

CHAPITRE XV : ANALYSE D'IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX

L'environnement est devenu un thème délicat ces dernières années. Sa dégradation est un sujet que tout le monde ne devra plus négliger, d'où l'adoption de la loi charte de l'environnement à Madagascar en 1990. Ladite loi stipule que toutes interventions pouvant porter atteinte à l'environnement doit faire l'objet d'une évaluation environnementale, elle est appuyée par la promulgation du décret relatif à la Mise en Compatibilité des Investissements avec l'Environnement (MECIE). Ainsi le but de ce chapitre.

L'étude d'impact environnemental (selon le décret 99-954 relatif à la MECIE) consiste en l'analyse scientifique et préalable des impacts potentiels prévisibles d'une activité donnée sur l'environnement, et en l'examen de l'acceptabilité de leur niveau et des mesures d'atténuation permettant d'assurer l'intégrité de l'environnement dans les limites des meilleures technologies disponibles à un coût économiquement acceptable.

A Madagascar, le Ministère chargé de l'environnement représente l'Etat dans la gestion de l'environnement. Il lui appartient de concevoir, coordonner et assurer la cohérence de la politique de l'Etat dans le domaine transversal de l'environnement, notamment de promouvoir un développement durable. Le Ministère de l'environnement est assisté par des agences d'exécution placées sous sa tutelle technique, dont l'Office National pour l'Environnement (ONE), guichet unique chargé de l'exécution de la politique de mise en compatibilité des investissements avec l'environnement. Le ministère de l'environnement collabore avec les Cellules environnementales instaurées au niveau des différents départements sectoriels pour assurer l'intégration de la dimension environnementale dans les activités sectorielles.

I. Le milieu récepteur

La description du milieu récepteur est essentielle à l'analyse environnementale afin d'obtenir une connaissance adéquate des composantes du milieu d'insertion du projet. L'étude d'impact doit fournir une description, les plus factuelles possibles, des milieux biophysique et humaines, tels qu'ils se présentent avant la réalisation du projet, et exprimer les tendances observées en termes d'intégrité. A cet effet, elle fournira toute information facilitant la compréhension ou l'interprétation des données présentées dans le rapport d'étude.

I. 1. Le milieu physique

I. 1. 1. Le climat

Le climat de la région Analanjirofo est typique des régions tropicales, chaud et humide presque toute l'année. La température est en moyenne 25°, le soleil frappe fort dans cette zone, et le vent tropical humide Alizé y souffle. La pluviométrie dépasse 2 000 mm.

I. 1. 2. Le relief

Le relief, allant du littoral vers l'intérieur, est marqué par la succession de quatre couches bien distinctes: une bande de plaine littorale côtière relativement large d'Anove à Antanambe et le reste formé de plages isolées par des falaises granitiques descendant à pic jusqu'à la mer, une strate de basse colline, une zone des plateaux et une zone montagneuse accidentée.

I. 1. 3. L'altitude

La zone d'influence représentée par l'environnement de la région d'Atsinanana et de la région d'Analanjirofo est située entre 0 à 900 m. L'altitude moyenne est à 400 m.

I. 1. 4. Le socle

La roche mère est constituée de basalte et de dolérite durs qui affleurent parfois au bord de la mer formant des plages à talus rocheux particulier.

I. 1. 5. Le sol

Les bas-fonds, les vallées et les cuvettes sont formés de sédiments argileux et latéritiques mélangés à des limons fins sableux propices à la riziculture. Les plateaux, les collines et les flancs des versants sont constitués de sols latéritiques et argileux très sensibles à l'érosion. Le littoral montre du sable dunaire instable.

I. 1. 6. Les cours d'eau

Beaucoup de cours d'eau traverse la région, l'utilisation des bacs est inévitable pour faire traverser les marchandises et les véhicules. Comme dans le cas de notre projet, le bac d'Andrangazaha que va être remplacé par le pont.

I. 2. Le milieu biologique

Les écosystèmes naturels existant sont très diversifiés allant des écosystèmes terrestres (Forêts denses humides sempervirentes, forêts secondaires ou SAVOKA, formations marécageuses), passant par les écosystèmes côtiers marins (Forêts littorales, mangroves, lagunes) jusqu'aux écosystèmes marins proprement dits (Récifs coralliens, îlots).

Les animaux restent dans la forêt où ils trouvent sécurité, habitat et nourriture. Concernant les lémurien, les plus communs appartiennent principalement au g Indri (Indriidée) et au g Propithecus (Indriidée). L'Aye-aye appartenant au g Daubentonia madagascariensis (Daubentonidée) est le mystérieux lémurien nocturne pour lequel Mananara est le seul endroit au monde où on peut l'observer facilement. A propos des carnivores, les espèces les plus connus se rapportent aux g *Cryptoprocta* et g *Galidia*. Au sujet des micromammifères, les genres suivants : g *Tenrec*, g *Microgale*, g *Rattus* abondent. Parmi les oiseaux, les Railovy sont particulièrement prospères.

Les principaux sites écologiquement sensibles comprennent la Réserve de Biosphère de Mananara- Nord, les forêts « KOLOALA », les forêts primaires protégées gérée par COBA, la forêt d'Ambodiriana, la Réserve Spéciale d'Ambatovaky, les récifs coralliens de Manompana à Imorona, les mangroves des embouchures des grands fleuves, et les lagons à Foulpointe, Manampana et Antanambe.

I. 3. Le milieu humain

La population locale est en majorité des paysans. Ils vivent de l'agriculture, de l'élevage et de la pêche.

La densité moyenne est de 95 habitants au km², légèrement supérieure à la densité moyenne de la province de Tamatave (86,4 hab/ km²). Le taux de croissance de la population dans ces zones est conforme à la moyenne nationale évaluée à 3 % par an.

La population se répartit selon ses activités comme suit :

- Français, chinois, indiens possèdent la richesse (commerçant, hôtelier, restaurateur) ;
- Les terres appartiennent au Betsimisaraka (Cultivateurs et des pêcheurs) ;
- Les migrants Antemoro et Tsimihety se placent en aval des filières agricoles ;
- Les St Mariens sont des commerçants et des transporteurs ;
- Merina et Betsileo s'adonnent à la commercialisation ambulante.

II. Identification, évaluation et mesures prises sur les principaux impacts

Dans le tableau qui suit, nous allons prévoir et déterminer les conséquences écologiques et sociales, positives et négatives, du projet. Aux impacts négatifs seront attribués des mesures d'atténuation ou de mesures de compensation contribuant à réduire les impacts. D'autres alternatives comme les impacts positifs seront aussi évalués avec des moyens d'optimisations. Pour évaluer un impact, on le mesure selon son intensité, sa durée d'existence et son étendue. On met 3 si c'est trop important et 1 si c'est moindre. La somme est ensuite notée sur 9, et c'est à partir de cette note qu'on détermine l'importance de l'impact, elle est majeure si la note est supérieure à 7 et mineur si inférieure à 4. L'impact résiduel donne une idée sur l'effet de l'impact après accomplissement des mesures.

Tableau 104 : Evaluation des impacts

Source d'impact	Impact	Type	Evaluation			Importance	Mesