On trouve toute sortes d'espèces piscivores (Bussing, 2002), notamment les «guapotes» (*Parachromis dovii* et *P. managuensis*, Cichlidae), le «pepesca gaspar» *Belonesox belizanus* (Poeciliidae), le *Bramocharax bransfordii* (Characidae), les «barbudos» (*Rhamdia*) et l'orphie (*Atractosteus tropicus*), pour la plupart d'origine marine et faisant l'objet d'une pêche commerciale (Bussing, 2002).

Plusieurs de ces espèces (notamment, le *Parachromis*, le *Belonesox belizanus* et l'*Atractosteus tropicus*) sont particulièrement abondantes dans les milieux lenticques (c'est-à-dire les eaux stagnantes ou mortes) à fortes concentrations en matières en suspension et niveau élevé de turbidité (Bussing, 2002, Garita & Angulo, 2009, Saenz *et consorts*, 2009). Ainsi que l'ont suggéré Chesney (1993) et Berry et Hill (2003), ces espèces pourraient être tolérantes, voire même adaptées, dans une certaine mesure, à des niveaux élevés de sédiments. En effet, d'aucuns suggèrent que certains poissons piscivores et insectivores sont dans de meilleures conditions pour fourrager lorsque le niveau total des matières en suspension et de la concentration en sédiments en suspension, et donc la turbidité, sont élevés et rendent plus difficile la détection du prédateur par sa proie (Chesney, 1993, Berry et Hill, 2003).

Un petit nombre d'espèces sont considérées comme vulnérables ou menacées dans le fleuve San Juan (**tableau 2**). Ces espèces ont été touchées principalement par une réduction de leur habitat, due à la déforestation et à la dégradation de leur habitat, notamment causée par la pollution (Bussing, 2002).

Tableau 2 : Statut de conservation des espèces de poissons recensées dans le San Juan (source : Bussing 2002 ; Environmental Diagnosis Assessment 2014)

Famille	Espèce	Statut de conservation	
		Sur le plan national	UICN
Carcharhinidae	<i>Carcharhinus leucas</i>	Limité	NT
Centropomidae	<i>Centropomus undecimalis</i>	Limité	
Characidae	<i>Hyphessobrycon tortuguerae</i>		LC
Cichlidae	<i>Parachromis friedrichsthalii</i>		LC
Megalopidae	<i>Megalops atlanticus</i>		VU A2bd
Pristidae	<i>Pristis pectinata</i>	Limité	CR A2cd
Pristidae	<i>Pristis perotteti</i>	Limité	CR A2abcd
Rivulidae	<i>Rivulus isthmensis</i>	En danger	
Poeciliidae	<i>Brachyrhaphis olomina</i>	Moins commun	
Mugilidae	<i>Agonostomus monticola</i>	Menacé	
Mugilidae	<i>Joturus pichardi</i>	Moins commun	

2.4. Réponses à la réplique du Nicaragua sur la question des poissons

Les documents présentés à l'appui de la réplique du Nicaragua formulent d'autres allégations en ce qui concerne les stocks de poisson du fleuve San Juan et la façon dont ils auraient été touchés par ce que le Nicaragua a qualifié de «pollution», soi-disant causée par des augmentations des charges sédimentaires, ainsi que de la concentration en sédiments suspendus du fait de la construction de la route. La présente section examinera la pertinence et la validité de ces assertions et des éléments en ce sens présentés dans l'annexe I du volume II de la réplique, eu égard aux dommages écologiques et à la perturbation de l'écosystème du San Juan qui auraient été causés.

Dans son rapport daté de 2014, M. Kondolf fait état de ce qui suit :

«L'apport accru de sédiments grossiers (graviers, sable) au fleuve peut provoquer son alluvionnement et l'ensevelissement d'habitats aquatiques importants (USDA Forest Service 1999, Ziemer et Lisle 1992, Madej et Ozaki 2009). L'apport accru de sédiments fins (argile, vase, sable), quant à lui, peut provoquer :

- la réduction des échanges entre le cours d'eau et les eaux souterraines peu profondes en raison de l'obstruction du lit par le gravier et le sable ;
- l'ensevelissement et la perte de la végétation aquatique ;
- l'accroissement de la turbidité qui se traduit par une diminution de la pénétration de la lumière et, par conséquent, par une baisse de la productivité primaire qui peut influencer sur la chaîne alimentaire ;
- la perte du périphyton avec des effets sur la chaîne alimentaire ;
- la perte ou la diminution de la population des macroinvertébrés ;
- l'infiltration de fins sédiments dans le substrat de graviers autrefois propre, lequel constitue un habitat indispensable aux macroinvertébrés, aux poissons juvéniles et à d'autres organismes ;
- l'obstruction et l'endommagement des branchies des poissons dus à la forte concentration de sédiments en suspension ;
- la réduction de la capacité des poissons de guérir de leurs blessures ;
- l'interruption de la reproduction de certains poissons consécutive à l'endommagement des œufs ou à l'étouffement des larves et/ou au bouleversement du comportement reproducteur des poissons (par exemple, la reconnaissance visuelle avant accouplement) ;
- l'altération, en raison de la visibilité réduite, de la capacité de certains poissons à trouver de la nourriture ;
- la modification de l'équilibre des espèces de poissons vivant à un endroit donné.

(Voir notamment : Wood et Armitage 1997, Yamada et Nakmura 2002, Cederholm *et al.* 1981, Petts 1984a, Brookes 1986, Van Nieuwenhuysse et Laperriere 1986, Henley *et al.* 2000, Kemp *et al.* 2011).»

Ces affirmations ne sont qu'une synthèse de publications portant sur les interactions entre poissons et sédiments et n'ont pas été replacées dans le contexte du biotope aquatique et des processus écosystémiques du fleuve San Juan avant, pendant et après la construction de la route. Pour que cette énumération prenne un sens, chacun des facteurs avancés devrait être mis en correspondance avec chacune des espèces de poissons recensées dans le San Juan et avec son habitat et ses tolérances environnementales ; il ne suffit pas d'insinuer que ces répercussions génériques s'appliquent à ce fleuve et à la présente situation.

Des charges de sédiments et des niveaux de concentration en sédiments en suspension élevés et variables peuvent se produire naturellement en fonction des schémas météorologiques saisonniers, tout comme ils peuvent parfois être causés par une modification à grande échelle d'un bassin hydrographique liée à des plans d'expansion ou d'intensification agricole, ou encore de déforestation (Collins *et consorts*, 2011, Kemp *et consorts*, 2011).

Dans les cours d'eau dont les charges sédimentaires sont naturellement élevées, en particulier durant la saison des pluies, les espèces et les communautés de poissons sont parfaitement adaptées au régime sédimentaire en place. Aux quatre coins du monde, il existe d'innombrables exemples de cours d'eau charriant des charges sédimentaires extrêmement élevées durant la saison humide dans lesquels s'épanouissent des populations de poissons diverses et abondantes (notamment, Lowe- McConnell, 1977, Payne, 1986, Welcome, 2001, et références correspondantes).

Dans ce contexte, en 2002, Bussing a affirmé que l'érosion du bassin du San Juan est un phénomène naturel et que les poissons de la région sont bien adaptés à la turbidité importante liée aux inondations de la saison des pluies. Ceci dit, si l'érosion du bassin hydrographique s'est accélérée au cours de la décennie qui s'est écoulée depuis la publication de cette étude, cela pourrait avoir un impact négatif sur certaines espèces, directement (par exemple, de par l'encombrement des lamelles branchiales des poissons) et/ou indirectement (par exemple, de par la réduction de la productivité et l'abaissement de la diversité de l'habitat nécessaires au maintien d'une ichtyofaune diverse et abondante).

Selon moi, la production de données multi-décennales fiables portant sur la production de sédiments et la charge sédimentaire (ainsi que sur leur dispersion saisonnière) du bassin du fleuve San Juan s'impose à quiconque voudrait établir que l'érosion du bassin hydrographique (due au développement économique ou à toute autre modification de l'usage des terres du bassin) a augmenté suffisamment pour avoir un impact sur les espèces de poissons qui peuplent le San Juan. A ma connaissance, aucune étude de cette nature n'existe pour le fleuve San Juan.

Néanmoins, il n'est pas un secret que la concentration, la durée d'exposition, la composition et la taille des particules de la charge sédimentaire ont une incidence importante sur un biote donné (Chapman *et consorts*, 2014). Les charges de sédiments fins sont connues pour avoir des répercussions directes et indirectes sur les poissons dulcicoles, avec des taux de survie très variables d'une espèce à l'autre d'une même famille ; c'est la raison pour laquelle nombre des espèces qui vivent dans des cours d'eau à charge sédimentaire naturellement élevée et variable sont parfaitement adaptées à ces conditions (Kemp *et consorts*, 2011, et publications correspondantes). Ce point a été relevé dans le rapport Thorne 2013 (appendice A du contre-mémoire du Costa Rica) et contredit dans le rapport Kondolf 2014 (je reviendrai sur ce point de désaccord une fois examinés les éléments qui ont été présentés).

Il est admis qu'une hausse de la concentration de matières fines en suspension peut entraîner un encombrement des lamelles branchiales des poissons ou contribuer à une contamination des eaux (Collins *et consorts*, 2011) susceptible de provoquer une hausse de la mortalité chez les poissons (Buermann *et consorts*, 1997, Lake & Hinch, 1999) ; toutefois, un déclin de l'abondance n'a que rarement été constaté (Chapman *et consorts*, 2014). Les pertes peuvent également être dues à des événements naturels et localisés ; ainsi, une augmentation soudaine et massive du taux

de mortalité chez les poissons surnommée «borrachera» se produit presque chaque année vers le milieu du parcours du Pilcomayo (région du Gran Chaco) au début de la saison des pluies. Ce phénomène est imputable aux concentrations exceptionnellement élevées en sédiments en suspension (supérieures à 100 g/l) qui provoquent l'obstruction des branchies de certaines espèces de poissons particulièrement vulnérables (Swinkels *et consorts*, 2012), sans pour autant que la communauté des poissons dans son ensemble s'en ressente et ce, du fait de sa résilience aux phénomènes de concentration extrême en sédiments en suspension (Buermann *et consorts*, 1997, Lake & Hinch, 1999, Swinkels *et consorts*, 2012, Chapman *et consorts*, 2014).

Je vais maintenant aborder en détail d'autres questions soulevées par mon examen de la documentation en la matière, en réponse aux arguments avancés dans le rapport Kondolf 2014.

M. Kondolf conteste les déclarations formulées dans le contre-mémoire (2013) du Costa Rica selon lesquelles «*un sédiment n'est pas un polluant. L'apport de sédiments à un fleuve tel que le San Juan est un processus naturel qui s'avère essentiel à la vie du fleuve. Ce processus est généralement considéré comme bénéfique (contre-mémoire du Costa Rica, par. 3.4)*». Le Costa Rica renvoie à un article de M. Kondolf (voir contre-mémoire du Costa Rica, note n° 128). Contestant ces déclarations, M. Kondolf affirme ce qui suit dans la section 8 de son rapport 2014 :

«Ces affirmations sont incorrectes. Même si les fleuves ont une charge solide naturelle et que l'élimination de ces sédiments au moyen d'un barrage construit en amont peut avoir des impacts sur le chenal en aval (question qui constitue le thème de mon article de 1997), cette constatation ne vaut pas pour l'augmentation de l'apport sédimentaire consécutif à des activités humaines. En pareil cas, en effet, les sédiments sont considérés comme une source de pollution par les organismes de réglementation et les organisations internationales voués à la protection de l'environnement. Cela est dû au fait que les contributions sédimentaires artificielles à des masses d'eau peuvent avoir un effet nocif sur la qualité de l'eau, la vie aquatique et les autres récepteurs.»

Même si je dois convenir que l'élimination ou l'augmentation de la charge en sédiments d'une masse d'eau donnée peut être nuisible à la vie aquatique, M. Kondolf ne propose pas le moindre élément susceptible de permettre de déterminer la différence qui existerait entre un apport sédimentaire d'origine naturelle et un apport d'origine non naturelle à la charge sédimentaire du San Juan, pas plus qu'il ne fournit la moindre preuve directe de ce qu'une quelconque charge sédimentaire d'origine non naturelle serait le résultat exclusif de la construction de la route. Concernant cette dernière, il semble plus que nécessaire de distinguer l'apport d'une charge «non naturelle» dû à la construction d'une route et celui causé, par exemple, par une modification de l'utilisation de terres des bassins hydrographiques qui alimentent le lac Nicaragua et le San Juan.

Cette distinction est importante, en ce qu'il est généralement admis que les panaches sédimentaires charriés jusqu'aux eaux côtières enrichissent la productivité primaire et, en bout de ligne, la productivité des poissons (Rose & Summers, 1992, Houde et Rutherford, 1993, Nixon & Buckley, 2002, Lane *et consorts*, 2004, Wissell et Fry, 2005, Piazza et La Peyre, 2007, Kimmerer *et consorts*, 2009). Une production accrue de sédiments en provenance du San Juan serait donc susceptible d'augmenter la productivité des pêches dans la région des Caraïbes, en particulier la pêche côtière aux abords des exutoires des cours inférieurs du San Juan et du Colorado. Un même scénario s'applique aux systèmes en eaux douces, bien qu'il ait été moins étudié. Les preuves les plus solides de cette productivité accrue ont été présentées dans le cas du Tonlé Sap, dans le bassin du Mékong ; Kumm et consorts (2005, 2007, 2010) ont ainsi démontré la réalité d'un lien fort et positif entre charge sédimentaire et productivité des pêches.

A la page 64 du rapport Kondolf 2014, il est fait état de ce qui suit :

«L'accroissement de la turbidité a eu des conséquences importantes sur les cichlidés, dont beaucoup ont recours à la vision pour s'assurer une aire d'alimentation, trouver un partenaire en vue d'un accouplement ou défendre leur progéniture. Certaines espèces de cichlidés changent de comportement en fonction des niveaux de turbidité (Gray *et al.* 2012).»

Pour illustrer son propos, M. Kondolf a tiré des exemples de Seehausen *et consorts* (1997), selon lesquels la turbidité joue dans le choix des partenaires, rend plus flexible le processus de sélection sexuelle et contrarie les mécanismes de l'isolement reproductif ; il s'est par ailleurs appuyé sur d'autres exemples de mécanismes de spéciation visuelle observés chez certains Cichlidés d'Amérique centrale (Barluenga & Meyer, 2004, Geiger *et consorts*, 2013).

Toutefois, j'estime que ces exemples ont été entièrement sortis de leur contexte et sont sans rapport avec le cas du San Juan. Seehausen *et consorts* (1997) ont étudié le processus de sélection chez de multiples espèces d'hapochromis (une famille de Cichlidés comptant entre 300 et 500 espèces) du lac Victoria pour lesquelles la clarté des eaux tout au long de l'année est indispensable à l'identification de leurs partenaires, aux couleurs très spécifiques. Dans cet exemple, la concentration anormalement élevée en sédiments en suspension n'avait pas mis à mal la clarté de l'eau qui, en revanche, était perturbée par un processus d'eutrophisation générant une densification algale empêchant la lumière de passer, c'est-à-dire un phénomène totalement différent. Les espèces de Cichlidés vivant dans les eaux chargées de limon à niveaux élevés et variables de concentration en sédiments en suspension sont différentes de celles du lac Victoria en ce qu'elles se sont adaptées au phénomène d'isolement reproductif par ségrégation d'habitat. Dans le San Juan, les espèces de Cichlidés occupent des habitats différents pour la reproduction, et rien ne prouve qu'une eau claire soit indispensable tout au long de l'année pour qu'elles puissent se reproduire.

Sur la même page, M. Kondolf avance également que :

«Chez un cichlidés non natif, *Oreochromis niloticus*, les niveaux élevés de turbidité provoquent une augmentation de la concentration de lysozyme dans le sang, ce qui peut être un indice de stress (Dominguez *et al.* 2005). Des cas de réduction de la croissance et du taux de survie ont été rapportés à des niveaux de turbidité comparativement supérieurs (Ardjosoediro et Ramnarine 2002). La réduction de la productivité primaire (une conséquence de l'augmentation des niveaux de turbidité) peut entraîner une baisse du rendement des poissons dans les bassins où la turbidité est relativement élevée (Teichert-Coddington *et al.* 1992).»

Tous ces exemples concernent des sites spécifiques, et toute espèce de poissons serait stressée par des conditions ambiantes défavorables.

Au bas de la page 64 de son rapport 2014, M. Kondolf évoque les poissons de la famille des Mugilidae en ces termes :

«Les poissons de la famille des mugilidés fraient généralement en mer et migrent longitudinalement dans les fleuves. Selon le stade de vie où ils sont arrivés, ils s'adaptent à différentes conditions environnementales et modifient leur habitat et leur régime alimentaire au fur et à mesure de leur développement. L'abondance relative des adultes et des juvéniles de l'espèce des mullets de montagne (*Agonostomus monticola*) dans le bassin du fleuve Térraba au Costa Rica pourrait être affectée par des différences de volume d'eau et de niveau de turbidité, car ces poissons ont besoin d'une eau bien oxygénée, vive et peu trouble (Cota Ribeiro et Umaña Villalobos 2010).»

La clé qui permet de décrypter l'erreur de raisonnement de cet exemple se trouve dans le nom vulgaire de cette espèce de *Mugiliidae*, à savoir, le mullet de montagne. Cette espèce spécifique de la famille des *Mugiliidae* est exceptionnelle en ce qu'on la trouve dans les cours d'eau de montagne. Contrairement à la plupart des autres espèces de *Mugiliidae*, celle-ci ne vit pas dans les grandes rivières de plaine. Les similitudes sont donc bien minces entre un torrent de montagne – où l'on trouve cette espèce – et le fleuve San Juan. Affirmer que la construction de la route aura un impact sur une espèce donnée de poissons est une chose, mais il est cependant indispensable d'apporter la preuve de la possibilité physique de ces faits pour appuyer l'argument avancé, par exemple sous forme d'une carte qui représenterait la répartition des mullets de montagne en regard de la route.

A la page 65 de son rapport 2014, M. Kondolf laisse à penser que les poissons de la famille des Poeciliidés seraient touchés car,

«[c]omme les cichlidés, bon nombre des poeciliidés utilisent des indices visuels pour trouver un partenaire et s'alimenter, de sorte qu'ils peuvent être perturbés par tout changement de la turbidité des eaux (Campos Valera 2013, Heubel et Schlupp 2006, Hubbs 1999)».

S'il est admis que de nombreuses espèces de Poeciliidés sont des prédateurs visuels d'insectes, certaines consomment des matières végétales et organiques et, par ailleurs, vivent en règle générale dans une végétation submergée dans des eaux calmes proches du littoral. Ce constat ressort de l'écologie des espèces recensées dans le San Juan (voir appendice 2). Ces deux groupes trophiques peuvent, certes, être perturbés par l'augmentation de la turbidité des eaux, mais la question essentielle a trait à l'habitat de ces espèces. Dans le bassin du San Juan, la plupart des ovovivipares (Poeciliidés) vivent dans des cours d'eau et ruisseaux dont la vitesse de courant est modérée ou faible, et/ou dans des eaux stagnantes, des flaques, des criques ou les berges des rivières, sur des substrats meubles (Bussing, 2002). Ces types d'habitats se trouvent plus souvent dans le cours ou les zones humides des affluents – ou à proximité – que dans le lit principal du San Juan. Il est peu probable que ces habitats des affluents et des zones humides nicaraguayens soient concernés par les éventuels apports sédimentaires dans le San Juan provenant de la route.

Parmi les espèces qui font l'objet d'une pêche commerciale dans le bassin, on trouve certaines espèces de Cichlidés (le gros piscivore *Parachromis*, localement appelé «guapote») le tarpon (*Megalops atlanticus*), le *Brycon* (un Characidé), le mullet (*Joturus pichardi*), le robalo (*Centropomus*) et le roncador (*Pomadasys*), d'origine marine pour la plupart. Malheureusement, l'absence de données sur les prises commerciales ou artisanales rend impossible toute évaluation d'un éventuel impact ; néanmoins, selon moi, il est peu probable qu'une modification marginale des charges ou des concentrations de sédiments en suspension puisse avoir un quelconque impact sur ces pêches. Si l'augmentation de la charge de sédiments en suspension devait néanmoins avoir un impact, celui-ci serait plus probablement bénéfique que néfaste aux pêches côtières, en raison de l'augmentation de l'apport en nutriments favorables à la reproduction primaire (Rose & Summers, 1992, Houde et Rutherford, 1993, Nixon & Buckley, 2002, Lane *et consorts*, 2004, Wissell et Fry, 2005, Piazza et La Peyre, 2007, Kimmerer *et consorts*, 2009).

2.5. Analyse et conclusions

Un certain nombre d'allégations ont été formulées dans le mémoire et la réplique du Nicaragua sur l'impact supposé des sédiments sur les poissons et les pêches du San Juan. Les déclarations présentées dans le rapport Kondolf 2014 à l'appui de ces allégations sont soit d'ordre trop général, soit fondamentalement faussées, soit elles constituent une interprétation erronée de la littérature scientifique en la matière. Les arguments avancés dans le rapport Kondolf 2014 ne sont pas étayés par la moindre preuve empirique qui proviendrait du San Juan, et les éléments tirés de publications sont souvent sortis de leur contexte.

Le San Juan présente un hydrogramme annuel avec, durant la saison humide, un «flood pulse» caractéristique des rivières tropicales ; de plus, sa charge de sédiments, naturellement élevée et variable, concorde avec cette donnée (Bussing, 2002). Les poissons du San Juan sont bien adaptés aux variations saisonnières des charges de sédiments (Bussing, 2002). Leurs cycles biologiques et leurs comportements sont programmés pour tirer profit de certains facteurs de stress environnemental et en éviter d'autres : par exemple, l'assemblage de poissons est adapté à un certain niveau de turbidité durant les inondations de la saison des pluies (Bussing, 2002). Cette conclusion va dans le sens des déclarations formulées dans le rapport Kondolf 2013, et à l'encontre des arguments mis en avant dans le rapport Kondolf 2014.

Aucune liste des principales espèces de poissons que l'on trouve dans les portions du fleuve attenantes à la route n'a été définie par les experts du Nicaragua, et la production d'une telle liste imposerait des recherches extrêmement poussées et l'utilisation d'équipements spécialisés. Quoi qu'il en soit, il est probable que ces populations soient dominées par des Cichlidés, des Poeciliidés et des Characidés. Ces espèces sont, en règle générale, de petite taille, sont de piètre valeur commerciale et ne figurent pas parmi les espèces menacées (liste rouge de l'UICN : <http://www.iucnredlist.org/initiatives/freshwater>).

La pêche côtière est sans doute plus productive que la pêche en eaux intérieures, principalement en raison de la pêche au brochet et de la pêche sportive du tarpon. Il est peu probable que ces pêches soient perturbées par une quelconque hausse des charges de sédiments et, au contraire, il n'est pas exclu qu'elles bénéficient de l'enrichissement des eaux côtières.

L'examen de la documentation existante, ainsi qu'une analyse approfondie des études citées dans le rapport Kondolf 2014, constituent la base de mon appréciation de l'affirmation générale de M. Kondolf, à la page 64 de son rapport, selon laquelle

«[L]es ouvrages scientifiques démontrent qu'une partie des espèces les plus communes dans le San Juan (énumérées dans Procuencia 2004 et dans le rapport de l'EDA reproduit à l'annexe 10), et notamment les cichlidés, certains mugiliidae et les poeciliidés, sont vulnérables à l'accroissement de la turbidité et de la concentration en sédiments en suspension».

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.

En conclusion, 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.

3. Macroinvertébrés

3.1. Introduction

La présente section a pour objet le réexamen des éléments présentés dans le rapport Ríos (2014) en ce qui concerne l'impact de la route sur les populations de macroinvertébrés du San Juan.

3.2. Examen du rapport établi par Mme Blanca Ríos Touma (2014), «Répercussions écologiques de la route 1856 sur le fleuve San Juan, Nicaragua» — le «rapport Ríos»

Le rapport Ríos présente les résultats d'un programme d'échantillonnage de macroinvertébrés mené sur les sites de 17 «deltas» situés sur les rives du San Juan. Neuf de ces sites se situent sur la rive sud, huit sur la rive nord.

Les échantillons de macroinvertébrés ont été recueillis à l'aide d'un filet en D (troubleau) sur une durée de prélèvement de 2 minutes. Outre le prélèvement de macroinvertébrés, le taux de chlorophylle *a*, la température de l'eau, le pH et les caractéristiques de la conductivité et du substrat (d16, d50, d84 indice de tri (d84/d16)) ont été relevés. Compte tenu de ce que certaines données primaires figurent dans le rapport, le lecteur sera en mesure d'explorer certains des processus directement consignés, bien que la dispersion mise en évidence dans le tableau 3 (valeurs minimum et maximum) semble déconseiller cette approche.

Les mesures suivantes relatives aux populations de macroinvertébrés ont été utilisées comme variables dépendantes dans une série d'analyses statistiques

- richesse taxonomique,
- abondance,
- nombre de taxons EPT,
- abondance des EPT.

Les résultats présentés indiquent que les chiffres des indicateurs suivants étaient notablement inférieurs sur la rive sud que sur la rive nord du fleuve :

- chlorophylle *a*,
- richesse (nombre de taxons),
- abondance.

Cependant, il convient de noter que les chiffres correspondant à la richesse taxonomique (inférieurs à 10 sur tous les sites) et à l'abondance (en moyenne, moins de 100 spécimens individuels par échantillon) sont bas et variables (voir les valeurs minimum et maximum présentées dans le tableau 3, ainsi que les données représentées sur l'axe Y des figures 8 et 9 du rapport Ríos).

Les valeurs moyennes des indicateurs suivants de la communauté des macroinvertébrés étaient plus élevées sur la rive nord du fleuve, bien que cette différence ne soit pas statistiquement significative :

- richesse en EPT,
- abondance des EPT,

— abondance des déchetiers,

— abondance des collecteurs.

Compte tenu des niveaux de richesse et d'abondance relativement faibles mentionnés ci-dessus, je pense que les chiffres plus élevés relevés sur la rive nord en matière de richesse et d'abondance des EPT, ainsi que d'abondance de déchetiers et de collecteurs sont potentiellement trompeurs et ne sauraient constituer une base suffisamment fiable pour pouvoir affirmer que les milieux et habitats diffèrent entre les rives sud et nord du San Juan.

Quoi qu'il en soit, d'autres raisons encore moins contestables me font dire que c'est avec précaution qu'il convient de traiter les résultats de cette étude.

Premièrement, les données énumérées dans le tableau 1 du rapport Ríos (ici reproduit au tableau 3) montrent que, pour 6 des 8 «paires» de deltas étudiées (1A, 2A, 3A, 6A, 7A et 8A), l'altitude des bassins versants des deltas au sud du fleuve est moindre que pour ceux de la rive nord.

Tableau 3 : Tableau 1 du rapport Ríos. Les points «A» correspondent aux deltas formés sur la rive sud du San Juan, les points «B» aux deltas formés sur la rive nord.

Point	Long.	Lat.	Aire approximative de drainage (en km ²)
1A	-84.35933333300	10.99698500000	1.5
1B	-84.29281034980	10.91394448280	25
2A	-84.28382000000	10.89443000000	0.25
2B	-84.28700359230	10.90482145620	1.5
3A	-84.28213166700	10.89327333300	0.1
3B	-84.26302965570	10.89231645490	0.4
4A	-84.26815310670	10.89182263050	6.8
4B	-84.28559759790	10.90077234720	10
5A	-84.35409933930	10.99030940540	1
5B	-84.21508833300	10.84640666700	0.4
6A	-84.27846253600	10.89264772500	0.4
6B	-84.21835833300	10.86338000000	0.7
7A	-84.27767348230	10.89269348540	0.2
7B	-84.23483789070	10.87701472010	0.4
8A	-84.26354020910	10.89096424330	0.5
8B	-84.24867105280	10.88897071090	1.6
9A	-84.23740666700	10.87652500000	4.8

Calculs basés sur des cartes topographiques existantes

Cet aspect est essentiel, car la taille des bassins affluents joue sur la quantité, la qualité et la variation dans le temps des eaux, des sédiments et des nutriments qui se retrouvent dans les deltas, des facteurs qui influencent considérablement les caractéristiques environnementales et les habitats des différents deltas. La différence de superficie des aires de drainage des deltas jouera un rôle et est sans doute en partie responsable des disparités observées entre les sites de la rive nord et ceux de la rive sud. Ces différences entre les bassins affluents auraient dû être prises en compte dans l'étude présentée par Mme Ríos, ce qui n'a pas été le cas. La question de savoir s'il était judicieux de comparer ainsi des «paires» de deltas des rives nord et sud du fleuve se pose donc assurément.

Les différentes superficies des aires de drainage constituent également un facteur de confusion (facteur de covariance) qui semble ne pas avoir été pris en compte dans l'analyse statistique ; il s'agit d'ailleurs de la principale question soulevée dans la critique technique formulée par Fonseca (2014).

La covariance des aires de drainage aurait pu être prise en compte d'une façon ou d'une autre (par ex., comme l'a proposé Fonseca (2014), au moyen d'une analyse de covariance [ANCOVA]), mais avec deux groupes seulement et une taille d'échantillon relativement faible, cette analyse aurait été sensible aux valeurs élevées associées à certains sites et certains échantillons. Les données présentées par Ríos (2014) dans le tableau 1 (zone de drainage), le tableau 2 (chlorophylle *a*) et le tableau 3 (richesse moyenne, abondance) ont fait l'objet d'un examen préliminaire, mais ces données représentent des moyennes de moyennes et la dispersion des données à l'échelle de chacun des sites semble importante (voir valeurs maximum et minimum, tableau 3 du rapport Ríos 2014). Ríos en a conclu que l'abondance des macroinvertébrés dans les deltas de la rive nicaraguayenne du fleuve était plus grande que dans ceux de la rive costa-ricienne. Cependant, le petit nombre d'échantillons, ainsi que la faiblesse de l'abondance et de la richesse des échantillons (sans oublier la dispersion importante observée sur chaque site – tableau 3 du rapport Ríos) laissent à penser que tous les sites sont «dynamiques» et variables. De plus, seules trois comparaisons sont significatives (même si l'aire de drainage peut avoir son rôle à jouer). Bien qu'un certain nombre de tests statistiques aient été menés (d'autres tests ont aussi été proposés par Paul E. Gutierrez Fonseca), les données ne paraissent pas appropriées et la majorité des «modèles» semblent marginaux. Par conséquent, la rigueur statistique de ces résultats semble insuffisante pour permettre d'en conclure à une différence significative entre les différents sites/deltas.

L'analyse par positionnement multidimensionnel non-métrique (NMDS) permet d'examiner les différences dans la composition de chaque communauté en regard des variables environnementales. Si les résultats mettent en avant certaines différences apparentes, la faune associée à ces différences n'a pas été identifiée et aucun des paramètres environnementaux rapportés n'est significatif sur le plan statistique (tableau 4). Cette configuration pourrait également être liée à l'aire de drainage.

De plus, outre le fait de n'avoir pas pris en considération la taille des bassins, le rapport Ríos a omis de tenir compte des effets potentiels du relief, de la végétation naturelle et de l'utilisation des sols sur les processus physiques, chimiques et biologiques et sur les milieux des ruisseaux et deltas qu'ils forment. Ce point est de la première importance, car les ruisseaux qui débouchent sur la rive costa-ricienne du San Juan sont davantage exposés aux impacts liés aux fortes pentes, à la déforestation et à l'expansion agricole que ceux de la rive nicaraguayenne, qui irriguent des bassins hydrographiques de moindre altitude et sont essentiellement couverts de forêts tropicales humides. Ainsi, pour comparer les deltas, Ríos (2014) a choisi d'opposer les assemblages de macroinvertébrés d'un delta de la rive nord (côté Nicaragua) recouvert d'une forêt dense intacte (la réserve naturelle Indio Maiz) à ceux d'un delta adjacent de la rive sud (côté Costa Rica), réceptacle du ruissellement d'un bassin touché par des activités agricoles et d'élevage intensives.

La superficie du bassin hydrographique et l'utilisation des terres sont deux variables majeures que Mme Ríos a fait le choix de négliger dans son analyse ; le fait que ces paramètres n'aient pas été pris en compte diminue la fiabilité de sa conclusion selon laquelle les disparités

entre les communautés de macroinvertébrés recueillis dans des deltas des rives nord et sud du San Juan pourraient être dues à la dégradation des communautés aquatiques du San Juan en raison de l'érosion sédimentaire imputable à la construction de la route.

Ce problème est d'autant plus vrai que Mme Ríos a opté pour un échantillonnage des seuls deltas, alors que l'on pourrait s'attendre à ce que l'augmentation de la charge de sédiments ait un impact sur le lit du fleuve dans son ensemble et les populations de macroinvertébrés benthiques de l'ensemble du fleuve.

D'autres assertions contenues dans le rapport Ríos ont trait à la sensibilité des taxons d'invertébrés et à l'affirmation selon laquelle le nombre de taxons sensibles serait plus élevé sur la rive nord du fleuve ; ces affirmations sont tout aussi contestables en ce que les taxons en question sont, en règle générale, très peu abondants et la diversité des EPT est particulièrement faible quelle que soit le site étudié.

3.3. Réponses à la réplique du Nicaragua sur la question des macroinvertébrés

Comme pour les poissons (dont la question est traitée à la section 2.3), le rapport Kondolf 2014 énonce un certain nombre d'assertions péremptoires au sujet de l'impact de la construction de la route 1856 sur la faune des macroinvertébrés du San Juan.

Page 65 du rapport 2014, M. Kondolf explique que les populations de macroinvertébrés sont un bon indicateur de la dégradation des milieux, tout en omettant de mentionner que les macroinvertébrés sont un bien meilleur indicateur biologique des impacts néfastes de la qualité des eaux plutôt qu'ils ne le sont de la détérioration de l'hydromorphologie du fleuve (Bonada, 2006 ; Resh, 2008). Les données collectées dans le cadre de multiples projets intégrés menés dans l'Union européenne afin de définir des méthodologies de mise en œuvre d'un cadre d'évaluation dans le domaine de l'eau (par exemple, voir WISER [<http://www.wiser.eu/>], REFORM [<http://www.reformrivers.eu/>] et REFRESH [<http://www.refresh.ucl.ac.uk/>]) ont démontré les limites du recours aux macroinvertébrés comme bioindicateurs de l'état hydromorphologique des cours d'eau. Il convient donc d'interpréter avec précaution les résultats des études sur les macroinvertébrés du San Juan qui les considéreraient comme des indicateurs de l'impact négatif de la constitution de micro-deltas aux embouchures de certains affluents.

Cet aspect est essentiel, car M. Kondolf s'appuie à outrance sur les échantillonnages de macroinvertébrés pour en déduire que la route a eu d'importants impacts hydromorphiques sur le fleuve. Ainsi, page 65 du rapport 2014, M. Kondolf conclut ce qui suit :

«Les 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 renvoie à des éléments tirés du rapport Ríos (2014), qui fait état de :

«la richesse et l'abondance nettement supérieures des espèces de macroinvertébrés — et, plus important encore, 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 explique ainsi l'importance des résultats en ce qui concerne les EPT :

«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.»

Si les EPT sont, certes, un indicateur solide de la *qualité des eaux*, ils sont de moins bons indicateurs des impacts hydromorphologiques liés à l'accumulation et à la dynamique d'éléments hydromorphologiques tels que les deltas sédimentaires.

Ce qu'il convient ici de retenir, c'est que, non seulement le niveau de richesse et d'abondance des EPT est très faible dans tous les deltas étudiés (ainsi que nous en avons discuté plus haut à propos de l'étude menée par Mme Ríos), au point de manquer de fiabilité statistique (Fonseca, 2014), mais aussi que les différences constatées entre les deltas de la rive nord et ceux de la rive sud sont plus probablement dus aux qualités diverses des eaux des ruisseaux qui irriguent les deltas en raison de différences dans la superficie des bassins, la végétation et l'utilisation des terres.

Dès lors, le défaut de prise en compte, dans le rapport Ríos, de facteurs de confusion tels que les effets du développement agricole, se révèle doublement significatif.

3.4. Analyse et conclusions

Le rapport de Mme Ríos semble montrer qu'il existe des différences entre les communautés de macroinvertébrés (et paramètres correspondants) des deltas de la rive nord du San Juan et de la rive sud. Toutefois, les conclusions de l'étude menée par Mme Ríos, tout comme son interprétation et celle de M. Kondolf de ces conclusions sont mises à mal par le fait que les zones dont les eaux s'écoulent jusque dans les deltas sont systématiquement plus étendues au nord qu'au sud du fleuve, et par le fait que l'étude ne prend nullement en considération les effets de la végétation naturelle et de l'utilisation des terres des bassins hydrographiques sur la qualité des eaux et les habitats des deltas. Nous affirmons ici que ces facteurs de confusion peuvent expliquer, au moins en partie, les différences que le Nicaragua attribue à une sédimentation causée par la route.

En outre, le nombre réduit d'échantillons, ainsi que la faiblesse de l'abondance et de la richesse (sans oublier la dispersion importante observée sur chaque site — voir tableau C) laissent à penser que tous les sites sont «dynamiques» et variables. Même si de multiples modèles et différences ont été avancés, trois seulement semblent significatifs (et ces différences peuvent toutes être liées aux disparités dans la taille des aires de drainage, la végétation naturelle et l'utilisation des terres). Bien qu'un certain nombre de tests statistiques aient été entrepris, je m'interroge sur la question de savoir si les données sont suffisamment rigoureuses pour valider ces tests. De plus, quoi qu'il en soit, la majorité de ces «modèles» sont marginaux. Je prends note du fait que Fonseca (2014) est arrivé à la même conclusion.

A mon avis, il est parfaitement normal de constater des différences entre les diverses communautés de macroinvertébrés, car les caractéristiques hydromorphes des deltas sont à la fois extrêmement dynamiques et soumises à des débits et des entrées de sédiments variables en raison de la torrencialité et de la variabilité du ruissellement des microbassins qui les irriguent. Néanmoins, il est surprenant que si peu d'espèces aient été recensées, et que le nombre de larves de diptères (*Chironomidae*, *Simuliidae*) trouvées ne soit pas plus élevé, en particulier compte tenu de l'utilisation d'un filet de 500 microns pour l'échantillonnage.

En résumé, le rapport Ríos (2014) ne fournit, de mon 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. Les différences constatées au niveau des bioindicateurs des deltas des rives nord et sud du fleuve sont équivoques, et la plupart sont statistiquement peu significatives, même pour des tests relativement faibles. Si des différences existent, celles-ci sont sans doute dues davantage aux différences dans la taille, la végétation et l'utilisation des terres des microbassins qui irriguent les deltas et, en particulier, aux différences de qualité des eaux en raison des activités agricoles menées le long des ruisseaux de la rive sud et que l'on ne retrouve pas à proximité des ruisseaux qui débouchent sur la rive nord. Dès 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.

Compte tenu des faiblesses du rapport Ríos, que j'ai soulignées, il conviendrait de recommander que soit mis en place un protocole de surveillance plus rigoureux afin d'examiner la question de savoir si la route a eu un quelconque impact sur les macroinvertébrés. La clef de tout échantillonnage ou de tout processus de surveillance à venir résidera dans la prise en compte des facteurs de confusion que j'ai évoqués plus haut. Pour ce faire, il conviendrait de procéder notamment comme suit :

- Procéder à des échantillonnages standard de 3 minutes au filet troubleau dans tous les habitats existants (approche standard adoptée dans de nombreux pays du monde – en cas de faible abondance, augmenter le temps d'échantillonnage, jusqu'à 5 minutes). Cet échantillonnage devrait s'accompagner d'un triage manuel d'une durée de 1 minute des éléments accrochés aux cailloux.
- Sur les sites non concernés par un échantillonnage au filet troubleau (en amont), recueillir cinq échantillons au filet de Surber dans des rapides sur haut-fond (ou habitats équivalents pour un système donné). Toutes les données quantitatives nécessaires pourront ainsi être recueillies. (Cette approche pourra néanmoins s'avérer inutile si les faibles densités rapportées par Mme Ríos se révèlent exactes).
- La sélection des sites devra être randomisée et ne pas se limiter aux embouchures des cours d'eau, afin que les données ne soient pas biaisées par la taille et l'utilisation des terres des bassins affluents. La sélection des sites situés au-delà des embouchures des ruisseaux — c'est-à-dire en amont et en aval de la jonction avec les affluents — devrait permettre la prise en compte de l'intégralité des habitats du lit principal du fleuve, bien que je soupçonne que l'omission de ces habitats puisse être due à la profondeur du fleuve et aux difficultés que cela engendre en termes d'échantillonnage. Dans l'alternative, on pourra donc recourir soit à une pompe, soit à une benne Ekman (pour les lits sablonneux) pour procéder à l'échantillonnage.
- En sus, des prélèvements d'échantillons devraient être effectués dans les ruisseaux affluents afin de déterminer l'origine précise des sédiments. Il conviendrait notamment de procéder à des échantillonnages en amont et en aval des ruisseaux s'écoulant de la route, de façon à mettre en place une surveillance en amont en regard des sites potentiellement touchés en aval. Dans le cas d'affluents instables ou à sec, il semblerait pertinent d'utiliser le chenal principal (mais si ce dernier n'est pas accessible à gué, peut-être sera-t-il trop profond).
- Pour chaque site, il conviendra de mesurer : la vitesse d'écoulement, la profondeur de l'eau, le pH, la conductivité, la teneur en oxygène dissous, la turbidité, la luminosité, l'ombrage et les caractéristiques du substrat. Tous ces paramètres sont essentiels pour cette étude en ce qu'ils jouent sur la répartition et l'abondance des macroinvertébrés. Le prélèvement d'échantillons d'eau sur des sites stratégiques afin de mesurer la concentration en sédiments en suspension pourrait s'avérer très utile (ces échantillons pourraient soit être prélevés régulièrement, soit être déclenchés à des hauteurs d'eau données afin d'enregistrer les événements correspondant aux mouvements de sédiments – contrôles hydrologiques classiques).

— L'analyse devrait permettre de déterminer certaines mesures clefs : abondance par taxon, BMWP-CR et indices de diversité. Si les données ont été recueillies en prenant en compte les facteurs de confusion, alors l'analyse de la variance (ANOVA) sera la méthode la plus adaptée et la plus facile à suivre. A cela devrait s'ajouter une approche multivariée, ou des analyses s'appuyant sur des méthodes classiques (CA, DCA, PCA, CCA), de sorte que les données puissent être examinées indépendamment et combinées, et qu'elles soient mises en correspondance avec les variables environnementales en tant que moteurs des assemblages d'espèces.

4. Conclusion

Le résultat de l'examen que j'ai mené en toute indépendance conforte l'assertion du professeur Thorne selon laquelle : «[l]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» et a montré que cette affirmation était conforme à la documentation scientifique existante au sujet des espèces de poissons recensées dans le San Juan.

Le rapport Kondolf énonce des généralités sur les familles de poissons — plutôt que sur les espèces — et ne fournit pas la moindre preuve en rapport direct avec le San Juan ou avec les espèces qui l'habitent qui soit de nature à montrer que la construction de la route 1856 aurait eu un impact néfaste sur les poissons ou les pêches dans le San Juan.

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.

5. Remerciements

Je tiens à remercier M. Paul Wood, de l'Université de Loughborough, au Royaume-Uni (<http://www.lboro.ac.uk/departments/geography/staff/academic/wood-p.html>) pour ses commentaires et conseils sur les sections consacrées à l'analyse des macroinvertébrés.

.....

7. Déclaration certifiant l'indépendance des éléments exposés dans le présent rapport

Les opinions que j'ai formulées dans le présent rapport sont l'expression pleine et entière de mon appréciation professionnelle. Lorsque je me suis fondé sur des recommandations ou des informations communiquées par une tierce personne, j'ai pris soin de l'indiquer.

J'ai conscience de ce que le devoir qui m'incombe en premier lieu est envers la Cour. Je me suis conformé à ce devoir et continuerai à le faire.

Je me suis attaché, dans le présent rapport, aux points sur lesquels, selon ce que m'ont indiqué mes mandataires, mon avis d'expert était requis. J'ai fait de mon mieux, dans le cadre de la préparation du présent rapport, pour être précis et complet. J'ai mentionné tous les éléments que je jugeais pertinents aux fins de l'opinion que j'ai exprimée. Je considère que tous les sujets sur lesquels j'ai exprimé une opinion relèvent de mon domaine d'expertise. J'ai appelé l'attention de la Cour sur tous les éléments qui, à ma connaissance, sont susceptibles de contredire mon propre avis.

Dans le cadre de la rédaction du présent rapport, je n'ai eu connaissance d'aucun conflit d'intérêts — réel ou potentiel — de nature à affecter ma capacité à exprimer un avis d'expert indépendant.

Je confirme n'avoir conclu aucun accord aux termes duquel le montant ou le versement de mes honoraires dépendrait d'une quelconque manière de l'issue de la présente procédure.

En ce qui concerne les éléments dont je n'avais pas personnellement connaissance, j'ai pris soin d'indiquer la source des informations en question.

Je n'ai jamais repris à mon compte un élément m'ayant été suggéré par des tiers, y compris mes mandataires, sans m'être préalablement forgé une opinion indépendante.

Au moment où je signe le présent rapport, je considère qu'il contient des informations complètes et exactes, sous réserve des éventuelles restrictions qui y sont indiquées. Dans l'hypothèse où, pour quelque raison que ce soit, j'estimerais qu'une correction matérielle ou une précision doit être apportée au présent rapport, je le ferai connaître à mes mandataires.

J'ai conscience de ce que le présent rapport constitue la déposition que j'effectuerai, si besoin est, sous serment, moyennant d'éventuelles corrections ou réserves que je souhaiterais y apporter avant d'attester sous serment de sa véracité.

Le présent rapport reflète la matérialité des faits et instructions qui m'ont été communiqués et qui servent de fondement aux opinions que j'ai formulées.

Je confirme avoir précisé les faits et points mentionnés dans le présent rapport qui relèvent de mon domaine de compétence et ceux qui n'en relèvent pas. Je confirme la véracité des premiers. Les opinions que j'ai formulées sont l'expression pleine et entière de mon appréciation professionnelle.

Le 11 décembre 2014.

(Signé) Professeur Ian G. COWX.

*

* *

APPENDICE 1 : DIVERSITÉ DES ESPÈCES DE POISSONS RECENSÉES DANS LE FLEUVE SAN JUAN

Famille	Espèce - nom scientifique	Altitude (m)	Régime trophique	Taille maximum (cm)	Type d'habitat écologique	Références
Anguillidae	<i>Anguilla rostrata</i>	9-20 m	Insectivore		Ruisseaux, fleuves, rivières et lacs au fond recouvert de vase ou de limon	Page & Burr 1991
Anablepidae	<i>Oxyzygonectes dovii</i>	< 15 m			Eaux douces ; saumâtres ; espèces benthiques	Huber, 1996
Aplocheilidae	<i>Rivulus fuscolineatus</i>	525 et 695 m	Insectivore		Eaux à vitesse de courant modérée à élevée	Costa, 2003
	<i>Rivulus isthmensis</i>	0-1500 m	Insectivore		Préfère les eaux marécageuses et les fossés à faible courant	
Atherinidae	<i>Atherinella chagresi</i>	8 et 60 m	Insectivore, mais se nourrit également d'algues et de diatomées	9	Eaux à vitesse de courant faible à élevée	Bussing, 2002
	<i>Atherinella hubbsi</i>	35-540 m	Insectivore, mais se nourrit également d'algues	7	Eaux à vitesse de courant faible à élevée	Bussing, 2002
	<i>Atherinella milleri</i>	< 40 m	Crustacés, insectes terrestres et aquatiques, diatomées	5,5	Sur les côtes et dans les estuaires, remonte parfois les rivières	Dyer, 2003
	<i>Atherinella sardina</i>	< 40 m	Insectivore	5,5	Lacs	Bussing, 1998
Carangidae	<i>Caranx latus</i>		Carnivore	101	Sur les côtes et dans les estuaires, remonte parfois les rivières	Robins & Ray, 1986
	<i>Oligoplites palometa</i>		Adultes carnivores ; les jeunes poissons se nourrissent principalement d'écailles de gros poissons, ainsi que de crustacés benthiques et planctoniques	50	Eaux saumâtres et eaux douces à fonds vaseux	Cervigón, 1993
Carcharhinidae	<i>Carcharhinus leucas</i>		Piscivore		Côtes et eaux douces, dans les eaux peu profondes	
Centropomidae	<i>Centropomus parallelus</i>		Piscivore	130	Habitats côtiers et estuariens	

	<i>Centropomus pectinatus</i>		Poissons et crustacés	47	Eaux côtières, estuaires et lagunes ; s'aventure dans les eaux douces	Robins & Ray, 1986
	<i>Centropomus undecimalis</i>		Prédateurs opportunistes	130	Estuaires	
Characidae	<i>Astyanax aeneus</i>	0-1000 m	Algues, graines, feuilles, insectes aquatiques et terrestres, frais	7,5	Rivières et ruisseaux, eaux vives aussi bien que marécages et eaux stagnantes	Bussing, 2002
	<i>Astyanax nasutus</i>	5 à 20 m	Herbivore : diatomées, graines, et autres matières végétales	10	Fleuves, dans des courants faibles à modérés	Lima et consorts, 2003
	<i>Bramocharax bransfordii</i>	5 à 530 m	Piscivore	15	Rivières et ruisseaux à courant faible à modéré	Lima et consorts, 2003
Characidae	<i>Brycon guatemalensis</i>	0 et 600 m	Juveniles insectivores adultes herbivores	59	Lacs, rivières et ruisseaux	Lima, 2003
	<i>Bryconamericus scleroparius</i>	12 à 600 m	Herbivore : diatomées, graines et autres matières végétales	11	Eaux à courant modéré, lacs	Lima et consorts, 2003
	<i>Carlana eigenmanni</i>	35 à 85 m	Herbivore : algues filamenteuses	5,5	Littoral, bras morts des cours d'eau et autres biotopes stagnants	Cardoso, 2003
	<i>Hyphessobrycon tortuguerae</i>	0 à 50 m	Insectivore	3,9	Bras morts et petits ruisseaux à courant faible ou modéré	Géry, 1977
	<i>Roeboides bouchellei</i>	0 à 610 m	Lépidophage	8,2	Petits ruisseaux et littoral de grandes rivières	Lucena, 1998
Cichlidae	<i>Amphilophus citrinellus</i>		Omnivore, se nourrit essentiellement d'organismes fixés, d'escargots et de petits poissons	24,4	Lacs – y compris lacs aux eaux turbides ; s'aventure dans les parties inférieures des rivières à faible courant	Kullander, 2003
	<i>Amphilophus labiatus</i>		Petits poissons, escargots, larves d'insectes, vers	24	Lacs	Kullander & Hartel, 1997
	<i>Asthatheros alfari</i>	2 et 1150 m	Insectivore	15	Rivières rapides d'altitude aussi bien que secteurs à courant plus modéré. Préfère les substrats sablonneux ou vaseux	Kullander, 2003a

	<i>Asthatheros longimanus</i>					
	<i>Asthatheros rostratus</i>	0 et 200 m	Insectivore	18,5	Lacs d'inondation, et rivières à débit faible à élevé	Kullander, 2003a
	<i>Archocentrus centrarchus</i>		Détritus et insectes	11	Eaux peu profondes ou secteurs marécageux des lacs et rivières	Conkel, 1993
	<i>Archocentrus nigrofasciatus</i>		Omnivore	10	Ruisselets et ruisseaux aussi bien que zones peu profondes des rivières et des fleuves à débit élevé	Schmitter-Soto, 2007
	<i>Archocentrus septemfasciatus</i>	0-600 m	Algues, feuilles, fruits, insectes aquatiques et détritus benthiques	10	Rivières et ruisselets de tous débits	Conkel, 1993
	<i>Herotilapia multispinosa</i>		Détritivore	17	Lacs et zones marécageuses à fonds vaseux	Conkel, 1993
	<i>Hypsophrys nicaraguensis</i>	5 à 200 m	Juveniles insectivores ; adultes herbivores	16,5	Lacs et rivières à courant faible à modéré	Kullander, 2003a
Cichlidae	<i>Neotroplus nematopus</i>	35 et 535 m	Herbivore	14	Prolifère dans les rivières à courant modéré à élevé	Schmitter-Soto, 2007
	<i>Parachromis dovii</i>		Piscivore	72	Lacs, mais également vallées fluviales de basse et moyenne altitude	Kullander, 2003a
	<i>Parachromis friedrichsthalii</i>		Piscivore	28	Lacs et rivières, de préférence dans des eaux à courant faible	Kullander, 2003a
	<i>Parachromis loisellei</i>	1 et 70 m	Insectivore/piscivore	18,5	Principalement dans les eaux marécageuses regorgeant de végétation	Kullander, 2003a
	<i>Parachromis managuensis</i>		Insectivore	55	Lacs ; préfère les eaux turbides et les fonds vaseux des lacs fortement eutrophes	Kullander, 2003
	<i>Theraps underwoodi</i>		Herbivore	30	Rivières à courant modéré à élevé	Conkel, 1993

	<i>Vieja maculicauda</i>		Omnivore/ détritivore	25	Lacs et rivières. Préfère les fonds vaseux et sablonneux	Conkel, 1993
Clupeidae	<i>Dorosoma chavesi</i>		Filtreur	18	Lacs et rivières	Whitehead, 1985
Eleotridae	<i>Dormitator maculatus</i>		Omnivore/ détritivore	14,5	Marais, étangs vaseux et lits des rivières	Robins & Ray, 1986
	<i>Eleotris amblyopsis</i>		Carnivore, se nourrit de poissons et de crustacés	8,3	Eaux douces aussi bien que milieu hypersalins	Kullander, 2003b
	<i>Eleotris pisonis</i>		Insectivore	12,5	Eaux peu profondes ou fonds vaseux ou sablonneux, de préférence dans les estuaires	Robins & Ray, 1986
	<i>Gobiomorus dormitor</i>		Insectivore	36	Gros ruisseaux fluides et aux eaux claires	Robins & Ray, 1986
	<i>Hemieleotris latifasciatus</i>	5 et 100 m	Insectivore	12	Rivières, ruisseaux et fossés, en eaux stagnantes	Hoese, 1995
Gerreidae	<i>Eugerres plumieri</i>		Carnivore, se nourrit de poissons et de crustacés	30	Eaux côtières peu profondes ; répandu dans les eaux saumâtres, principalement à fonds vaseux	Randall & Vergara 1978
Gobiesocidae	<i>Gobiesox nudus</i>	25 et 580 m	Lépidophage et insectivore	15	Rivières et petits ruisseaux à courant fort	Espinosa Pérez & Castro-Aguirre, 1996
Gobiidae	<i>Awaous banana</i>		Herbivore	24,4	Ruisseaux et rivières à eaux claires sur fonds de sable ou de gravier, mais aussi dans les eaux turbides à fonds vaseux	Watson, 1996
	<i>Sycyidium altum</i>	1 à 180 m	Détritivore	14	Se cache dans les pierres des ruisseaux et des rivières	Bussing, 1998
Gymnotidae	<i>Gymnotus cylindricus</i>				Eaux douces ; benthopélagique	Mago-Leccia, 1994
	<i>Gymnotus maculosus</i>				Eaux douces ; benthopélagique	Campos-da-Paz, 2003
Haemulidae	<i>Pomadasys crocro</i>		Carnivore	25	Rivières et petits ruisseaux à courant faible ou fort	Robins & Ray, 1986

Lepisosteidae	<i>Atractosteus tropicus</i>			125	Bras morts, portions de rivières à faible débit, lacs	Ferraris, 2003
Megalopidae	<i>Megalops atlanticus</i>		Piscivore	250	Eaux côtières, baies, estuaires, lagunes bordées de mangroves	Hureau, 1984
Mugilidae	<i>Agonostomus monticola</i>	0- 650		36	Rivières et ruisseaux	Harrison, 1995
	<i>Joturus pichardi</i>	0- 600	Herbivore	25	Portions supérieures des rivières ; s'aventure cependant dans les eaux saumâtres pour frayer	Harrison, 1995
Pimelodidae	<i>Rhamdia guatemalensis</i>		Insectivore	47	Criques le long du littoral, sur fonds sablonneux couverts de feuilles mortes	Bockmann & Guazzelli, 2003
	<i>Rhamdia nicaraguensis</i>	20 et 1160 m	Insectivore	26	Rivières et petits ruisseaux à courant faible à modéré	Bockmann & Guazzelli, 2003
	<i>Rhamdia rogersi</i>	35 et 1350 m	Insectivore	25	Rivières ou petits ruisseaux d'altitude à courant modéré à élevé	Bockmann & Guazzelli, 2003
	<i>Rhamdia laticauda</i>	35 et 1350 m	Insectivore	22,5	Rivières ou petits ruisseaux d'altitude à courant modéré à élevé	Bockmann & Guazzelli, 2003
	<i>Rhamdia quelen</i>		Omnivore	47,4	Criques le long du littoral, sur fonds sablonneux couverts de feuilles mortes	Bockmann & Guazzelli, 2003
Poeciliidae	<i>Alfaro cultratus</i>	0-300 m	Insectivore	7,5	Eaux à débit faible à modéré	Rodriguez, 1997
Fondules	<i>Belonesox belizanus</i>			15	Chenaux couverts d'herbes ; tolère les eaux à faible teneur en oxygène	Page & Burr, 1991
	<i>Brachyrhaphis holdridgei</i>	35 et 620 m	Insectivore	5	Eaux stagnantes ou petits ruisseaux à fonds vaseux	Lucinda, 2003
	<i>Brachyrhaphis olomina</i>	10 - 900	Insectivore	6	Ruisseaux et cours d'eau à courant faible à modéré	Bussing, 1998
	<i>Brachyrhaphis parismina</i>	5 à 50 m	Insectivore	7	Ruisseaux et cours d'eau à courant faible à modéré	Lucinda, 2003
	<i>Brachyrhaphis rhabdophora</i>	3-540 m	Insectivore	6	Ruisseaux et cours d'eau à courant	Lucinda, 2003

	<i>Gambusia nicaraguensis</i>		Insectivore	4	Embouchures de ruisseaux à faible débit, eaux saumâtres ou douces	Lucinda, 2003
	<i>Neoheterandria umbratilis</i>					
Poeciliidae	<i>Phallichthys amates</i>	0 et 500 m	Détritivore	7	Eaux stagnantes, petits ruisseaux et berges de rivières, sur fonds meubles	Bussing, 2002
	<i>Phallichthys tico</i>	35 et 600 m	Détritivore	2,5	Cours d'eau à faible courant reliés à des zones de marais stagnants	Wischnath, 1993
	<i>Poecilia gillii</i>	0-1220 m	Détritivore	6	Marécages et petits ruisseaux, ainsi que dans les portions peu profondes des grandes rivières	Rodriguez, 1997
	<i>Poecilia mexicana</i>		Détritivore	10	Canaux de sources tièdes et fossés recouverts d'herbes	Proudlove, 1997
	<i>Poecilia sphenops</i>		Omnivore	6		Wischnath, 1993
	<i>Priapichthys annectens</i>	25 - 1270			Dérivant	
Pristidae	<i>Pristis pectinata</i>	0 - 30			Zones côtières et médiolittorales, remontent aussi les cours d'eau	Last & Stevens, 1994
Poissons-scie	<i>Pristis perotteti</i>	0 - 30			Eaux côtières et estuariennes peu profondes, en particulier dans les lagunes	Ferreira et consorts, 1998
	<i>Pristis pristis</i>		Carnivore		Eaux côtières, à profondeur moyenne	Stehmann, 1990
Rivulidae	<i>Rivulus isthmensis</i>	0 - 1500	Insectivore	7	Marais, fossés, et ruisseaux à faible débit	Costa, 2003
Synbranchidae	<i>Synbranchus marmoratus</i>				Ruisseaux, étangs, canaux, canaux de drainage, rizières, eaux claires et turbides	Kullander, 2003c

Syngnathidae	<i>Pseudophallus mindii</i>				Habitats dulcicoles	Greenfield & Thomerson, 1997
--------------	-----------------------------	--	--	--	---------------------	------------------------------

.....

ANNEXE 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

Rapport rédigé par :

Andreas Mende

Expert en systèmes d'information géographique, télédétection, géologie environnementale et hydrologie

Remis au :

Ministère des affaires étrangères du Costa Rica

Avec le soutien du :

Centro Científico Tropical (CCT)

San José (Costa Rica)

Décembre 2014

1. Introduction

Le présent rapport est une mise à jour de celui à l'intitulé identique annexé au contre-mémoire présenté à la Cour internationale de Justice par le Gouvernement du Costa Rica en décembre 2013 (Mende et Astorga, 2013, annexe 6 du contre-mémoire du Costa Rica).

Le premier rapport dressait un inventaire complet de l'ensemble des talus de déblai, des talus de remblai et des points de passage ou de franchissement de cours d'eau situés le long de la route 1856 entre la borne n° II, à l'endroit où la route frontalière commence à longer le fleuve San Juan, et Delta Costa Rica, où elle prend fin. Les données statistiques présentées dans le premier rapport renvoyaient notamment à la longueur mesurée, à la hauteur estimée, au type de talus et aux caractéristiques des types d'érosion (érosion en nappe, rigole, glissement de terrain ou ravine) et à la proportion de chaque type d'érosion pour chaque talus. En ce qui concerne les passages de cours d'eau, les données recueillies portaient notamment sur le type de structure, l'état technique et la présence ou l'absence de sédimentation et d'érosion.

En appliquant les données de profondeurs et de taux d'érosion de l'affaissement de la surface du terrain lié à l'érosion en nappe, en rigoles, en glissement de terrain et en ravines figurant dans le rapport de l'UCR (2013), nous avons estimé les apports sédimentaires issus de l'ensemble des talus de déblai et de remblai présents le long de la route frontalière entre la borne n° II et Delta Costa Rica. Ces estimations d'apports sédimentaires ont ensuite été transmises au groupe de travail de l'ICE qui, en les combinant avec les calculs d'apports sédimentaires liés à l'érosion en nappe et en rigoles de la chaussée et d'autres zones affaissées, ont été en mesure de présenter une estimation de l'érosion globale et des dépôts de sédiments provenant de la route 1856 vers le système du San Juan (ICE, 2013).

Dans la réplique au contre-mémoire du Costa Rica déposée en août 2014, le Nicaragua a critiqué certains aspects du rapport d'inventaire des pentes et cours d'eau présenté en 2013. Le rapport Kondolf 2014 a fait état de l'existence d'un décalage entre les taux d'érosion fournis par l'UCR et ceux utilisés dans le rapport Mende et Astorga 2013 (G. Mathias Kondolf, «érosion et dépôt de sédiments de la route 1856 dans le fleuve San Juan», juillet 2014, réplique de la République du Nicaragua, vol. II, p. 53). Étant donné que les taux d'érosion utilisés dans notre rapport en 2013 étaient, en règle générale, plus élevés que ceux fournis par l'UCR, nos estimations de l'érosion due à la route s'avèrent donc avoir été particulièrement prudentes. Ce décalage a néanmoins été rectifié dans le présent rapport et les taux fournis par l'UCR ont été utilisés sans la moindre modification.

M. Kondolf s'est par ailleurs interrogé au sujet de la méthode que nous avons utilisée en 2013 pour le calcul des surfaces des talus, en particulier en ce qui concerne l'estimation sur le terrain de la hauteur des talus et du calcul global de la superficie des talus (G. Mathias Kondolf, «érosion et dépôt de sédiments de la route 1856 dans le fleuve San Juan», juillet 2014, réplique de la République du Nicaragua, vol. II, p. 54). Pour cette raison, nous avons modifié la méthode que nous utilisons pour calculer la superficie des talus afin d'améliorer la précision des données fournies dans le présent rapport.

Dans le cadre d'une campagne de travail prolongée sur le terrain le long de la frontière entre la borne n° II et Delta Costa Rica menée entre le 20 septembre et le 4 décembre 2014, de nouvelles données de terrain ont été collectées pour tous les talus et tous les points de passage de cours d'eau. Afin de dresser un état des lieux aussi complet que possible de la situation actuelle de la route frontalière, les fiches de la totalité des talus et passages de cours d'eau ont été jointes en appendice B (talus) et en appendice C (passages de cours d'eau) du présent rapport. Ces fiches techniques intègrent de nouvelles données de terrain, ainsi que des photographies qui attestent de l'état des talus et des passages de cours d'eau en 2013 et aujourd'hui.

Ayant bénéficié de davantage de temps et de moyens pour mener notre dernière campagne sur le terrain, la collecte de données qui en résulte a gagné en exhaustivité et en précision. De ce fait, de nouvelles points de passage de cours d'eau et quelques nouveaux talus, absents du rapport 2013, figurent dans la nouvelle série de données.

Les nouvelles données ont été intégrées pour calculer des estimations de taux d'érosion améliorées pour la totalité des talus de la route 1856. Pour ce faire, nous nous sommes appuyés sur les mesures améliorées des taux d'érosion au regard des différents paramètres d'érosion fournies par l'équipe de l'UCR (UCR, 2014).

2. Méthodologie

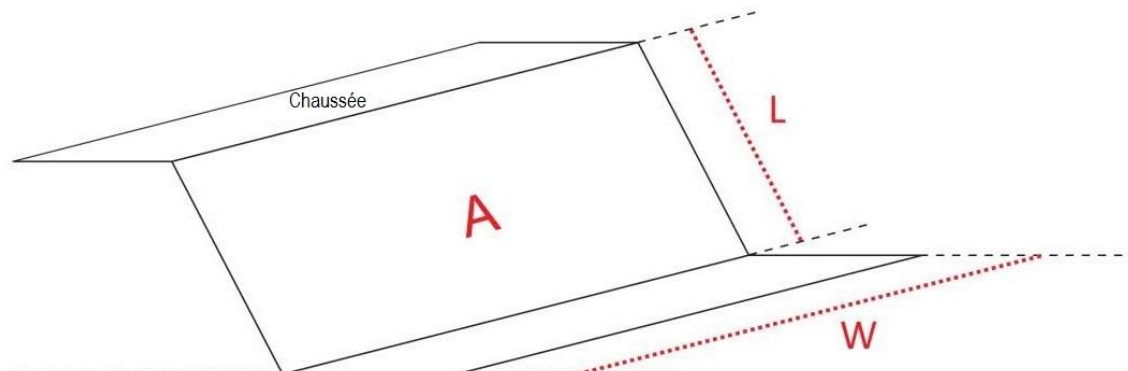
En règle générale, la méthodologie utilisée pour le travail sur le terrain, la collecte des données et la gestion des données au moyen d'une base de données ACCESS — méthodologie présentée dans le premier rapport (Mende et Astorga, 2013) — a été reprise pour le présent inventaire. Le détail de cette méthodologie est exposé dans le rapport 2013 ; il convient d'en prendre connaissance concomitamment avec la lecture de la présente section.

2.1. Calcul de la longueur et de la superficie des talus

L'une des critiques les plus vives formulées par le Nicaragua portait sur la méthode employée pour déterminer les altitudes et la superficie des talus – essentiellement, au regard du fait que la longueur des talus avait été estimée, et non mesurée (Dr G. Mathias Kondolf, «érosion et dépôt de sédiments de la route 1856 dans le fleuve San Juan», juillet 2014, réplique de la République du Nicaragua, vol. II, p. 54). L'étude que nous avons effectuée aux fins du

rapport 2013 était la meilleure que nous pouvions fournir, compte tenu des ressources alors disponibles et des conditions météorologiques difficiles que nous avons connues durant notre campagne sur le terrain en 2013.

A) Route située au sommet du talus



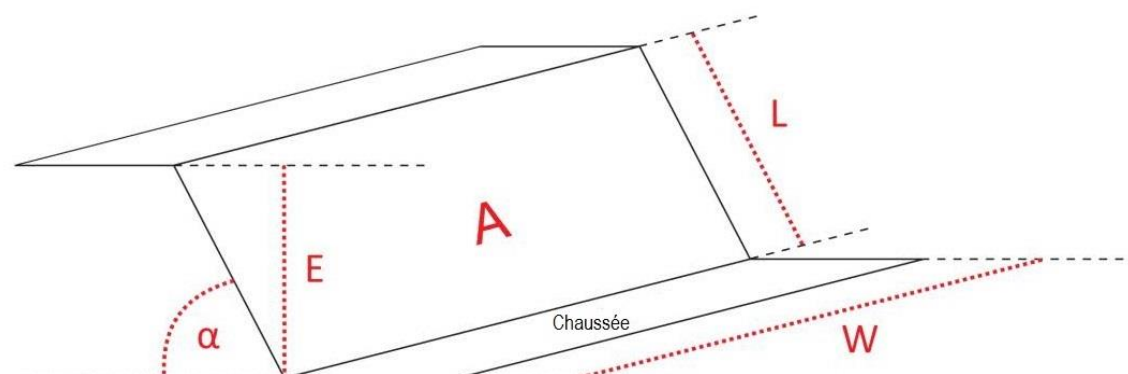
Paramètres mesurés :

*W = largeur du talus (par GPS)
L = longueur du talus (par télémètre laser)*

Paramètres calculés :

A (superficie du talus) = W x L

B) Route située au bas du talus



Paramètres mesurés :

*W = largeur du talus (par GPS)
E = différence d'altitude (par télémètre laser)
 α = inclinaison du talus (par boussole de géologue)*

Paramètres calculés :

*L (longueur du talus) = E / sin (α)
A (superficie du talus) = W x L*

Figure 1 : Illustration de la méthode utilisée pour déterminer les paramètres «longueur du talus» et «superficie du talus» dans le cas où la route est située au sommet ou au bas du talus

Pour ce faire, nous avons, dans le présent rapport, choisi une nouvelle méthode pour déterminer la superficie des talus. Les deux schémas de la figure 1 présentent en détail la méthode en question. Elle s'appuie principalement sur l'utilisation d'un télémètre laser Nikon Forestry Pro. Couramment utilisé, notamment dans le domaine de la sylviculture, cet instrument permet de mesurer la hauteur d'un point par rapport à l'horizontale, ou directement la différence de hauteur entre deux points. Il permet également de mesurer la distance réelle, la distance horizontale et l'angle de position d'un point par rapport à l'horizontale ou entre deux points à partir de la station de mesure.

La plage de mesure du Forestry Pro couvre des distances allant de 10 à 500 m. De 10 à 100 m — c'est-à-dire la seule plage de distance utilisée dans notre étude, les distances peuvent être mesurées avec une précision maximum de 0,5 m et les différences de hauteur avec une précision maximum de 0,2 m. Vous trouverez plus de détails techniques dans la brochure de cet instrument (https://cdn-1.nikon-dn.com/pdf/sportoptics/%28232K_2E_1204%29ForestryProEnweb_FINAL.pdf).

Dans le cas des portions de route où la chaussée se trouve au sommet du talus, la mesure directe de la distance réelle entre le sommet et la base du talus -- effectuée au moyen du Forestry Pro — a permis de déterminer la longueur réelle du talus **L** (voir schéma «A», figure 1). Dans chacun des cas, plusieurs mesures ont été prises afin de définir la valeur la plus représentative. Une plage de valeurs, ainsi que la valeur la plus représentative ont été consignées pour chaque talus. Toutes ces valeurs figurent dans les fiches techniques présentées pour chaque talus dans l'appendice B. La superficie **A** du talus est simplement le produit de sa longueur moyenne **L** (déterminée à l'aide du Forestry Pro) par sa largeur **W** (déterminée lors de la campagne 2013 au moyen d'un GPS de haute précision).

Dans les cas où la chaussée se trouvait au bas du talus, la première étape a consisté à mesurer la différence d'altitude **E** entre le sommet et la base du talus au moyen du Forestry Pro (voir schéma «B», figure 1). L'inclinaison α du talus a ensuite été mesurée au moyen d'une boussole de géologue. Comme précédemment expliqué, plusieurs mesures ont été effectuées afin de définir les valeurs les plus représentatives. La longueur **L** du talus a ainsi pu être déterminée par une fonction sinus :

$$\text{Longueur du talus } \mathbf{L} = \text{différence d'altitude } \mathbf{E} / \sin(\text{inclinaison du talus } \alpha).$$

La superficie **A** du talus a alors pu être déterminée en calculant le produit de la longueur mesurée **L** du talus par la largeur **W** du talus déterminée par GPS de haute précision lors de la campagne 2013.

En aval de l'Infiernillo (T-68b, T-69b, T-70b, T-72b and T-74b), étant donné la morphologie complexe de plusieurs talus, il nous est apparu que la méthodologie utilisée pour déterminer la superficie de talus expliquée plus haut aurait produit un certain nombre d'erreurs inacceptables. C'est la raison pour laquelle le groupe de travail de l'Université du Costa Rica (UCR) a eu recours à des données de photogrammétrie collectées au moyen de véhicules aériens sans pilote (UAV) pour déterminer la superficie des talus en question. Des détails supplémentaires figurent dans le rapport de l'UCR (UCR, 2014).

2.2. Modifications concernant la classification de l'état technique des talus et des passages de cours d'eau

Dans la réplique au contre-mémoire du Costa Rica déposée en août 2014, le Nicaragua a par ailleurs critiqué les catégories choisies aux fins de classification de l'état technique des talus et des passages de cours d'eau. Dans le cadre du présent rapport, les nouvelles catégories établies renvoient à l'état actuel des travaux d'atténuation entrepris, dans le souci de présenter ainsi un bilan plus précis de l'état actuel de la route frontalière. La principale question sur laquelle devra se prononcer la Cour internationale de Justice étant celle de savoir si la route frontalière représente un risque important pour le fleuve San Juan ou pour toute autre terre nicaraguayenne, notre évaluation de l'état d'atténuation a porté essentiellement sur les apports de sédiments dus aux talus et aux points de passage de cours d'eau le long du San Juan.

A cet égard, les catégories d'atténuation suivantes ont été établies :

- 1) **Travaux achevés** : Talus ou point de passage de cours d'eau pour lequel la mise en œuvre de mesures d'atténuation adaptées a permis d'arrêter, ou du moins de réduire considérablement, tout apport préoccupant de sédiments dans le San Juan.
- 2) **Travaux en cours** : Talus ou point de passage de cours d'eau pour lequel des travaux d'atténuation sont en cours à ce jour (décembre 2014).
- 3) **Travaux prévus** : Talus ou point de passage de cours d'eau pour lequel des travaux d'atténuation sont prévus mais n'ont pas encore été effectués.
- 4) **Travaux d'atténuation superflus** : Talus ou point de passage de cours d'eau ne présentant pas le moindre risque de contribuer à un quelconque apport important de sédiments dans le San Juan.
- 5) **Autre** : Cette dernière catégorie renvoie à des points de passage de petits cours d'eau situés sur des portions de la route frontalière qui s'apparentent davantage à un sentier qu'à une route (voir section 3, figure 2). S'y retrouvent notamment les ponceaux provisoires, les petits remblais parés d'un conduit et les points de passage sans construction destinés exclusivement au passage des piétons et des animaux. Si des traces d'érosion et de sédimentation sont visibles, la petite taille de ces constructions écarte tout risque de déversement important de sédiments dans le San Juan.

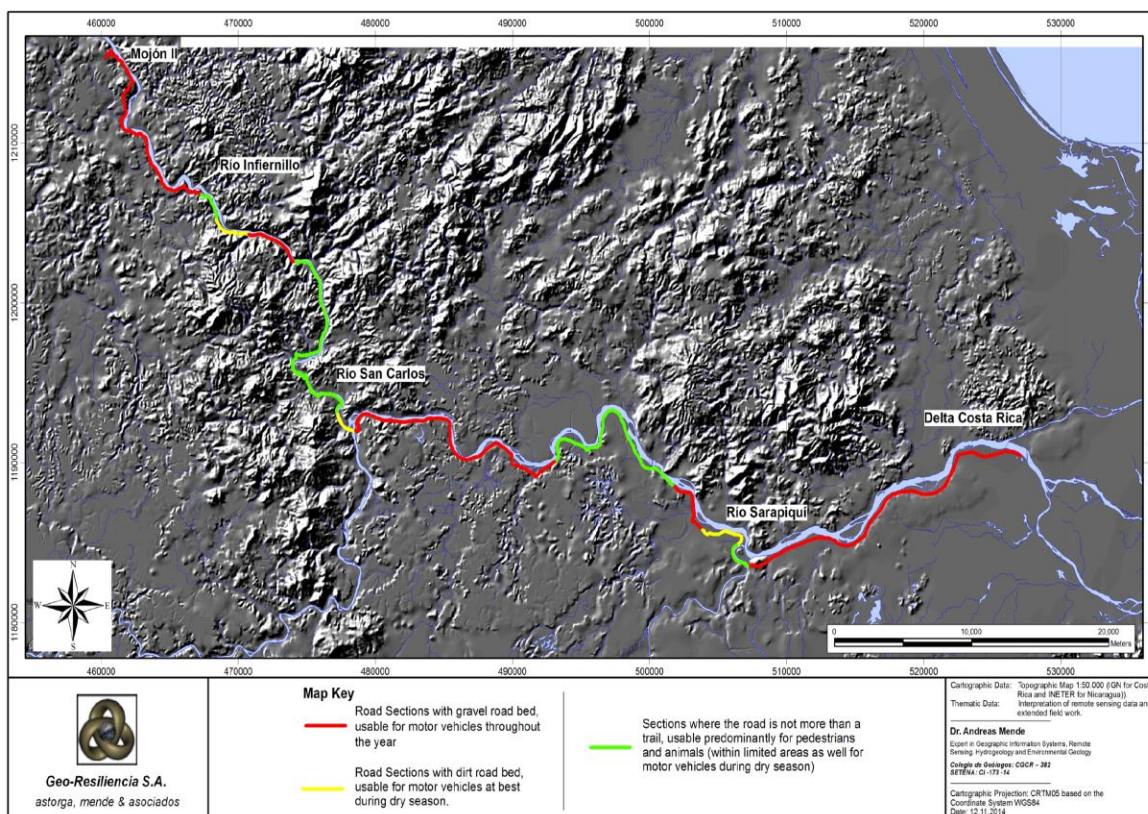
2.3. Talus et passages de cours d'eau supplémentaires

Par bonheur, la campagne 2014 sur le terrain a été menée sur une période prolongée, a bénéficié de moyens supérieurs et — élément essentiel — de meilleures conditions météorologiques. Cette fois-ci, la totalité de la route a donc été examinée en détail et une grande partie des relevés ont été effectués en parcourant la route à pied. Ainsi, huit points de passage de cours d'eau supplémentaires ont été recensés. Le nombre total de points de passage de cours d'eau présentés dans le présent rapport se porte donc à 129, contre 121 — dont les points de franchissement des rivières San Carlos et Sarapiquí — dans le rapport 2013. Tous ces points de passage supplémentaires se trouvent sur le tronçon de route situé entre les rivières Infiernillo et San Carlos, dont seules quelques portions avaient pu être sommairement étudiées lors de la campagne de 2013. Le tronçon en question est le moins développé de la route frontalière et s'apparente davantage à un sentier qu'à une route (voir section 3).

Pour des raisons analogues, cinq talus supplémentaires ont été recensés sur le tronçon de route situé entre les rivières Infiernillo et San Carlos. En outre, le talus T-83 a été subdivisé en six segments (T-83a à T-83f) en raison de la diversité des caractéristiques qui s'y retrouvent. Il en va de même pour le talus T-114, subdivisé en trois talus (T-114a à T-114b) et pour le talus T-161, subdivisé en deux talus (T-161a et T-161b). Dans le présent rapport, le nombre total de talus s'élève ainsi à 201, contre 188 dans le rapport produit en 2013.

Il m'apparaît essentiel d'insister sur le fait que ces éléments supplémentaires constituent une petite amélioration d'un ensemble de données quasiment exhaustif. Ces données améliorées ont été produites dans le but de contribuer à la meilleure information possible.

Figure 2 : Carte d'ensemble de la route frontalière entre la borne n° II et Delta Costa Rica, montrant les différences relatives à l'état technique actuel



3. Données spatiales d'ordre général au sujet de la route 1856

La figure 2 présente une vue d'ensemble de l'état technique actuel de la route frontalière, le tableau 1 les données statistiques correspondantes. Sur les 107,6 kilomètres de route entre la borne n° II et Delta Costa Rica, 64,5 km (soit 59,9 %) sont constitués d'une chaussée de gravier carrossable aux véhicules à moteur tout au long de l'année, tandis que 35,1 km (soit 32,6 %) présentent des caractéristiques qui l'apparentent davantage à un sentier qu'à une route et en restreignent l'accès principalement aux piétons et aux animaux. En l'état actuel, un chemin de terre compte pour huit kilomètres (soit 7,4 %) de la route frontalière : ces tronçons de route sont accessibles aux véhicules à moteur pendant la saison sèche et certaines parties le sont uniquement aux piétons et aux animaux.

<i>Etat actuel de la route</i>	<i>Longueur (km)</i>	<i>Portion de la route dans son ensemble (%)</i>
Chaussée de gravier	64,5 km	59,9%
Chemin de terre	8,0 km	7,4 %
Sentier	35,1 km	32,6 %
<u>Total</u>	<u>107,6 km</u>	<u>100 %</u>

Tableau 1 : Répartition des tronçons de route en fonction de l'état technique actuel

Les tableaux 2 et 3 présentent les données statistiques actualisées relatives au nombre et à la densité des talus et points de passage de cours d'eau situés sur les quatre tronçons définis dans le rapport de 2013 : 1) de la borne n° II au Río Infiernillo (13,8 km), 2) du Río Infiernillo au

Río San Carlos (27,6 km), 3) du Río San Carlos au Río Sarapiquí (43,6 km) et 4) du Río Sarapiquí au Delta Costa Rica (22,6 km).

Hormis quelques petites modifications insignifiantes, un schéma similaire à celui de 2013 se retrouve dans le nouveau rapport : les tronçons 1 et 2 présentent la densité la plus élevée et le plus grand nombre de points de passage de cours d'eau et de talus, tandis que le tronçon 3 est plus modéré. Le tronçon 4 est celui qui compte le plus petit nombre et la densité la plus faible de talus et de points de passage de cours d'eau. Les seuls changements notables ont été observés au niveau du tronçon 2, pour lequel sur certaines portions, le manque de temps et les mauvaises conditions météorologiques avaient empêché un examen approfondi lors de la campagne 2013 (longueur totale de talus : 8,7 km au lieu de 7,9 km, soit une densité de talus de 31,5 % au lieu 29,0 %, et 43 points de passage au lieu de 35, soit une densité au kilomètre de 1,6, non plus de 1,3).

<i>Tronçon de route</i>	<i>Longueur du tronçon (km)</i>	<i>Talus (nombre)</i>	<i>Talus (longueur totale)</i>	<i>Talus (pourcentage de la longueur du tronçon de route)</i>
<i>Tronçon 1 – de la borne n° II au Río Infiernillo</i>	13,8 km	62	9,4 km	67,8 %
<i>Tronçon 2 – du Río Infiernillo au Río San Carlos</i>	27,6 km	64	8,7 km	31,5 %
<i>Tronçon 3 – du Río San Carlos au Río Sarapiquí</i>	43,6 km	66	6,8 km	15,7 %
<i>Tronçon 4 – du Río Sarapiquí au Delta Costa Rica</i>	22,6 km	9	1,2 km	5,4 %
<i>Total</i>	<i>107,6 km</i>	<i>201</i>	<i>26,1 km</i>	

Tableau 2 : Répartition spatiale des talus le long de la route frontalière 1856 en fonction des 4 tronçons de route établis

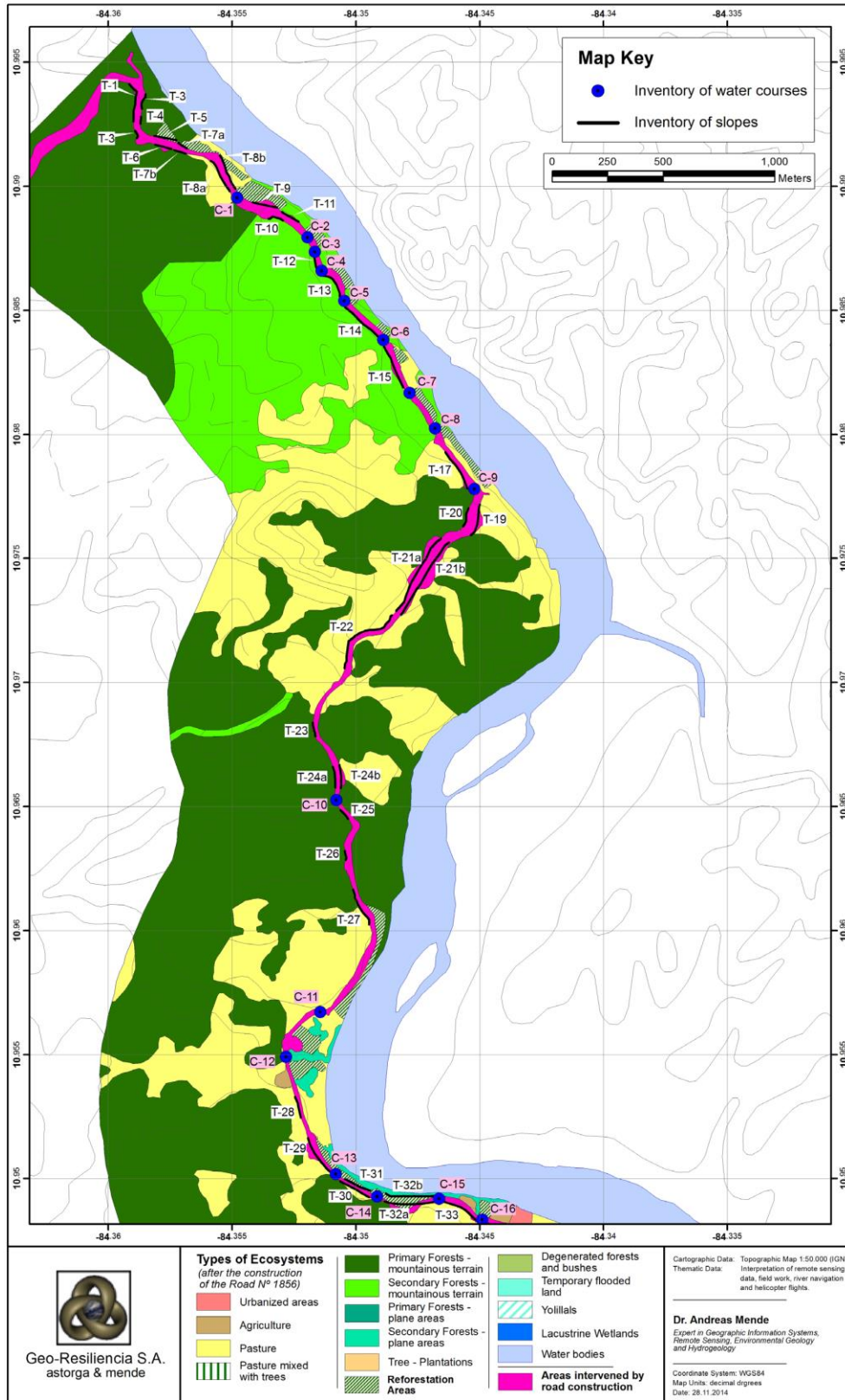
<i>Tronçon de route</i>	<i>Longueur du tronçon (km)</i>	<i>Cours d'eau (nombre)</i>	<i>Nombre de cours d'eau par kilomètre</i>
<i>Tronçon 1 – de la borne n° II au Río Infiernillo</i>	13,8 km	34	2,5
<i>Tronçon 2 – du Río Infiernillo au Río San Carlos</i>	27,6 km	43	1,6
<i>Tronçon 3 – du Río San Carlos au Río Sarapiquí</i>	43,6 km	42	1,0
<i>Tronçon 4 – du Río Sarapiquí au Delta Costa Rica</i>	22,6 km	10	0,4
<i>Total</i>	<i>107,6 km</i>	<i>129</i>	

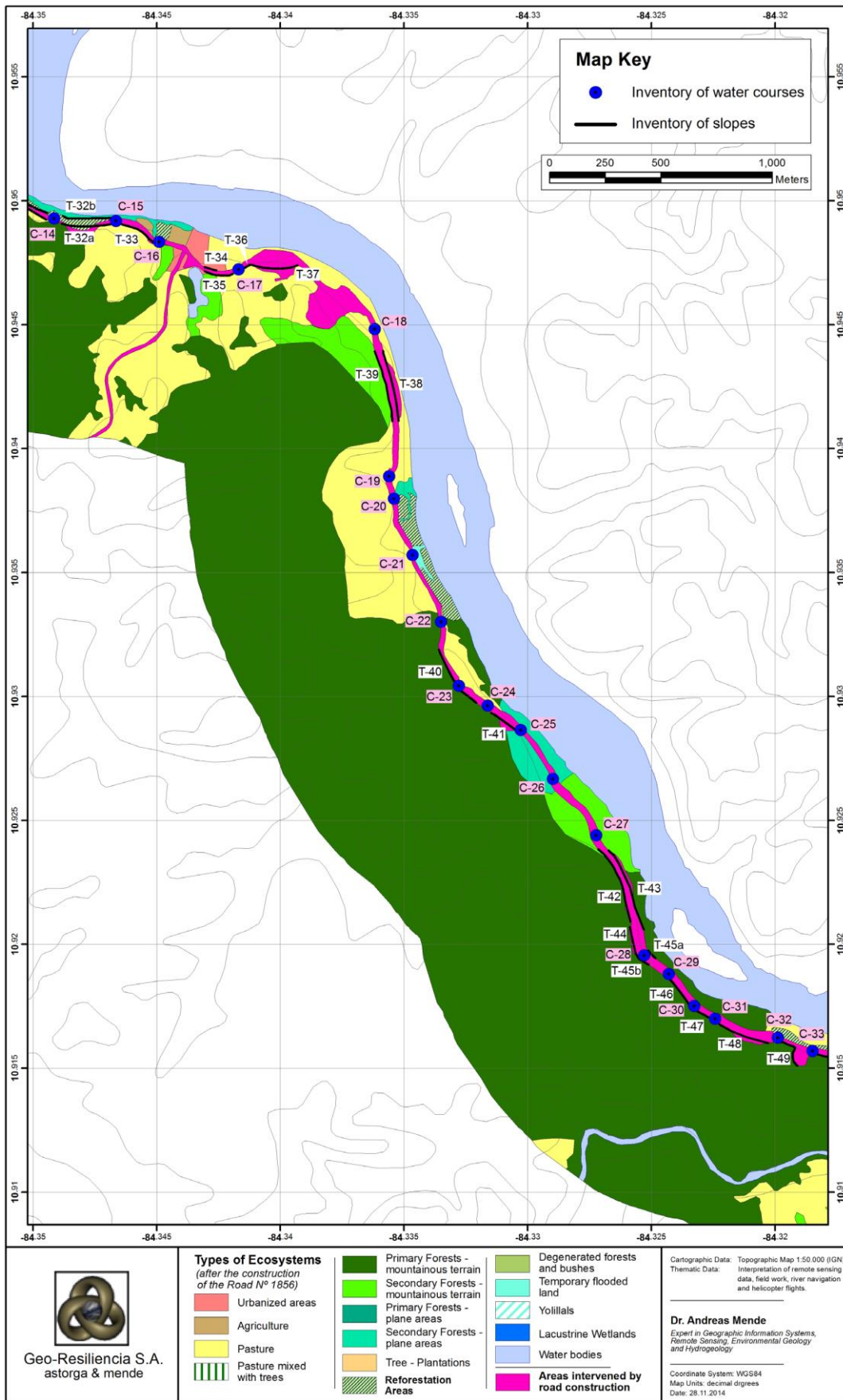
Tableau 3 : Répartition spatiale des cours d'eau le long de la route frontalière 1856 en fonction des 4 tronçons de route établis

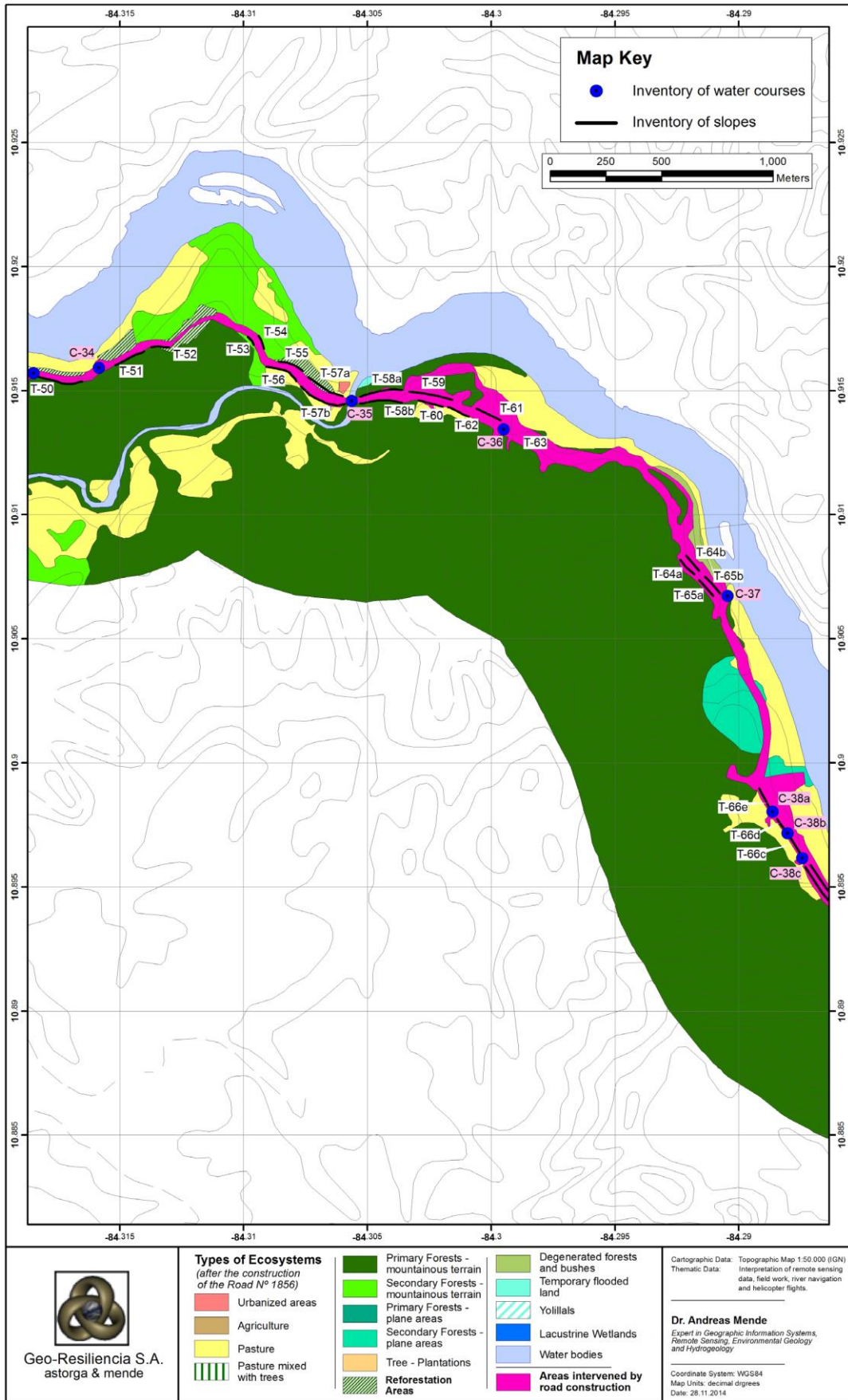
4. Carte actualisée des talus et cours d'eau le long de la route 1856

Afin de présenter une mise à jour de la répartition spatiale de la totalité des talus et points de passage de cours d'eau, nous avons établi 16 cartes à l'échelle 1:15 000. Ces cartes tiennent compte des résultats de la campagne effectuée sur le terrain en 2014. Cet ensemble de cartes s'appuie sur la carte d'utilisation des terres, actualisée en 2014, produite par Mende dans le cadre du nouveau rapport du CCT (CCT, 2014).

Figure 3 : Version actualisée de la carte générale présentant l'emplacement des talus et passages de cours d'eau le long de la route 1856 entre la borne n° II et Delta Costa Rica







Geo-Resiliencia S.A.
astorga & mende

Types of Ecosystems
(after the construction of the Road N° 1856)

- Urbanized areas
- Agriculture
- Pasture
- Pasture mixed with trees

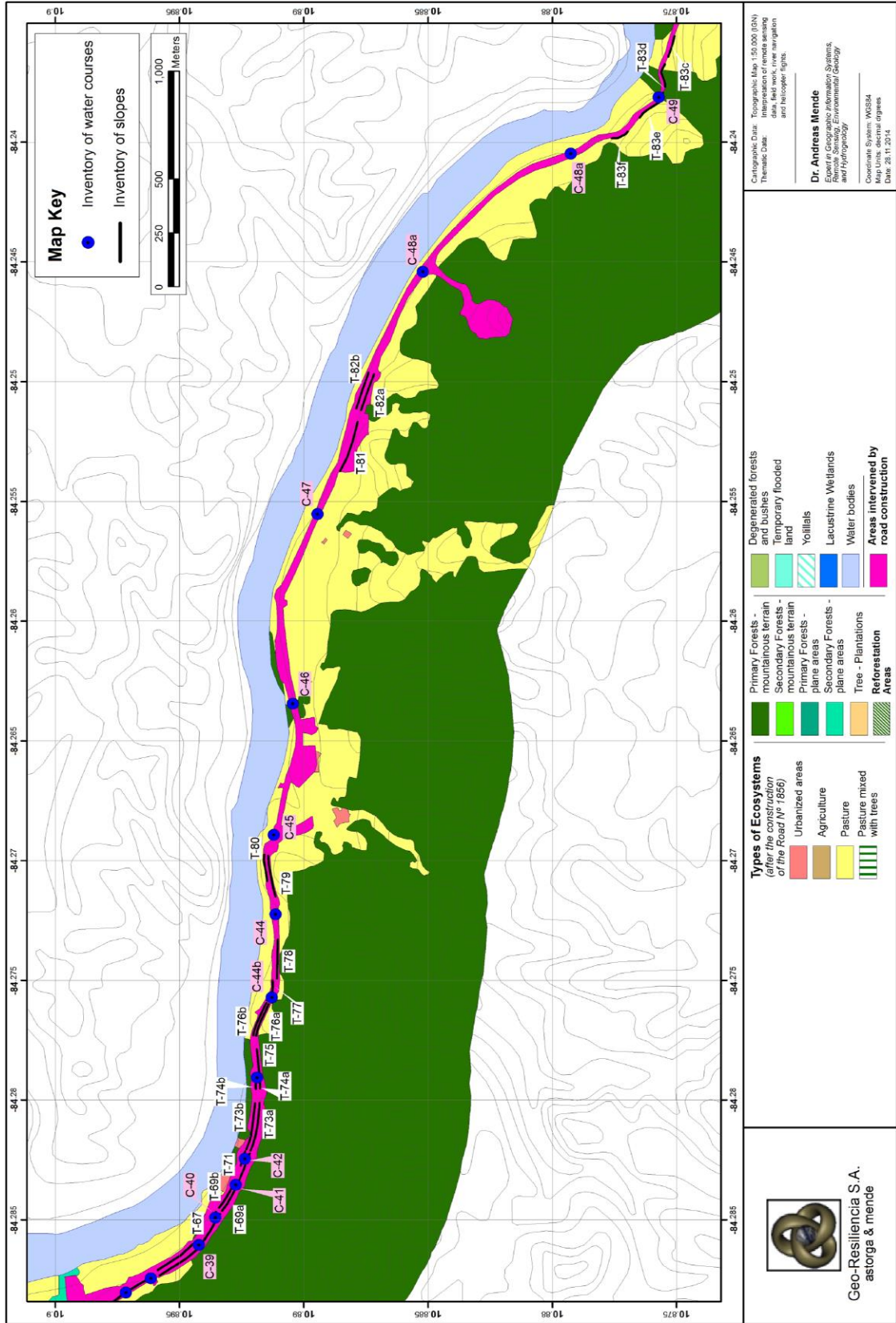
- Primary Forests - mountainous terrain
- Secondary Forests - mountainous terrain
- Primary Forests - plane areas
- Secondary Forests - plane areas
- Tree - Plantations
- Reforestation Areas

- Degenerated forests and bushes
- Temporary flooded land
- Yollillals
- Lacustrine Wetlands
- Water bodies
- Areas intervened by road construction

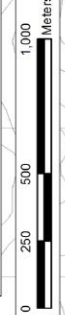
Cartographic Data: Topographic Map 1:50,000 (IGN)
Thematic Data: Interpretation of remote sensing data, field work, river navigation and helicopter flights.

Dr. Andreas Mende
Expert in Geographic Information Systems,
Remote Sensing, Environmental Geology
and Hydrogeology

Coordinate System: WGS84
Map Units: decimal degrees
Date: 28.11.2014



Map Key
 ● Inventory of water courses
 — Inventory of slopes



Cartographic Data: Topographic Map 1:50,000 (IGN)
 Thematic Data: Interpretation of remote sensing data, field work, river navigation and helicopter flights.

Dr. Andreas Mende
 Expert in Geographic Information Systems, Remote Sensing, Environmental Geology and Hydrology

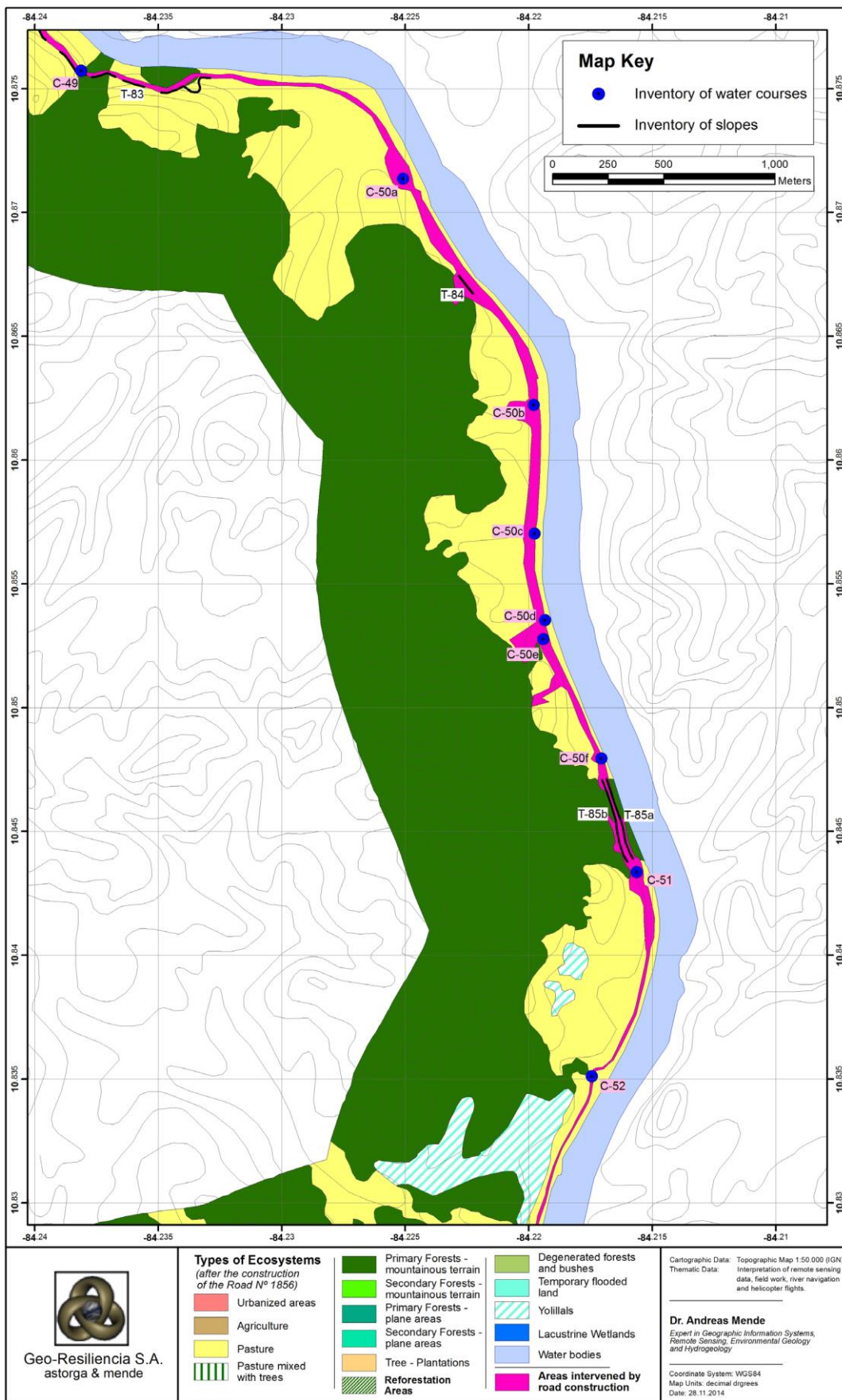
Coordinate System: WGS84
 Map Units: decimal degrees
 Date: 28.11.2014

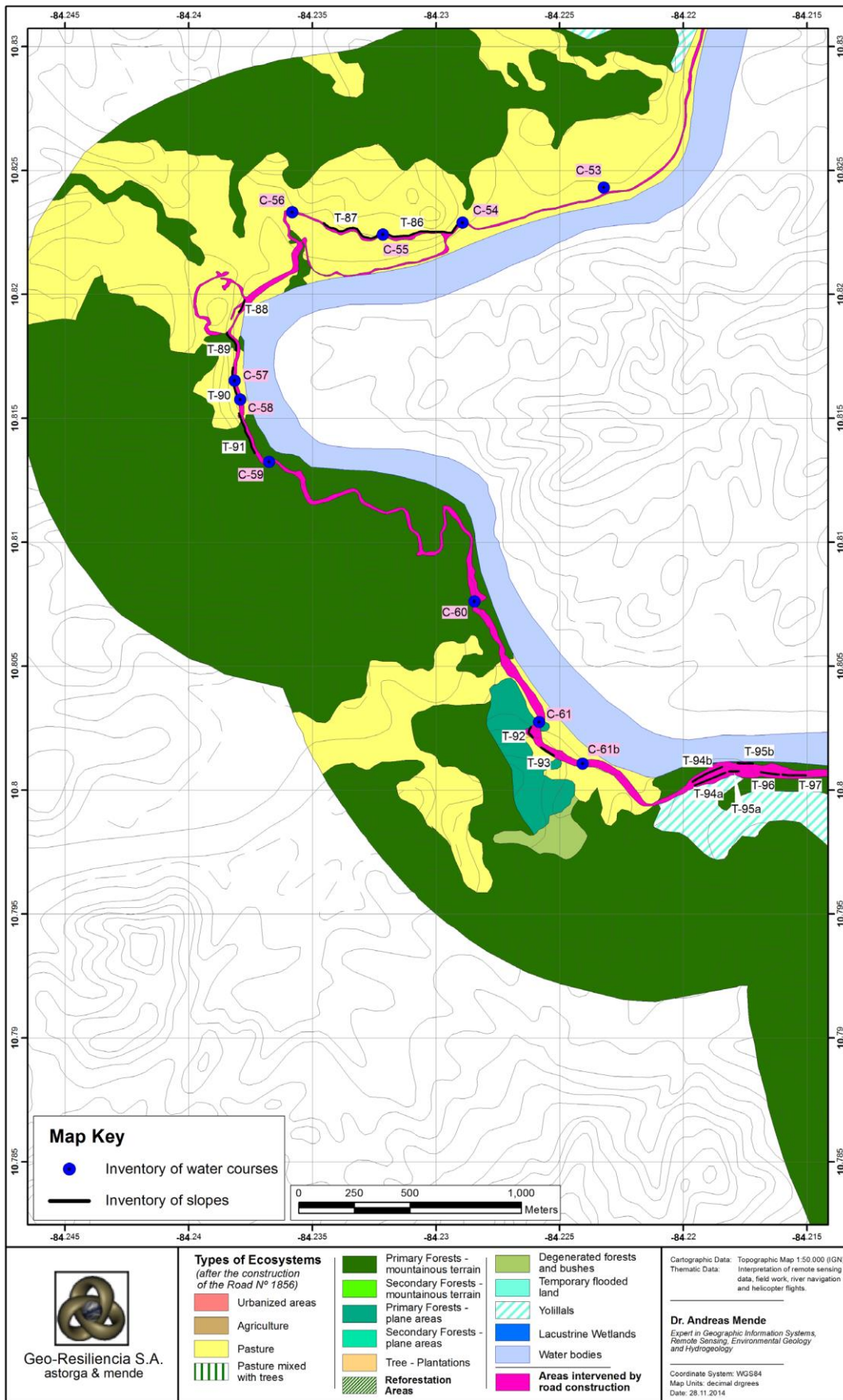
- Primary Forests - mountainous terrain
- Secondary Forests - mountainous terrain
- Primary Forests - plane areas
- Secondary Forests - plane areas
- Tree - Plantations
- Reforestation Areas
- Degenerated forests and bushes
- Temporary flooded land
- Yollials
- Lacustrine Wetlands
- Water bodies
- Areas Intervened by road construction

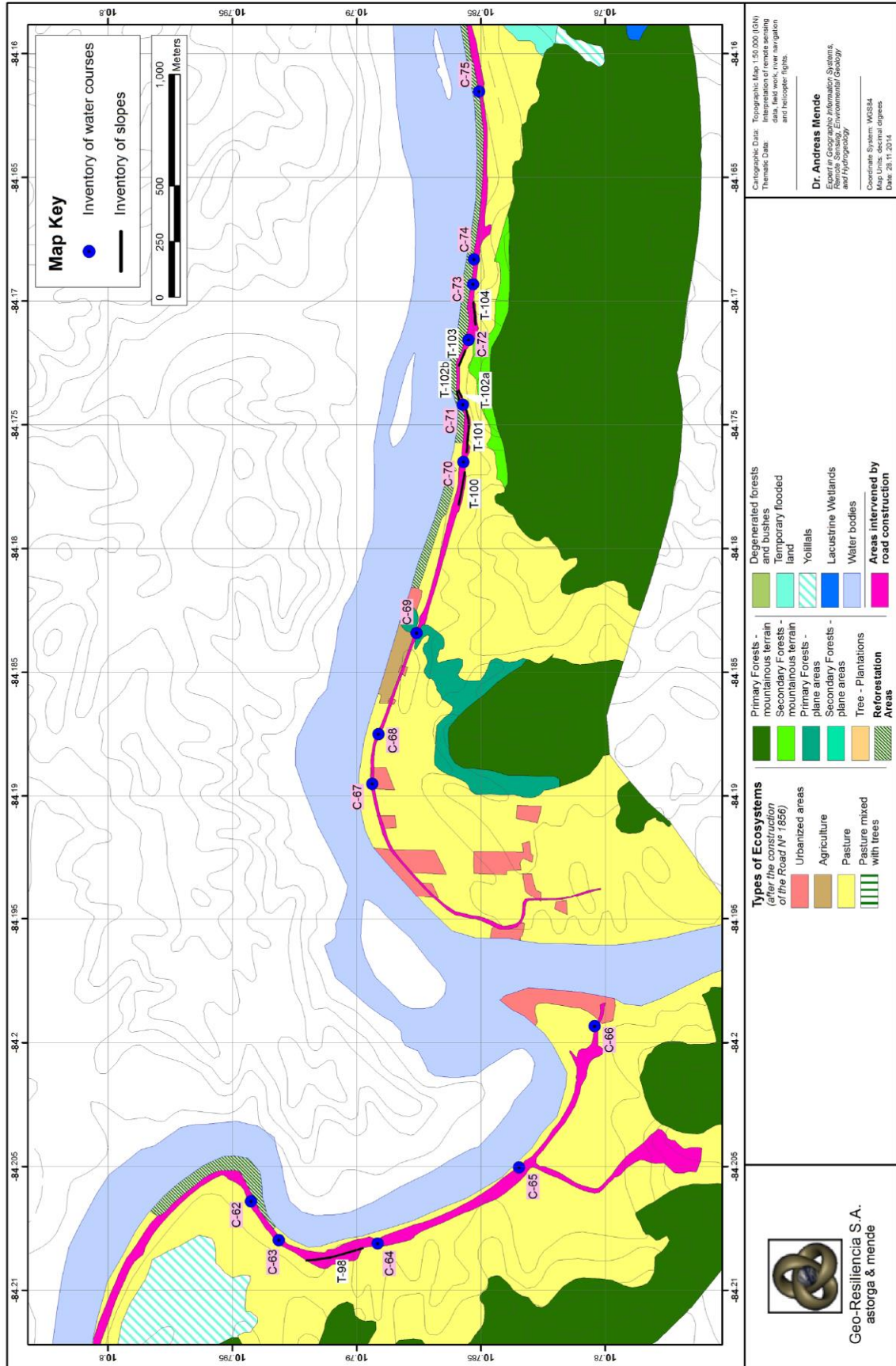
- Types of Ecosystems**
(after the construction of the Road N° 1865)
- Urbanized areas
 - Agriculture
 - Pasture
 - Pasture mixed with trees

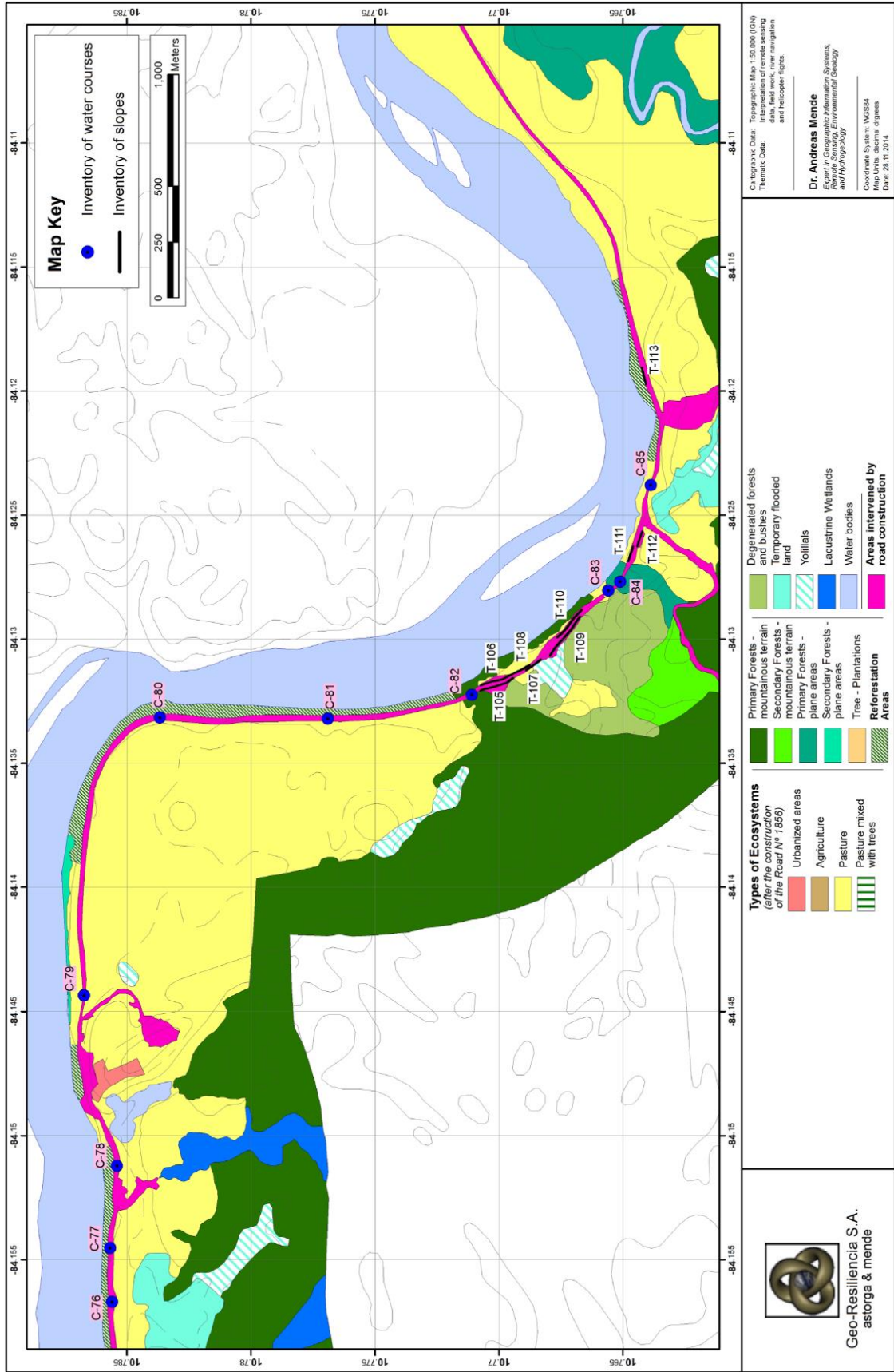


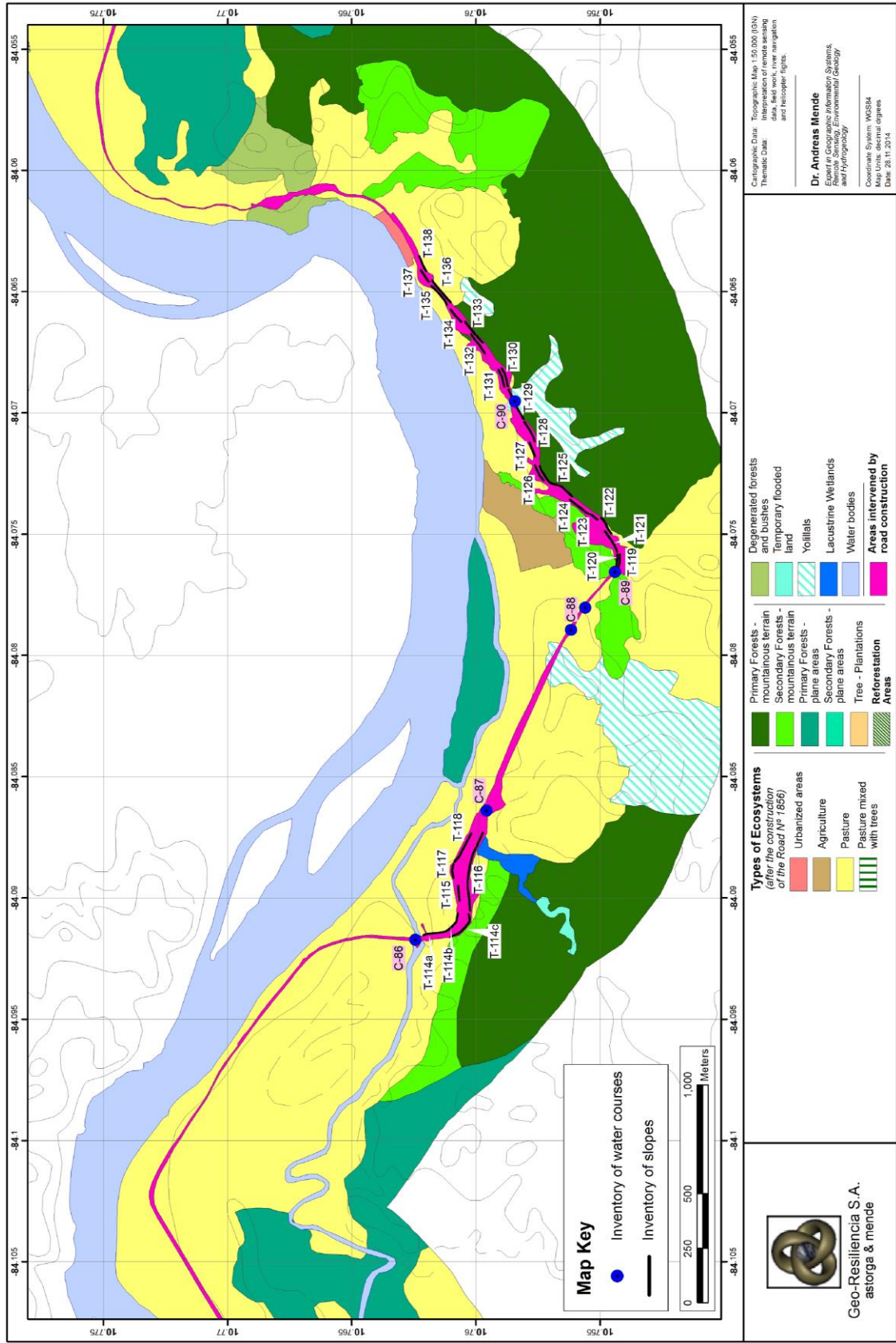
Geo-Resiliencia S.A.
 astorga & mende

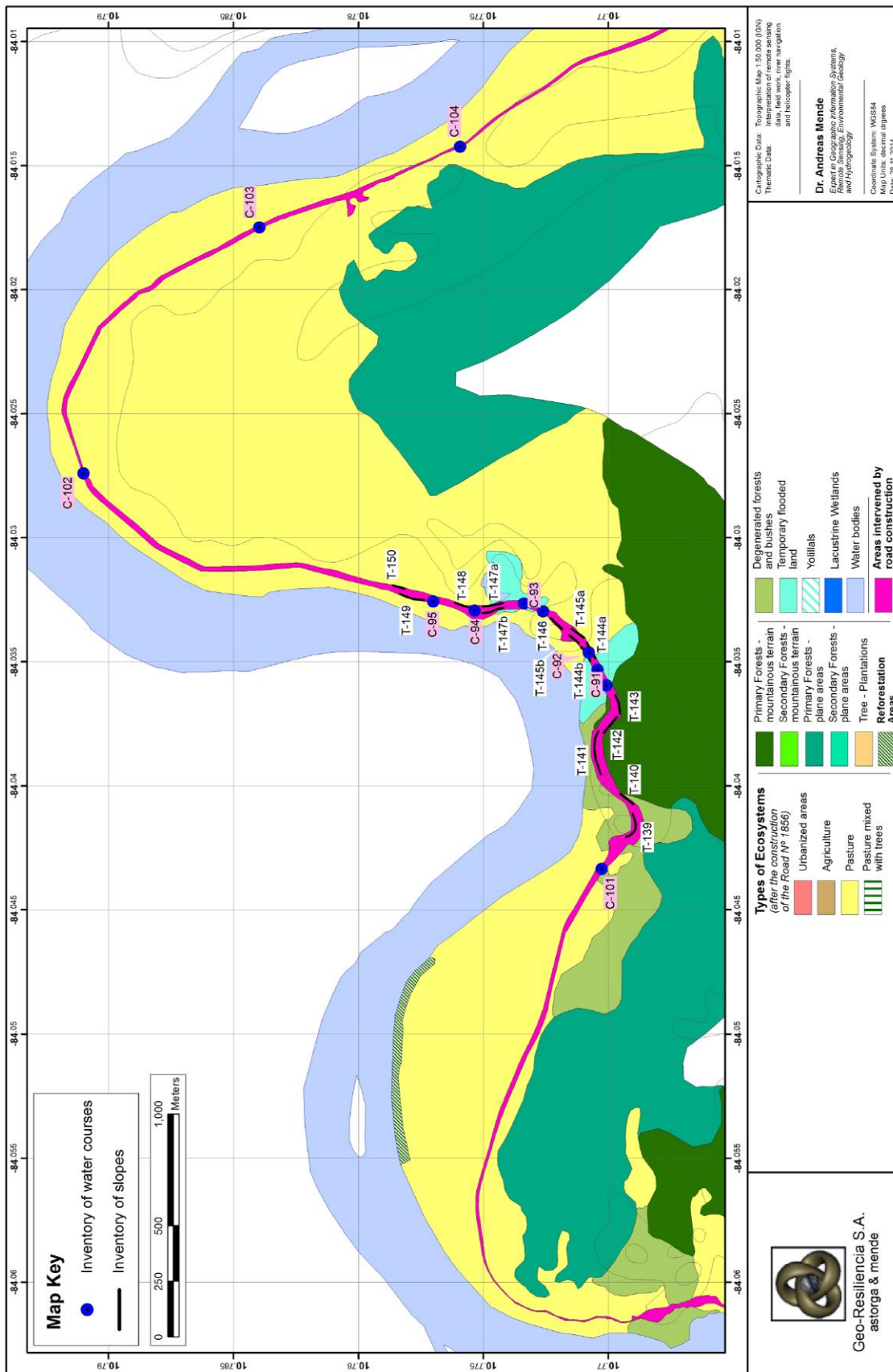


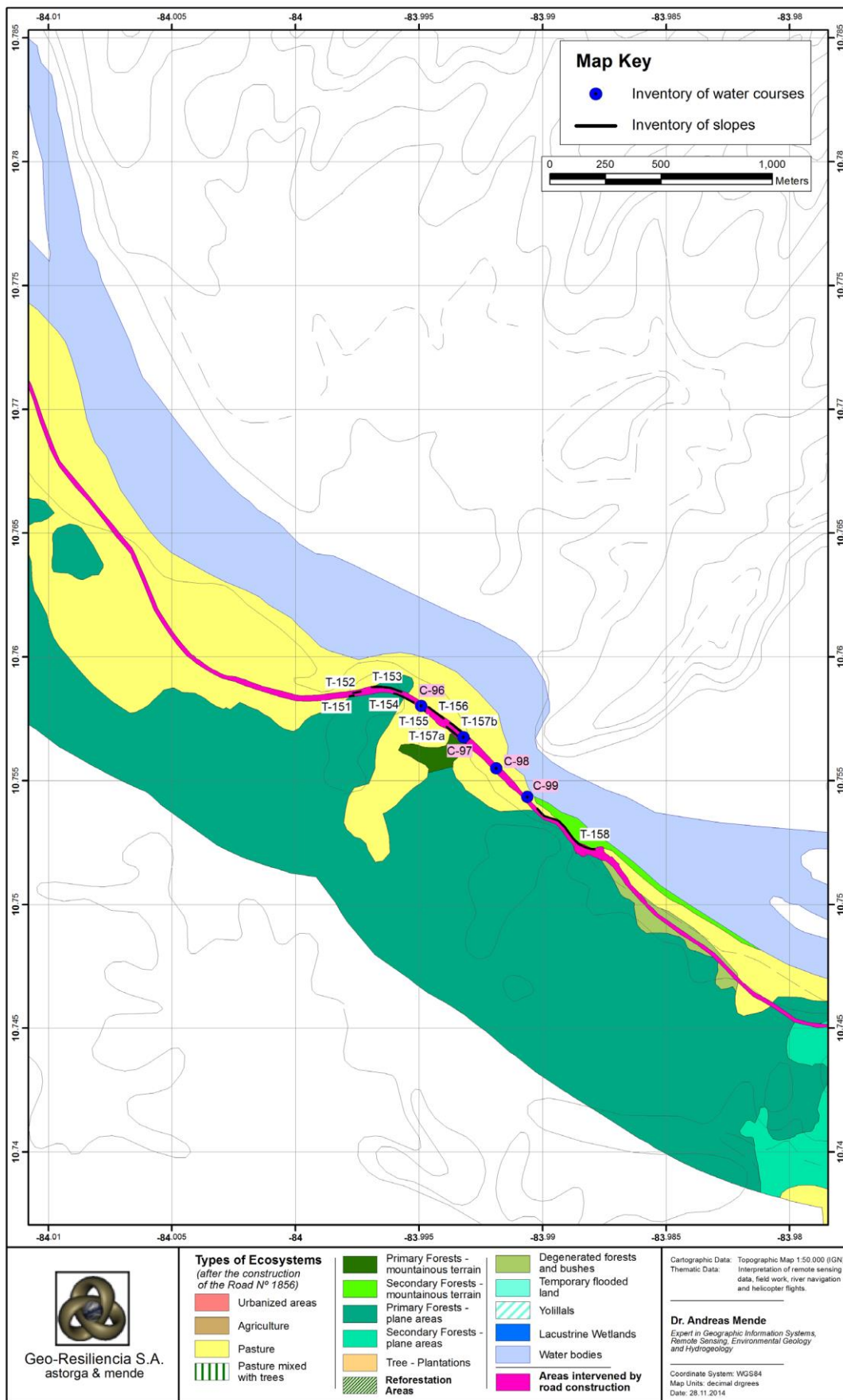


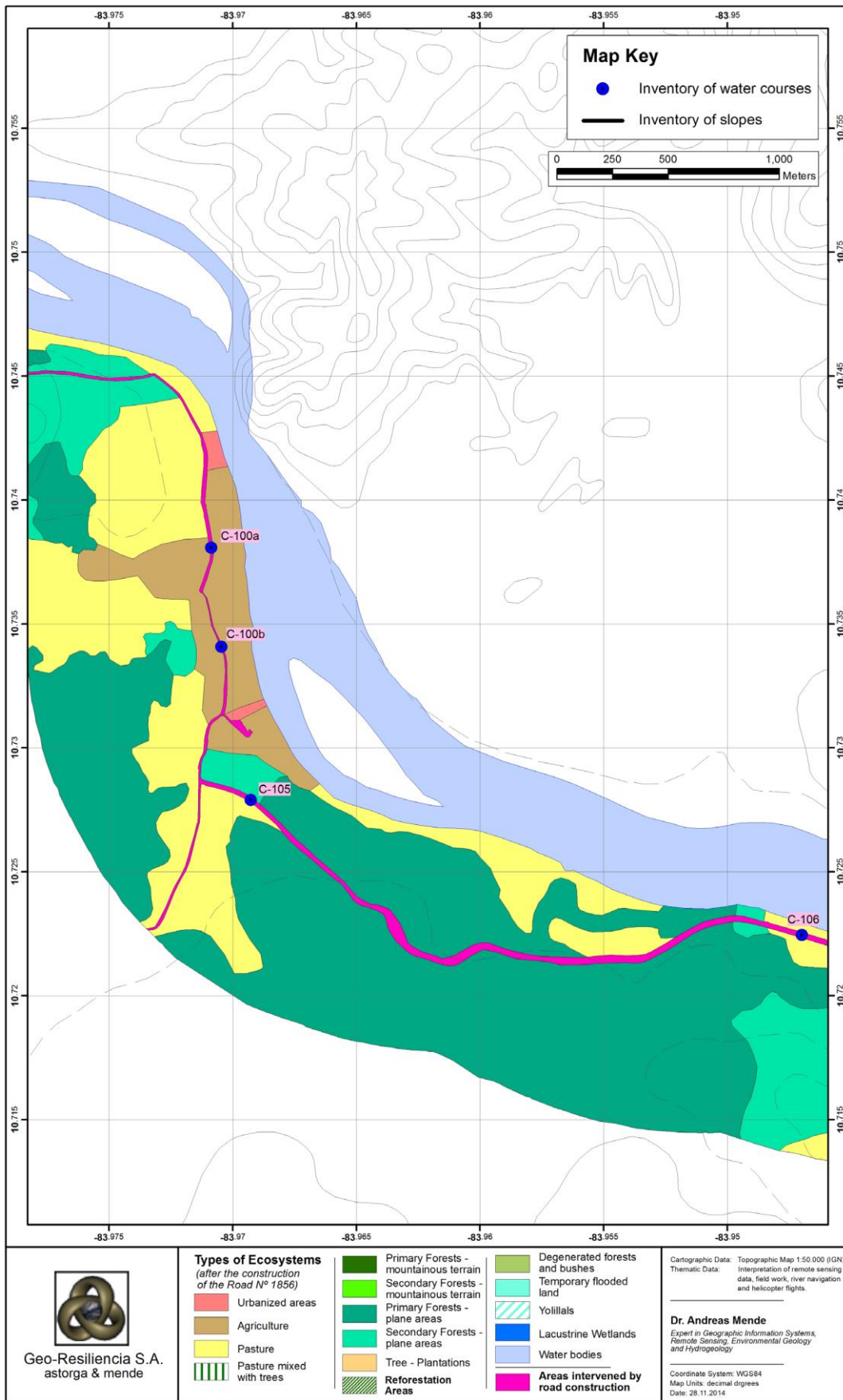


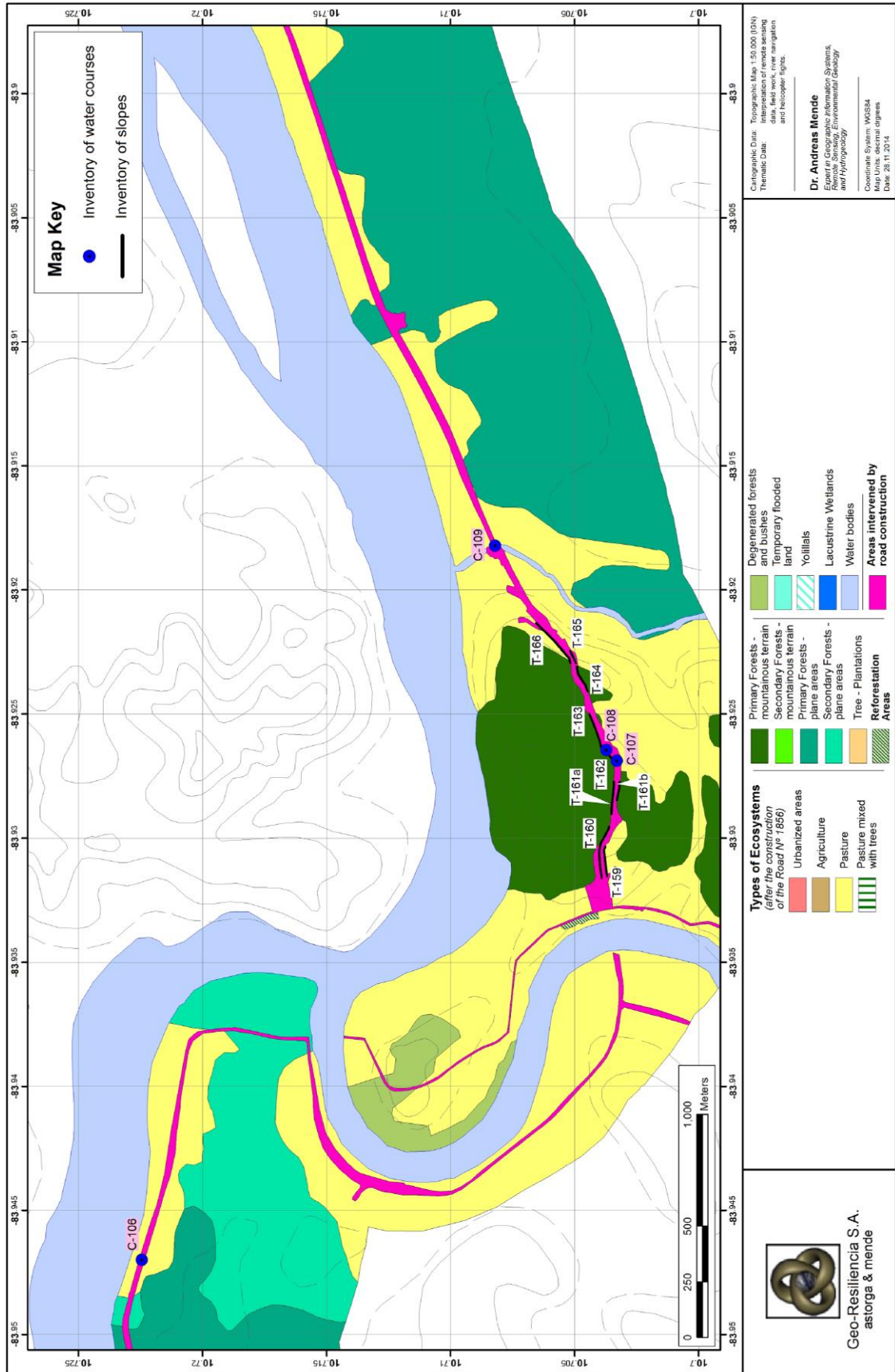


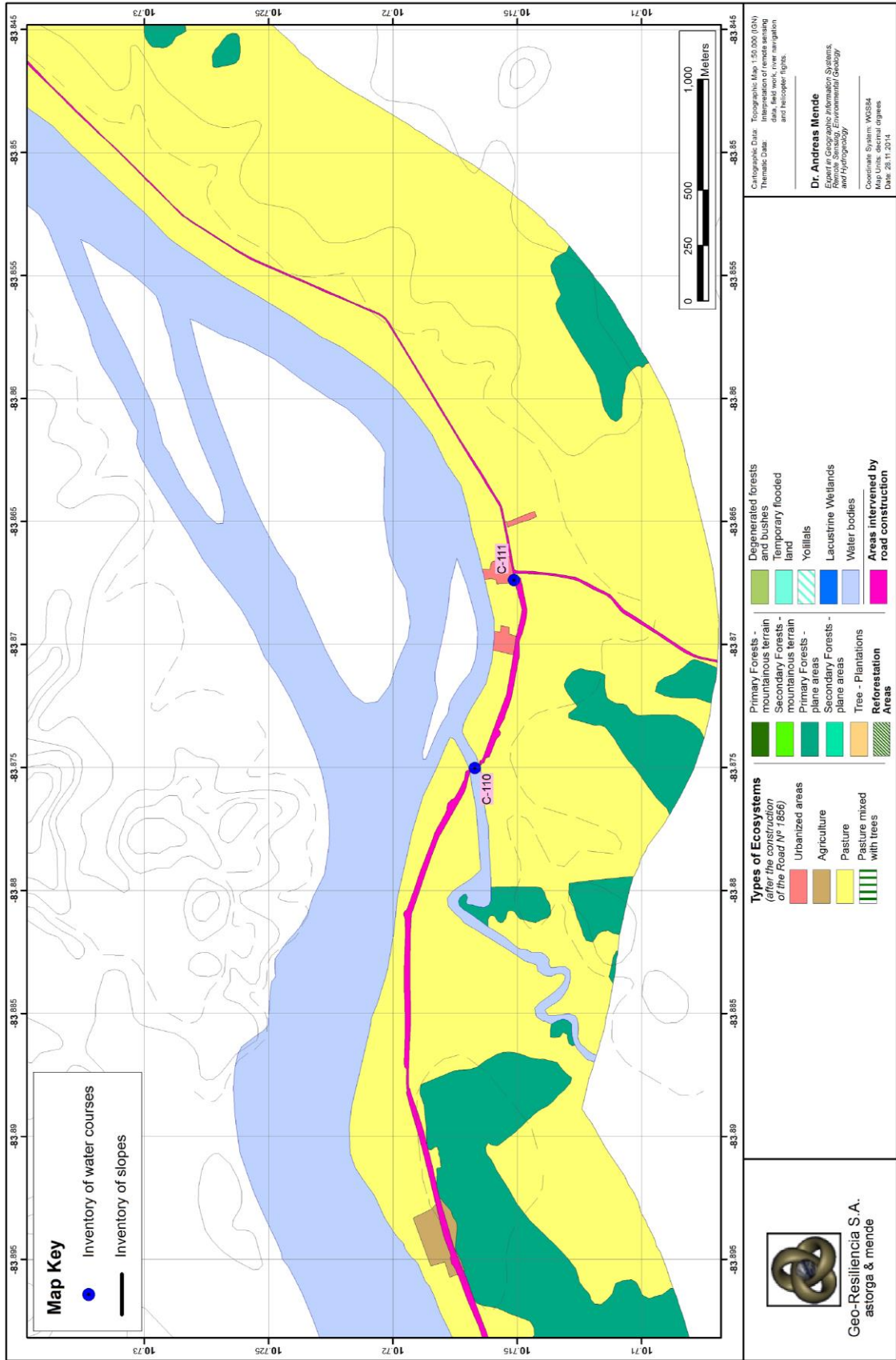


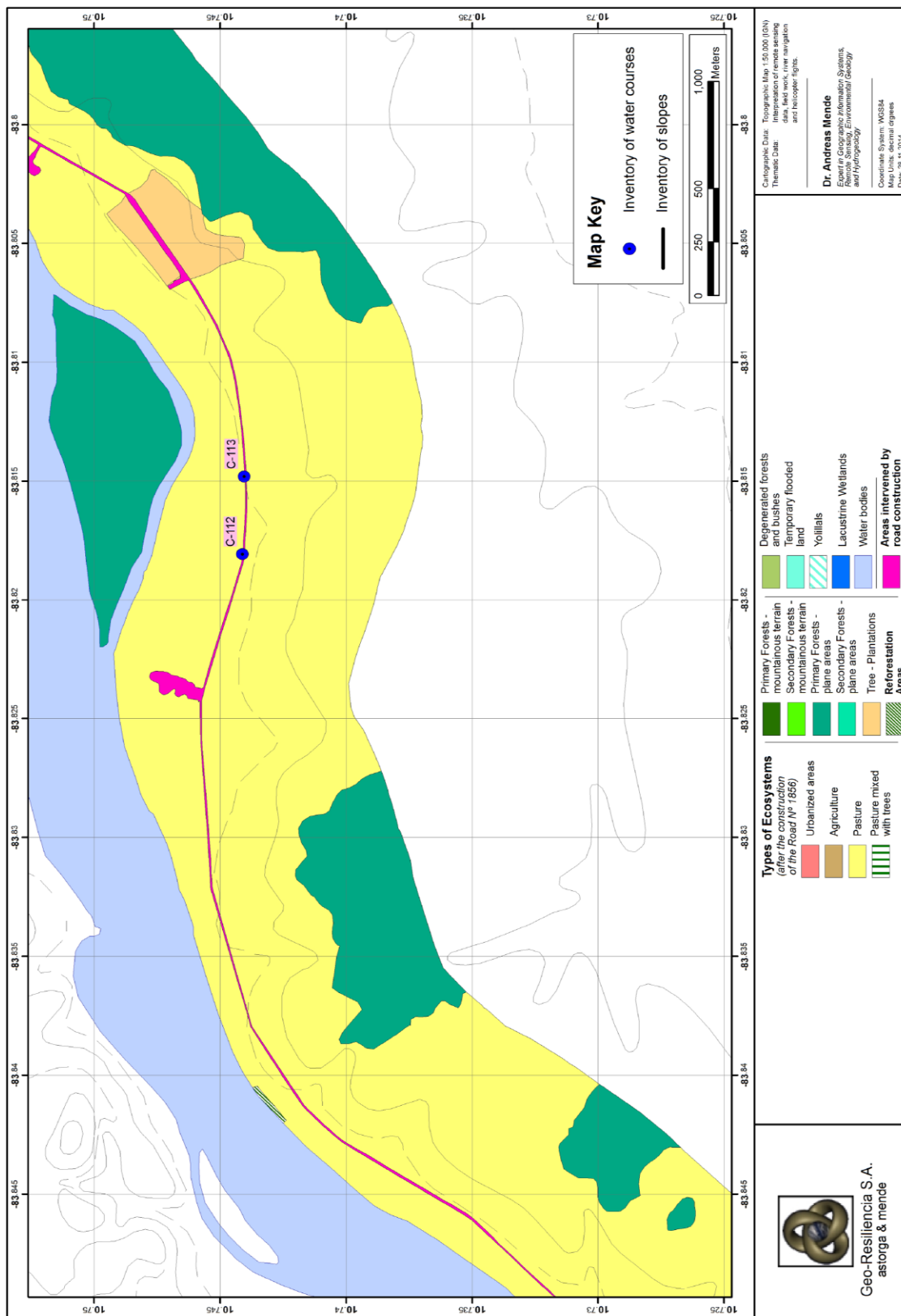


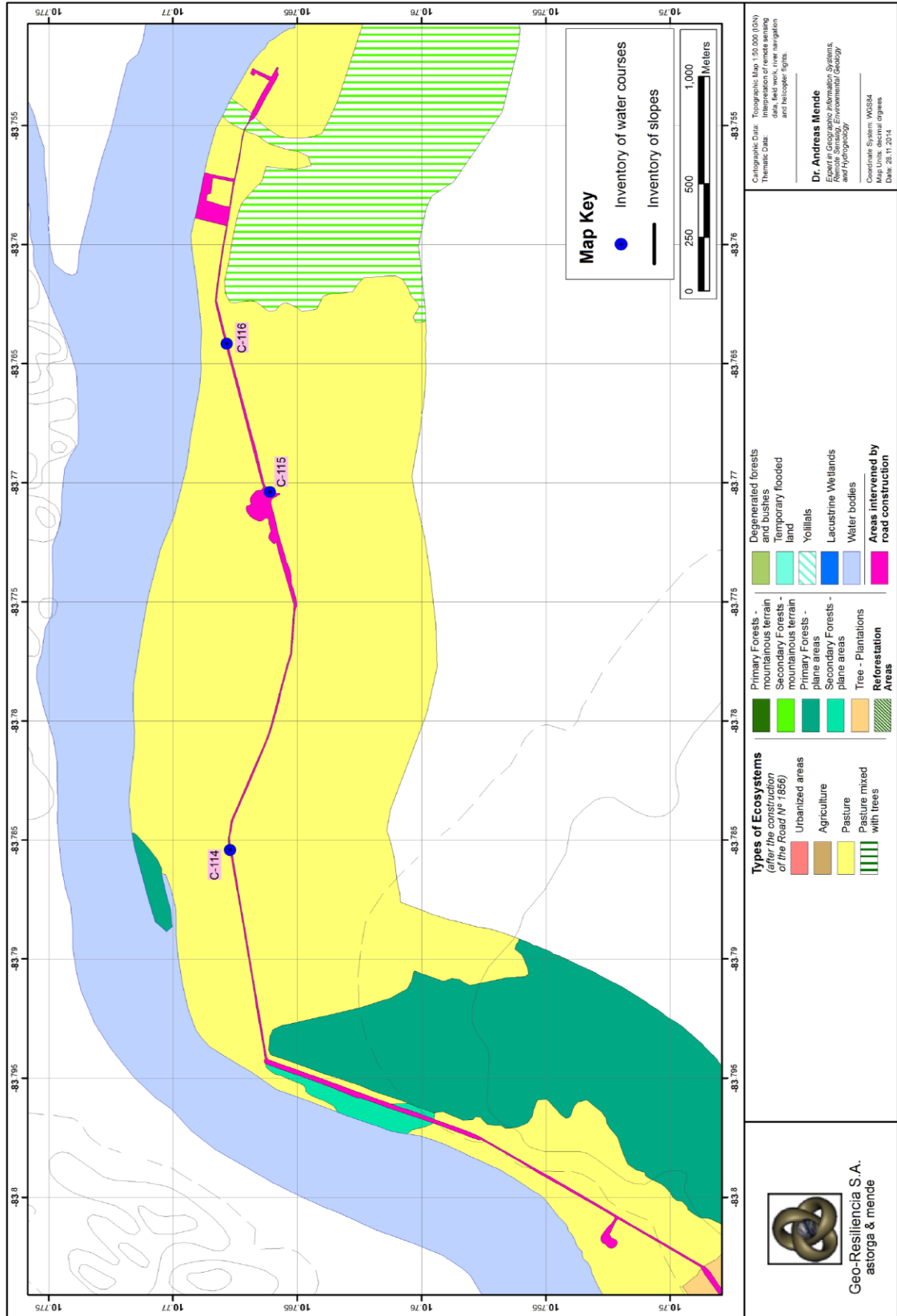












5. Etat des talus et passages de cours d'eau en 2014

La présente section a pour objet de présenter l'état actuel de la route. Pour ce faire, nous avons procédé à un traitement statistique des données relatives aux talus et aux passages de cours d'eau.

5.1. Passages de cours d'eau

Les données consignées dans la nouvelle base de données montrent que les points de passage de cours d'eau sont au nombre de 129 entre la borne n° II et Delta Costa Rica, y compris les points de franchissement des rivières San Carlos et Sarapiquí qui, en raison de leur largeur exceptionnelle, n'ont pas fait l'objet d'un traitement statistique.

Type de structure	2014		2013	
	Cours d'eau (nombre)*	Cours d'eau (%)	Cours d'eau (nombre)	Cours d'eau (%)
<i>Pont avec remblai</i>	27 (-8)	21,3 %	35	29,4 %
<i>Pont sans remblai</i>	5 (+ 4)	3,9 %	1	0,8 %
<i>Ponceau avec remblai</i>	72 (+ 24)	56,7 %	48	40,3 %
<i>Remblai</i>	7 (- 9)	5,5 %	16	13,4 %
<i>Remblai avec troncs d'arbres</i>	4 (+ 1)	3,1 %	3	2,5 %
<i>Aucune construction</i>	12 (- 4)	9,4 %	16	13,4 %
<i>Total</i>	<u>127</u>	<u>100</u>	<u>119</u>	<u>100</u>

Tableau 4 : Données statistiques relatives aux types d'ouvrages mis en œuvre aux points de passage de cours d'eau et à leur évolution entre 2013 et 2014. (* : la valeur entre parenthèses (...) représente l'évolution entre 2013 et 2014).

Le tableau 4 récapitule les ouvrages construits aux points de passage de cours d'eau et présente, notamment, les évolutions observées entre 2013 et 2014. Les résultats montrent qu'en 2014, le nombre de structures principales acceptables a considérablement augmenté : ainsi, en 2014, 72 points de passage sont dotés d'un «remblai avec ponceau», soit 24 de plus qu'en 2013. Cinq points de passage — contre une seule en 2013 — sont dotés d'un «pont sans remblai».

De plus, le nombre de types de constructions douteuses a diminué : 7 «remblais» au lieu de 16 (-9) et 12 points de passage «sans construction» au lieu de 16 (-4). De même, le nombre de «ponts avec remblai» est passé de 35 à 27 (-8). Dans ce genre de cas, la plupart des ponts de bois provisoires ont été remplacés par des ponceaux adéquats surmontés d'une dalle de béton (voir, par exemple, points de passage C-6 ou C-21, appendice C).

<i>Avancement actuel des travaux d'atténuation actuel</i>	<i>Cours d'eau (nombre)</i>	<i>Cours d'eau (%)</i>
<i>Travaux achevés</i>	28	22,0 %
<i>Travaux en cours</i>	23	18,1 %
<i>Travaux prévus</i>	31	24,4 %
<i>Travaux d'atténuation superflus</i>	24	18,9 %
<i>Autre</i>	21	16,5 %
<i>Total</i>	<u>127</u>	<u>100 %</u>

Tableau 5 : Avancement actuel des travaux d'atténuation des structures destinées aux points de passage des cours d'eau situés le long de la route frontalière.

L'avancement actuel des travaux d'atténuation est présenté au tableau 5 : pour 74,8 % (95) des points de passage, soit des mesures d'atténuation ont déjà été mises en œuvre (28 points de passages, soit 22,0 %) ou sont en cours (23 points de passage, soit 18,1 %), soit aucune mesure d'atténuation n'apparaît nécessaire (24 points de passage, soit 18,9 %), soit consistent en des passages piétonniers sans objet au regard de cette question (21 points de passage, soit 16,5 %). Pour 31 points de passage (24,4 %), des travaux d'atténuation sont prévus mais n'ont pas encore été effectués.

En conclusion, les données statistiques relatives aux points de passage de cours d'eau situées entre la borne n° II et Delta Costa Rica révèlent une réelle amélioration de la situation par rapport à ce qu'elle était en 2013. Si certains travaux d'atténuation restent à être mis en œuvre, dans 75 % des cas, les travaux d'atténuation sur ces points de passage ont déjà été effectués, sont en cours ou s'avèrent superflus. La situation actuelle de tous les points de passage est exposée dans les fiches techniques qui figurent à l'appendice C. Les photographies correspondantes permettent de constater les modifications opérées sur ces points de passage.

5.2. Talus

Les données consignées dans la nouvelle base de données indiquent que le nombre total de talus construits entre la borne n° II et Delta Costa Rica s'élève à 201. L'évolution de ce chiffre par rapport à la base de données de 2013 (188 talus) est expliquée dans la section 2.3. La nouvelle méthode de calcul de la superficie des talus expliquée à la section 2.1 a permis de déterminer que la superficie totale des talus s'élève à 309 313 m², dont 165 247, soit 53,4 % d'entre eux, sont touchés par une érosion en nappe, 63 692 m², soit 20,6 %, par une érosion en rigoles, 59 310 m², soit 19,2 %, par une érosion en ravines et 19 278 m², soit 6,2 %, par des glissements de terrain. 1786 m², soit 0,6 % de la superficie des talus, ne font l'objet d'aucun type d'érosion.

<i>Types d'érosion</i>	<i>Talus (superficie en m²)</i>	<i>Talus (superficie en %)</i>
<i>Aucun</i>	1786	0,6
<i>Érosion en nappe</i>	165 247	53,4
<i>Érosion en rigoles</i>	63 692	20,6
<i>Érosion en ravines</i>	59 310	19,2
<i>Glissements de terrain</i>	19 278	6,2
<i>Total</i>	<u>309 313</u>	<u>100</u>

Tableau 6 : Données statistiques relatives aux types d'érosion des talus situés le long de la route frontalière entre la borne n° II et Delta Costa Rica.

L'état d'atténuation actuel des talus situés le long de la route 1856 s'apparente à celui des points de franchissement de cours d'eau (tableau 7) : pour 71,1 % (143) des talus, soit des travaux d'atténuation ont été achevés (25 talus, soit 12,4 % d'entre eux) ou sont en cours (107 talus, soit 53,2 %), soit aucune mesure d'atténuation n'apparaît nécessaire (11 talus, soit 5,5 %). Par ailleurs, pour 58 talus (soit 28,9 %), des travaux d'atténuation sont prévus mais en attente d'exécution. Le tableau 8 récapitule dans le détail les mesures d'atténuation qui ont été entreprises.

<i>Avancement actuel des travaux d'atténuation</i>	<i>Talus (nombre)</i>	<i>Talus (%)</i>
<i>Travaux achevés</i>	25	12,4 %
<i>Travaux en cours</i>	107	53,2 %
<i>Travaux prévus</i>	58	28,9 %
<i>Travaux d'atténuation superflus</i>	11	5,5 %
<i>Total</i>	<i>201</i>	<i>100 %</i>

Tableau 7 : Avancement actuel des travaux d'atténuation relatifs aux talus de la route frontalière.

<i>Mesures d'atténuation</i>	<i>Talus (nombre)</i>	<i>Talus (%)</i>
<i>Mesures d'atténuation (en général)</i>	142	70,6 %
<i>Géotextiles</i>	26	12,9 %
<i>Contrôle de l'écoulement</i>	26	12,9 %
<i>Stabilisation par terrasses</i>	22	10,9 %
<i>Trappes à sédiment</i>	19	9,5 %
<i>Végétation plantée ou semée</i>	37	18,4 %
<i>Végétation naturelle</i>	121	60,2 %

Tableau 8 : Situation actuelle des diverses mesures d'atténuation mises en œuvre le long de la route frontalière.

Les fiches techniques figurant à l'appendice B résument la situation actuelle de l'ensemble des talus situés entre la borne n° II et Delta Costa Rica. Les photographies correspondantes permettent de constater l'évolution de ces talus entre 2013 et 2014 (appendice B).

6. Estimation du taux d'érosion des talus situés le long de la route 1856 entre la borne n° II et Delta Costa Rica

Le rapport établi en 2014 par l'équipe de travail de l'UCR présente des améliorations en ce qui concerne les estimations de taux d'érosion en fonction des divers types d'érosion auxquels sont sujets les talus situés le long de la route frontalière. Ces données reposent sur des mesures sur le terrain qui ont été considérablement améliorées grâce à l'utilisation d'un scanner tomographique laser (LiDAR) et de données photogrammétriques recueillies par UAV. Le tableau 9 récapitule le taux annuel d'érosion pour les différents types d'érosion auxquels sont sujets les talus de déblai et de remblai.

Sur la base de ces données améliorées, les mesures améliorées de la superficie des talus nous ont permis de fournir une nouvelle estimation du taux d'érosion annuel global des talus. La méthode de calcul que nous avons choisie est la même que celle présentée dans le rapport 2013.

La première étape a consisté à déterminer, pour chaque talus, la superficie concernée par chaque type d'érosion (en nappe, en rigoles, en ravines ou par glissement de terrain) en reprenant les pourcentages relevés sur le terrain durant notre campagne 2014. Ainsi, le taux d'érosion de chaque talus a pu être estimé en multipliant les superficies résultantes par le taux d'érosion

correspondant — indiqué au tableau 9, puis en additionnant les taux des différents types d'érosion observés pour le talus en question. Les estimations de taux annuels de sédimentation de l'ensemble des talus figurent dans l'appendice A.

Type d'érosion		Érosion de 1 m ² par an (m)
TALUS DE DÉBLAI	<i>Érosion en nappe</i>	0,07
	<i>Rigoles</i>	0,16
	<i>Ravines</i>	0,27
	<i>Glissements de terrain</i>	0,40
TALUS DE REMBLAI	<i>Érosion en nappe</i>	0,14
	<i>Rigoles</i>	0,16
	<i>Ravines</i>	0,76
	<i>Glissements de terrain</i>	0,40

Tableau 9 : Taux moyen d'érosion au mètre carré pour les différents types de talus et types d'érosion déterminés par le groupe de travail de l'UCR (UCR, 2014).

Le taux d'érosion global de l'ensemble des talus situés le long de la route 1856 entre la borne n° II et Delta Costa Rica peut être obtenu en additionnant les taux d'érosion des talus présentés dans l'appendice A. Cette valeur est de 71 836 m³/an, soit 119 967 t/an, si l'on se base sur le ratio de transformation de 1:1,67 tiré du rapport de l'ICE (2013).

Il convient ici de souligner que cette valeur représente la limite supérieure du taux annuel d'érosion. D'un côté, dans le rapport qu'elle a établi en 2014, l'équipe de travail de l'UCR insiste sur le fait que «les taux maximum d'érosion, ou «les pires cas» d'érosion mesurés en deux ans sur les sites de surveillance» ont été envisagés pour chaque type d'érosion et chaque talus. L'application de taux maximum d'érosion à l'ensemble des talus de la route frontalière laisse envisager un scénario dans lequel tous les phénomènes d'érosion seraient simultanément à leur paroxysme pour chacun des talus tout au long de la route.

En outre, il y a lieu de noter que les effets des mesures d'atténuation mises en œuvre — qui, indéniablement, entraîneront une diminution considérable des taux d'érosion pour les talus en question — n'ont pas été pris en compte. A ce jour (décembre 2014), des travaux d'atténuation ont été achevés ou sont en cours pour 142 talus (soit 70,6 % des talus, voir tableau 8), ce qui montre bien l'importance considérable de cet aspect. Etant donné que les effets de ces mesures sont difficiles à mesurer avec exactitude, nous avons préféré ne pas prendre en compte ce facteur, qui laisse toutefois à penser que les taux d'érosion présentés sont particulièrement prudents.

Ce taux d'érosion a presque doublé par rapport à celui présenté dans le rapport 2013 (36 590 m³/an, soit 61 100 t/an). Cette différence considérable s'explique principalement par la nouvelle méthode que nous avons employée pour déterminer la superficie des talus (voir section 2.1). Notamment, dans le cas des talus de remblai pour lesquels la chaussée de la route se trouve au sommet du talus, les estimations de longueur de talus avaient été nettement sous-estimées lors de la campagne effectuée sur le terrain en 2013. Ce type de talus est principalement sujet à une érosion en ravines qui, selon le groupe de travail de l'UCR, présente les taux d'érosion les plus élevés (voir tableau 9).

En ce qui concerne l'estimation du taux d'érosion global de l'ensemble des talus, il convient de reconnaître que la nouvelle valeur mise en avant dans le présent rapport est une valeur raisonnable qui se fonde sur des valeurs déterminées exclusivement par des mesures effectuées sur le terrain.

7. Fiches techniques relatives aux talus et aux passages de cours d'eau

Dans le cadre de notre campagne 2014 sur le terrain, de nouvelles données ont été collectées pour la totalité des talus et des points de franchissement de cours d'eau. Afin de dresser un état des lieux aussi complet que possible de la situation actuelle de la route frontalière, nous avons établi des fiches techniques pour tous les talus et tous les passages de cours d'eau. Les données de terrain nouvellement colligées ont été ajoutées, ainsi que des photographies qui attestent de l'état des talus et des points de passage en 2013 et aujourd'hui (appendices B et C). Cette décision a aussi été prise pour prouver que les données ici présentées sont fiables et attestent de l'état réel de la route en 2014.

L'absence de photographie pour quelques talus et cours d'eau pour les années 2013 et/ou 2014 s'explique par les fortes précipitations qui nous ont empêchés de prendre des photographies de qualité acceptable.

Les talus pour lesquels la mention «*Site UCR*» a été ajoutée dans le champ «*Etat d'atténuation*» correspondent aux sites sur lesquels le groupe de travail de l'UCR a effectué ses propres mesures des taux d'érosion. C'est la raison pour laquelle, pour ces talus, les travaux d'atténuation n'ont pas été effectués ou ont été reportés.

.....

APPENDICE A

**SYNTHÈSE DES PRINCIPALES DONNÉES RELATIVES AUX TALUS SITUÉS LE LONG DE
LA ROUTE 1856 ENTRE LA BORNE N° II ET DELTA COSTA RICA**

Talus	Type	Hauteur (m)	Inclinaison du talus (°)	Longueur du talus (m)	Largeur du talus (m)	Superficie du talus (m ²)	Nappe (%)	Nappe (m ²)	Rigoles (%)	Rigoles (m ²)	Ravines (%)	Ravines (m ²)	Glissements de terrain (%)	Glissements de terrain (m)	Taux d'érosion (m ³ /a)	Taux d'érosion (t/a)
T-1	déblai	2.5	50	3.3	181.9	593.6	100	593.6	0	0.0	0	0.0	0	0.0	41.6	69.4
T-10	déblai	3	60	3.5	71	246.0	80	196.8	20	49.2	0	0.0	0	0.0	21.6	36.1
T-100	déblai	3.5	60	4.0	145.2	586.8	100	586.8	0	0.0	0	0.0	0	0.0	41.1	68.6
T-101	déblai	4.5	60	5.2	199.5	1036.6	85	881.1	15	155.5	0	0.0	0	0.0	86.6	144.6
T-102a	déblai	2.3	60	2.7	31.8	84.5	20	16.9	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1.2	2.0
T-102b	remblai	24			34.7	832.8	100	832.8	0	0.0	0	0.0	0	0.0	116.6	194.7
T-103	déblai	4	60	4.6	72.4	334.4	100	334.4	0	0.0	0	0.0	0	0.0	23.4	39.1
T-104	déblai	13	60	14.4	101	1457.8	100	1457.8	0	0.0	0	0.0	0	0.0	102.0	170.4
T-105	déblai	4.6	50	6.0	158.4	951.2	75	713.4	20	190.2	5	47.6	0	0.0	93.2	155.7
T-106	déblai	4.5	55	5.5	155	851.5	100	851.5	0	0.0	0	0.0	0	0.0	59.6	99.5
T-107	déblai	2.4	65	2.6	80.3	212.6	100	212.6	0	0.0	0	0.0	0	0.0	14.9	24.9
T-108	remblai	25			75.2	1842.4	60	1105.4	15	276.4	25	460.6	0	0.0	549.0	916.9
T-109	remblai	37			218.9	8099.3	25	2024.8	30	2429.8	45	3644.7	0	0.0	3442.2	5748.5
T-11	déblai	3.2	60	3.7	86.2	318.5	20	63.7	0	0.0	0	0.0	0	0.0	4.5	7.4
T-110	déblai	5.5	55	6.7	162.5	1091.1	90	982.0	10	109.1	0	0.0	0	0.0	86.2	143.9
T-111	déblai	3.8	55	4.6	68.4	317.3	70	222.1	30	95.2	0	0.0	0	0.0	30.8	51.4
T-112	déblai	3.4	40	5.3	69	365.0	100	365.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	25.5	42.7
T-113	déblai	1.6	55	2.0	73.8	144.1	100	144.1	0	0.0	0	0.0	0	0.0	10.1	16.9
T-114a	déblai	9	45	12.7	106.4	1354.3	20	270.9	20	270.9	35	474.0	25	338.6	325.7	543.9
T-114b	déblai	4.5	55	5.5	95.8	526.3	85	447.3	15	78.9	0	0.0	0	0.0	43.9	73.4
T-114c	déblai	2.5	60	2.9	148.6	429.0	80	343.2	20	85.8	0	0.0	0	0.0	37.7	63.0
T-115	déblai	4.8	45	6.8	67.9	460.9	100	460.9	0	0.0	0	0.0	0	0.0	32.3	53.9
T-116	remblai	27			362.6	9790.2	0	0.0	25	2447.6	75	7342.7	0	0.0	5972.0	9973.3
T-117	remblai	12			62.8	753.6	60	452.2	30	226.1	10	75.4	0	0.0	156.7	261.8
T-118	déblai	8.5	50	11.1	147.5	1636.7	75	1227.5	25	409.2	0	0.0	0	0.0	151.4	252.8
T-119	déblai	7.5	45	10.6	60	636.4	85	540.9	15	95.5	0	0.0	0	0.0	53.1	88.7
T-12	déblai	7	45	9.9	75.1	743.5	80	594.8	0	0.0	0	0.0	20	148.7	101.1	168.9
T-120	déblai	3.9	45	5.5	51.6	284.6	100	284.6	0	0.0	0	0.0	0	0.0	19.9	33.3
T-121	remblai	19			109.4	2078.6	0	0.0	10	207.9	90	1870.7	0	0.0	1455.0	2429.9
T-122	déblai	7.5	55	9.2	85.6	783.7	100	783.7	0	0.0	0	0.0	0	0.0	54.9	91.6
T-123	remblai	19			66	1254.0	0	0.0	10	125.4	90	1128.6	0	0.0	877.8	1465.9
T-124	déblai	3.9	65	4.3	76.5	329.2	100	329.2	0	0.0	0	0.0	0	0.0	23.0	38.5

Talus	Type	Hauteur (m)	Inclinaison du talus (°)	Longueur du talus (m)	Largeur du talus (m)	Superficie du talus (m ²)	Nappe (%)	Nappe (m ²)	Rigoles (%)	Rigoles (m ²)	Ravines (%)	Ravines (m ²)	Glissements de terrain (%)	Glissements de terrain (m)	Taux d'érosion (m ³ /a)	Taux d'érosion (t/a)
T-125	déblai	5	45	7.1	208.8	1476.4	100	1476.4	0	0.0	0	0.0	0	0.0	103.4	172.6
T-126	remblai	26			79.4	2064.4	60	1238.6	20	412.9	20	412.9	0	0.0	553.3	923.9
T-127	déblai	5.7	50	7.4	66.1	491.8	100	491.8	0	0.0	0	0.0	0	0.0	34.4	57.5
T-128	déblai	7	50	9.1	100.2	915.6	80	732.5	20	183.1	0	0.0	0	0.0	80.6	134.6
T-129	remblai	5.5			149.8	823.9	85	700.3	10	82.4	5	41.2	0	0.0	142.5	238.0
T-13	déblai	8.5	45	12.0	131.1	1575.9	70	1103.2	10	157.6	0	0.0	20	315.2	228.5	381.6
T-130	déblai	4.5	50	5.9	86.3	507.0	85	430.9	15	76.0	0	0.0	0	0.0	42.3	70.7
T-131	déblai	1.8	80	1.8	82.5	150.8	100	150.8		0.0		0.0		0.0	10.6	17.6
T-132	remblai	20			107.1	2142.0	10	214.2	20	428.4	70	1499.4	0	0.0	1238.1	2067.6
T-133	déblai	5	45	7.1	125.1	884.6	80	707.7	20	176.9	0	0.0	0	0.0	77.8	130.0
T-134	remblai	17			73.9	1256.3	20	251.3	30	376.9	50	628.2	0	0.0	572.9	956.7
T-135	remblai	8.5			109.1	927.4	40	370.9	10	92.7	0	0.0	0	0.0	66.8	111.5
T-136	déblai	3.2	65	3.5	129.8	458.3	50	229.1	20	91.7	0	0.0	30	137.5	85.7	143.1
T-137	déblai	3.8	65	4.2	65.1	273.0	75	204.7	0	0.0	0	0.0	25	68.2	41.6	69.5
T-138	déblai	1.3	70	1.3	72.8	96.8	100	96.8	0	0.0	0	0.0	0	0.0	6.8	11.3
T-139	déblai	11	45	15.6	124.3	1933.7	50	966.8	40	773.5	10	193.4	0	0.0	243.6	406.9
T-14	déblai	4.5	50	5.9	203.7	1196.6	50	598.3	30	359.0	10	119.7	10	119.7	179.5	299.7
T-140	déblai	3	65	3.3	75	248.3	75	186.2	25	62.1	0	0.0	0	0.0	23.0	38.3
T-141	déblai	2.5	45	3.5	198.5	701.8	100	701.8	0	0.0	0	0.0	0	0.0	49.1	82.0
T-142	remblai	2.2			93.5	205.7	80	164.6	20	41.1	0	0.0	0	0.0	29.6	49.5
T-143	déblai	1.8	45	2.5	85.8	218.4	100	218.4	0	0.0	0	0.0	0	0.0	15.3	25.5
T-144a	remblai	6			78.1	468.6	85	398.3	15	70.3	0	0.0	0	0.0	67.0	111.9
T-144b	remblai	5.5			77.2	424.6	85	360.9	15	63.7	0	0.0	0	0.0	60.7	101.4
T-145a	déblai	1.7	60	2.0	65.5	128.6	100	128.6	0	0.0	0	0.0	0	0.0	9.0	15.0
T-145b	déblai	2.2	45	3.1	55.4	172.4	100	172.4	0	0.0	0	0.0	0	0.0	12.1	20.1
T-146	déblai	5.5	50	7.2	68.2	489.7	100	489.7	0	0.0	0	0.0	0	0.0	34.3	57.2
T-147a	déblai	3.5	45	4.9	91.1	450.9	100	450.9	0	0.0	0	0.0	0	0.0	31.6	52.7
T-147b	déblai	2.8	45	4.0	95.2	377.0	100	377.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	26.4	44.1
T-148	déblai	3.5	45	4.9	70	346.5	100	346.5	0	0.0	0	0.0	0	0.0	24.3	40.5
T-149	déblai	4.5	55	5.5	113.1	621.3	100	621.3	0	0.0	0	0.0	0	0.0	43.5	72.6
T-15	déblai	6	55	7.3	213	1560.1	60	936.1	40	624.1	0	0.0	0	0.0	165.4	276.2
T-150	déblai	3.6	55	4.4	54.3	238.6	80	190.9	20	47.7	0	0.0	0	0.0	21.0	35.1

Talus	Type	Hauteur (m)	Inclinaison du talus (°)	Longueur du talus (m)	Largeur du talus (m)	Superficie du talus (m ²)	Nappe (%)	Nappe (m ²)	Rigoles (%)	Rigoles (m ²)	Ravines (%)	Ravines (m ²)	Glissements de terrain (%)	Glissements de terrain (m)	Taux d'érosion (m ³ /a)	Taux d'érosion (t/a)
T-151	déblai	2.9	65	3.2	16.8	53.8	100	53.8	0	0.0	0	0.0	0	0.0	3.8	6.3
T-152	remblai	10			33.1	331.0	50	165.5	25	82.8	25	82.8	0	0.0	99.3	165.8
T-153	déblai	7.5	60	8.7	133.3	1154.4	100	1154.4	0	0.0	0	0.0	0	0.0	80.8	135.0
T-154	déblai	5.5	50	7.2	95.6	686.4	100	686.4	0	0.0	0	0.0	0	0.0	48.0	80.2
T-155	remblai	3.2			47.2	151.0	50	75.5	20	30.2	30	45.3	0	0.0	49.8	83.2
T-156	déblai	5.7	50	7.4	82.7	615.4	80	492.3	20	123.1	0	0.0	0	0.0	54.2	90.4
T-157a	remblai	3.8			109.6	416.5	55	229.1	30	124.9	15	62.5	0	0.0	99.5	166.2
T-157b	remblai	3.8			110.1	418.4	75	313.8	25	104.6	0	0.0	0	0.0	60.7	101.3
T-158	déblai	11	30	21.0	325.1	6827.1	60	4096.3	30	2048.1	10	682.7	0	0.0	798.8	1333.9
T-159	déblai	1.6	45	2.3	133.4	301.8	80	241.5	20	60.4	0	0.0	0	0.0	26.6	44.4
T-160	déblai	1.8	55	2.2	237.4	521.7	60	313.0	40	208.7	0	0.0	0	0.0	55.3	92.3
T-161a	déblai	3.8	55	4.6	143	663.4	100	663.4	0	0.0	0	0.0	0	0.0	46.4	77.5
T-161b	déblai	3	65	3.3	81.3	269.1	100	269.1	0	0.0	0	0.0	0	0.0	18.8	31.5
T-162	remblai	9			45.1	405.9	100	405.9	0	0.0	0	0.0	0	0.0	56.8	94.9
T-163	déblai	4.7	65	5.2	157.9	818.8	100	818.8	0	0.0	0	0.0	0	0.0	57.3	95.7
T-164	déblai	6.2	55	7.6	121.8	921.9	85	783.6	0	0.0	0	0.0	15	138.3	110.2	184.0
T-165	remblai	15			58.3	874.5	100	874.5	0	0.0	0	0.0	0	0.0	122.4	204.5
T-166	déblai	4.2	55	5.1	234.9	1204.4	100	1204.4	0	0.0	0	0.0	0	0.0	84.3	140.8
T-17	déblai	6.5	50	8.5	191.4	1624.1	70	1136.8	10	162.4	0	0.0	20	324.8	235.5	393.3
T-19	déblai	12	50	15.0	147.9	2220.3	70	1554.2	30	666.1	0	0.0	0	0.0	215.4	359.7
T-2	déblai	2.2	55	2.7	69.7	187.2	100	187.2	0	0.0	0	0.0	0	0.0	13.1	21.9
T-20	déblai	4.5	50	5.9	86	505.2	25	126.3	0	0.0	0	0.0	0	0.0	8.8	14.8
T-21a	déblai	13	55	15.3	382.1	5830.7	65	3790.0	0	0.0	0	0.0	35	2040.8	1081.6	1806.3
T-21b	déblai	5	65	5.5	387	2135.0	100	2135.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	149.5	249.6
T-22	déblai	5	60	5.8	362.8	2094.6	65	1361.5	15	314.2	0	0.0	20	418.9	313.1	523.0
T-23	déblai	2	65	2.2	63	139.0	35	48.7	0	0.0	0	0.0	0	0.0	3.4	5.7
T-24a	déblai	2.5	55	3.1	94.5	288.4	40	115.4	0	0.0	0	0.0	0	0.0	8.1	13.5
T-24b	déblai	2.6	50	3.4	103.5	351.3	40	140.5	0	0.0	0	0.0	0	0.0	9.8	16.4
T-25	déblai	1.5	60	1.7	62.1	90.2	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0
T-26	déblai	1.5	60	1.7	40.7	70.5	20	14.1		0.0	0	0.0	0	0.0	1.0	1.6
T-27	déblai	2	60	2.3	174.9	403.9	85	343.3	0	0.0	0	0.0	15	60.6	48.3	80.6
T-28	déblai	3	60	3.5	96.4	333.9	75	250.5	10	33.4	0	0.0	15	50.1	42.9	71.7

Talus	Type	Hauteur (m)	Inclinaison du talus (°)	Longueur du talus (m)	Largeur du talus (m)	Superficie du talus (m ²)	Nappe (%)	Nappe (m ²)	Rigoles (%)	Rigoles (m ²)	Ravines (%)	Ravines (m ²)	Glissements de terrain (%)	Glissements de terrain (m)	Taux d'érosion (m ³ /a)	Taux d'érosion (t/a)
T-29	déblai	8	65	8.8	188.5	1683.9	60	998.3	25	416.0	0	0.0	15	249.6	236.3	394.6
T-3	déblai	1.9	55	2.3	36.8	85.4	100	85.4	0	0.0	0	0.0	0	0.0	6.0	10.0
T-30	déblai	7	65	7.7	122.9	949.2	100	949.2	0	0.0	0	0.0	0	0.0	66.4	111.0
T-31	déblai	1.5	65	1.7	146.2	242.0	100	242.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	16.9	28.3
T-32a	déblai	3.5	60	4.0	226.8	916.6	100	916.6	0	0.0	0	0.0	0	0.0	64.2	107.2
T-32b	remblai	48			221.7	10641.6	80	8513.3	15	1596.2	5	532.1	0	0.0	1851.6	3092.2
T-33	déblai	6	65	6.6	194.3	1286.3	65	836.1	15	192.9	0	0.0	20	257.3	192.3	321.1
T-34	déblai	3.2	65	3.5	54.6	192.8	80	154.2	20	38.6		0.0		0.0	17.0	28.3
T-35	déblai	3.5	60	4.0	128.1	517.7	90	465.9	0	0.0	0	0.0	10	51.8	53.3	89.1
T-36	déblai	1.2	65	1.3	29.5	39.1	100	39.1		0.0		0.0		0.0	2.7	4.6
T-37	déblai	18	40	28.0	202.6	5673.4	35	1985.7	30	1702.0	20	1134.7	15	851.0	1058.1	1767.0
T-38	remblai	34			320.3	10890.2	50	5445.1	20	2178.0	30	3267.1	0	0.0	3593.8	6001.6
T-39	déblai	4.5	55	5.5	321.5	1766.2	80	1412.9	20	353.2		0.0		0.0	155.4	259.6
T-4	déblai	1.6	55	2.0	31.8	62.1	100	62.1	0	0.0	0	0.0	0	0.0	4.3	7.3
T-40	déblai	8	50	10.4	295.5	3086.0	20	617.2	20	617.2	0	0.0	60	1851.6	882.6	1473.9
T-41	déblai	12	50	15.0	135.6	2035.7	45	916.0	20	407.1	15	305.3	20	407.1	374.6	625.5
T-42	déblai	11	50	13.7	360.2	4937.2	10	493.7	40	1974.9	20	987.4	30	1481.2	1209.6	2020.0
T-43	remblai	41			390	15990.0	70	11193.0	30	4797.0	0	0.0	0	0.0	2334.5	3898.7
T-44	déblai	3.8	55	4.6	146.6	680.1	40	272.0	40	272.0	20	136.0	0	0.0	99.3	165.8
T-45a	remblai	12			45.8	549.6	60	329.8	40	219.8	0	0.0	0	0.0	81.3	135.8
T-45b	remblai	12			51.1	613.2	80	490.6	20	122.6	0	0.0	0	0.0	88.3	147.5
T-46	déblai	6	55	7.3	139.5	1021.8	25	255.4	30	306.5	25	255.4	20	204.4	217.6	363.5
T-47	déblai	5	55	6.1	53.9	329.0	65	213.8	15	49.3	0	0.0	20	65.8	49.2	82.1
T-48	déblai	3	50	3.9	232.4	910.1	40	364.1	40	364.1	20	182.0	0	0.0	132.9	221.9
T-49	déblai	7	55	8.5	156.6	1338.2	65	869.8	35	468.4	0	0.0	0	0.0	135.8	226.8
T-5	déblai	2.5	55	3.1	96.3	293.9	100	293.9	0	0.0	0	0.0	0	0.0	20.6	34.4
T-50	déblai	5	50	6.5	217.1	1417.0	35	496.0	40	566.8	0	0.0	25	354.3	267.1	446.1
T-51	déblai	7.5	55	9.2	140.1	1282.7	60	769.6	40	513.1	0	0.0	0	0.0	136.0	227.1
T-52	déblai	2	60	2.3	78.1	180.4	75	135.3	25	45.1	0	0.0	0	0.0	16.7	27.9
T-53	remblai	7.5			45	337.5	10	33.8	50	168.8	40	135.0	0	0.0	134.3	224.3
T-54	déblai	2	50	2.6	63.7	166.3	100	166.3	0	0.0	0	0.0	0	0.0	11.6	19.4
T-55	déblai	3.2	50	4.2	113.8	475.4	50	237.7	15	71.3	0	0.0	35	166.4	94.6	158.0

Talus	Type	Hauteur (m)	Inclinaison du talus (°)	Longueur du talus (m)	Largeur du talus (m)	Superficie du talus (m ²)	Nappe (%)	Nappe (m ²)	Rigoles (%)	Rigoles (m ²)	Ravines (%)	Ravines (m ²)	Glissements de terrain (%)	Glissements de terrain (m)	Taux d'érosion (m ³ /a)	Taux d'érosion (t/a)
T-56	remblai	35			154.9	5421.5	65	3524.0	20	1084.3	15	813.2	0	0.0	1284.9	2145.8
T-57a	remblai	37			177.4	6563.8	60	3938.3	20	1312.8	20	1312.8	0	0.0	1759.1	2937.7
T-57b	déblai	2.9	60	3.3	219.8	736.0	50	368.0	30	220.8	20	147.2	0	0.0	100.8	168.4
T-58a	remblai	38			189.1	7185.8	80	5748.6	20	1437.2	0	0.0	0	0.0	1034.8	1728.0
T-58b	déblai	9	65	9.9	184.8	1835.1	70	1284.6	10	183.5	0	0.0	20	367.0	266.1	444.4
T-59	déblai	7	55	8.5	191.5	1636.4	25	409.1	30	490.9	20	327.3	25	409.1	359.2	599.9
T-6	déblai	3.1	50	4.0	73.2	296.2	100	296.2	0	0.0	0	0.0	0	0.0	20.7	34.6
T-60	déblai	17			109.3	1803.5	35	631.2	25	450.9	15	270.5	25	450.9	369.7	617.4
T-61	déblai	7	50	9.1	118	1078.3	20	215.7	20	215.7	0	0.0	60	647.0	308.4	515.0
T-62	déblai	1.5	55	1.8	100.9	184.8	50	92.4	50	92.4	0	0.0	0	0.0	21.2	35.5
T-63	déblai			39.2	271.4	10638.0	65	6914.7	25	2659.5	10	1063.8	0	0.0	1196.8	1998.6
T-64a	déblai	4.5	70	4.8	89.7	429.6	85	365.1	15	64.4	0	0.0	0	0.0	35.9	59.9
T-64b	remblai	35			88.1	3083.5	40	1233.4	20	616.7	40	1233.4	0	0.0	1208.7	2018.6
T-65a	déblai	11	65	12.6	94.2	1184.9	75	888.7	10	118.5	0	0.0	15	177.7	152.3	254.3
T-65b	remblai	33			100.7	3323.1	20	664.6	20	664.6	60	1993.9	0	0.0	1714.7	2863.6
T-66a	déblai	11	50	13.7	207.8	2848.3	25	712.1	15	427.2	30	854.5	30	854.5	690.7	1153.5
T-66b	remblai	35			196.7	6786.2	40	2714.5	30	2035.8	30	2035.8	0	0.0	2253.0	3762.5
T-66c	déblai	5.5	40	8.6	104.1	890.7	15	133.6	0	0.0	0	0.0	85	757.1	312.2	521.4
T-66d	déblai	4	55	4.9	72.8	355.5	100	355.5	0	0.0	0	0.0	0	0.0	24.9	41.6
T-66e	déblai	4	45	5.7	94.4	534.0	80	427.2	20	106.8	0	0.0	0	0.0	47.0	78.5
T-67	déblai	14	65	15.4	98.7	1524.6	70	1067.3	15	228.7	0	0.0	15	228.7	202.8	338.6
T-68a	remblai	10			40.4	420.2	20	84.0	20	84.0	60	252.1	0	0.0	216.8	362.1
T-68b	remblai				UCR	728.0	0	0.0	0	0.0	100	728.0	0	0.0	553.3	924.0
T-69a	déblai	14	65	14.9	99.9	1488.1	15	223.2	15	223.2	50	744.0	20	297.6	371.3	620.0
T-69b	remblai				UCR	1292.0	0	0.0	0	0.0	100	1292.0	0	0.0	961.9	1639.8
T-70a	remblai			4.0	48.8	195.2	0	0.0	50	97.6	50	97.6	0	0.0	89.8	150.0
T-70b	remblai				UCR	1809.0	0	0.0	0	0.0	100	1809.0	0	0.0	1374.8	2296.0
T-71	déblai	17	60	19.1	57.7	1099.3	100	1099.3	0	0.0	0	0.0	0	0.0	77.0	128.5
T-72a	remblai			16.5	66.4	1095.6	0	0.0	0	0.0	100	1095.6	0	0.0	832.7	1390.5
T-72b	remblai				UCR	3951.0	0	0.0	0	0.0	100	3951.0	0	0.0	3002.8	5014.6
T-73a	déblai	10	65	11.0	223	2460.5	25	615.1	25	615.1	25	615.1	25	615.1	553.6	924.5
T-73b	remblai	38			216.6	8230.8	30	2469.2	35	2880.8	35	2880.8	0	0.0	2996.0	5003.3

Talus	Type	Hauteur (m)	Inclinaison du talus (°)	Longueur du talus (m)	Largeur du talus (m)	Superficie du talus (m ²)	Nappe (%)	Nappe (m ²)	Rigoles (%)	Rigoles (m ²)	Ravines (%)	Ravines (m ²)	Glissements de terrain (%)	Glissements de terrain (m)	Taux d'érosion (m ³ /a)	Taux d'érosion (t/a)
T-74a	remblai	5			63.4	317.0	40	126.8	20	63.4	40	126.8	0	0.0	124.3	207.5
T-74b	remblai				UCR	2386.0	0	0.0	0	0.0	100	2386.0	0	0.0	1813.4	3028.3
T-75	déblai	7.6	70	8.1	111.6	902.6	50	451.3	30	270.8	0	0.0	20	180.5	147.1	245.7
T-76a	déblai	3	55	3.7	151.1	553.4	80	442.7	20	110.7	0	0.0	0	0.0	48.7	81.3
T-76b	remblai	9			159.5	1435.5	80	1148.4	20	287.1	0	0.0	0	0.0	206.7	345.2
T-77	remblai	4			98	392.0	80	313.6	20	78.4	0	0.0	0	0.0	56.4	94.3
T-78	déblai	4	55	4.9	176.6	862.4	90	776.1	10	86.2	0	0.0	0	0.0	68.1	113.8
T-79	déblai	6.8	60	7.9	189.9	1491.1	100	1491.1	0	0.0	0	0.0	0	0.0	104.4	174.3
T-7a	remblai	11			44.6	490.6	80	392.5	20	98.1	0	0.0	0	0.0	70.6	118.0
T-7b	remblai	13			52	650.0	80	520.0	20	130.0	0	0.0	0	0.0	93.6	156.3
T-80	déblai	4.5	50	5.9	121.4	713.1	100	713.1	0	0.0	0	0.0	0	0.0	49.9	83.4
T-81	déblai	23	50	30.0	238.5	7160.8	50	3580.4	35	2506.3	15	1074.1	0	0.0	941.6	1572.6
T-82a	déblai	7.5	50	9.8	171.6	1680.1	50	840.0	40	672.0	10	168.0	0	0.0	211.7	353.5
T-82b	déblai	10	50	13.1	170.6	2227.0	50	1113.5	40	890.8	10	222.7	0	0.0	280.6	468.6
T-83a	déblai	28	55	34.2	189.8	6487.7	50	3243.8	30	1946.3	20	1297.5	0	0.0	888.8	1484.3
T-83b	déblai	4	60	4.6	93.9	433.7	90	390.3	0	0.0	0	0.0	10	43.4	44.7	74.6
T-83c	déblai	9	50	11.7	97.1	1140.8	85	969.7	0	0.0	0	0.0	15	171.1	136.3	227.7
T-83d	déblai	6	50	7.8	111.4	872.5	75	654.4	0	0.0	0	0.0	25	218.1	133.1	222.2
T-83e	déblai	6.5	50	8.5	160	1357.6	80	1086.1	0	0.0	0	0.0	20	271.5	184.6	308.3
T-83f	déblai	3.2	55	3.9	81	316.4	100	316.4	0	0.0	0	0.0	0	0.0	22.1	37.0
T-84	déblai	4.5	65	5.0	110.5	548.7	80	438.9	20	109.7	0	0.0	0	0.0	48.3	80.6
T-85a	déblai	8	60	9.2	375.5	3488.7	50	1734.4	30	1040.6	20	693.7	0	0.0	475.2	793.6
T-85b	déblai	12	65	13.2	375.5	4971.8	50	2485.9	15	745.8	15	745.8	20	994.4	892.4	1490.4
T-86	déblai	2.8	55	3.4	332.8	1137.6	40	455.0	0	0.0	0	0.0	60	682.5	304.9	509.1
T-87	déblai	2.6	60	3.0	289	867.6	50	433.8	15	130.1	10	86.8	25	216.9	161.4	269.5
T-88	déblai	8.5	55	10.4	58.8	610.1	100	610.1	0	0.0	0	0.0	0	0.0	42.7	71.3
T-89	déblai	2.3	55	2.8	95.2	267.3	60	160.4	15	40.1	0	0.0	25	66.8	44.4	74.1
T-8a	déblai	6.5	35	11.3	163	1847.2	10	184.7	30	554.2	20	369.4	40	738.9	496.9	829.8
T-8b	remblai	18			166.1	2989.8	60	1793.9	20	598.0	20	598.0	0	0.0	801.3	1338.1
T-9	déblai	3.2	45	4.5	108.7	491.9	15	73.8	65	319.7	0	0.0	20	98.4	95.7	159.8
T-90	déblai	3.5	55	4.3	136.7	584.1	70	408.9	20	116.8	0	0.0	10	58.4	70.7	118.0
T-91	déblai	4.3	50	5.6	192.2	1078.9	30	323.7	20	215.8	0	0.0	50	539.4	273.0	455.8

Talus	Type	Hauteur (m)	Inclinaison du talus (°)	Longueur du talus (m)	Largeur du talus (m)	Superficie du talus (m ²)	Nappe (%)	Nappe (m ²)	Rigoles (%)	Rigoles (m ²)	Ravines (%)	Ravines (m ²)	Glissements de terrain (%)	Glissements de terrain (m)	Taux d'érosion (m ³ /a)	Taux d'érosion (t/a)
T-92	déblai	1.5	55	1.8	55.7	102.0	100	102.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	7.1	11.9
T-93	déblai	2.5	55	3.1	69	210.6	100	210.6	0	0.0	0	0.0	0	0.0	14.7	24.6
T-94a	remblai	13			147.5	1843.8	50	921.9	30	553.1	20	368.8	0	0.0	497.8	831.3
T-94b	déblai	6	55	7.3	146.2	1070.9	40	428.3	25	267.7	35	374.8	0	0.0	174.0	290.6
T-95a	remblai	13			42.1	547.3	20	109.5	40	218.9	40	218.9	0	0.0	216.7	361.9
T-95b	déblai	4.3	50	5.6	68.2	382.8	85	325.4	15	57.4	0	0.0	0	0.0	32.0	53.4
T-96	remblai	17			80.1	1321.7	30	396.5	35	462.6	35	462.6	0	0.0	481.1	803.4
T-97	déblai	3.8	60	4.4	103.8	455.5	30	136.6	30	136.6	20	91.1	20	91.1	92.5	154.4
T-98	déblai	11	45	14.8	256	3801.4	30	1140.4	50	1900.7	20	760.3	0	0.0	569.2	984.0
Total						309312.9		165247.3		63691.9		59310.1		19277.8	71836.4	119966.8

APPENDICE B

FICHES TECHNIQUES DES TALUS DE DÉBLAI ET DE REMBLAI SITUÉS LE LONG DE LA ROUTE 1856 ENTRE LA BORNE N° II ET DELTA COSTA RICA

[Figure ci-dessous la traduction française du formulaire de fiche technique ; pour les données afférentes aux différents talus, on voudra bien se reporter à la version anglaise de l'appendice.]

Route 1856 : inventaire des pentes et cours d'eau entre la borne n° II et Delta Costa Rica

Talus : T-xx

Type : Talus de déblai / Talus de remblai

Début (x/y) : xxx / xxx

Fin (x/y) : xxx / xxx

Hauteur (plage) : xx – xx m

Hauteur (moyenne) : xx m

Longueur du talus : xx m

Inclinaison du talus : x°

Largeur du talus : xx m

Superficie du talus : xx m²

Géologie* :

Érosion (situation en 2014) :

Type	Surface (%)	Surface (m ²)	Taux d'érosion estimé (m ³ / an) : xx
Nappe	xx	xx	Taux d'érosion estimé (t / an): xx
Rigoles	x	x	
Ravines	x	x	
Glissements de terrain	x	x	

Mesures d'atténuation :

Avancement des travaux d'atténuation* :

Géotextiles : oui/non

Contrôle de l'écoulement : oui/non

Stabilisation par terrasses : oui/non

Trappes à sédiment : oui/non

Végétation semée : oui/non

Végétation naturelle : oui/non

État en 2013

État en 2014

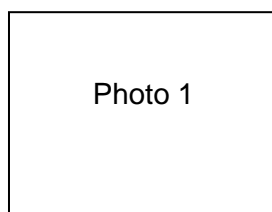


Photo 1

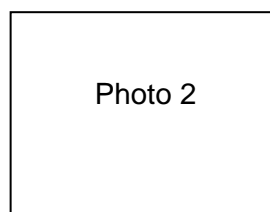


Photo 2



Photo 3

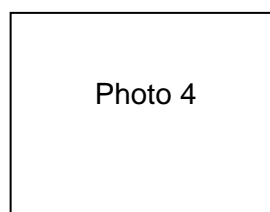
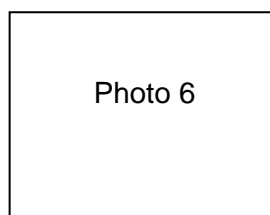


Photo 4

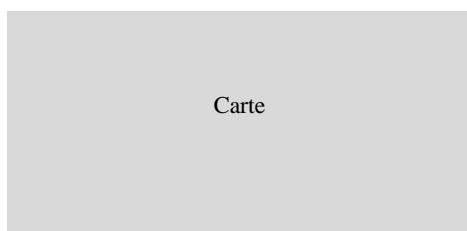
État en 2013



État en 2014



Carte de situation :



***Géologie**

Turbidites de l'Éocène / Paléocène, stratification parallèle de 5 à 10 cm

Turbidites de l'Éocène / Paléocène

Remblai

Turbidites de l'Éocène / Paléocène, résistance de la roche amoindrie par de fortes intempéries

Complexe ophiolitique du Crétacé / Paléocène

Séquence volcanique, composée principalement d'andésite et de tuf à divers degrés d'altération hydrothermale (Tertiaire)

Brèches volcanoclastiques (Tertiaire)

Séquence volcanoclastique (Quaternaire)

****Avancement des travaux d'atténuation**

Travaux achevés

Travaux en cours

Travaux en cours – site UCR

Travaux prévus

Travaux d'atténuation superflus

APPENDICE C

FICHES TECHNIQUES DES PASSAGES DE COURS D'EAU SITUÉS LE LONG DE LA ROUTE 1856 ENTRE LA BORNE N° II ET DELTA COSTA RICA

[Figure ci-dessous la traduction française du formulaire de fiche technique ; pour les données afférentes aux différents passages de cours d'eau, on voudra bien se reporter à la version anglaise de l'appendice.]

Route 1856 : inventaire des pentes et cours d'eau entre la borne n° II et Delta Costa Rica

Cours d'eau C-xxx

Situation (x/y) : xx / xx

Type* :

Sédimentation : oui/non

Erosion : oui/non

Avancement des travaux d'atténuation** :

État en 2013

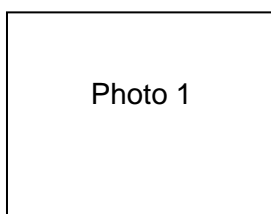


Photo 1

État en 2014

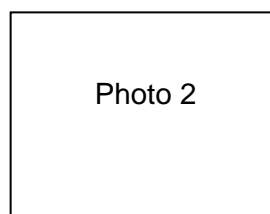


Photo 2

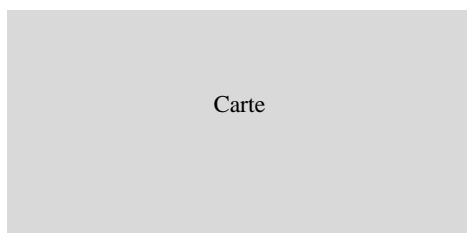


Photo 3



Photo 4

Carte de situation :



Carte

***Type**

Ponceau avec remblai
Remblai
Remblai avec troncs d'arbres
Aucune construction

****Avancement des travaux d'atténuation**

Travaux achevés
Travaux en cours
Autre
Travaux prévus
Travaux d'atténuation superflus
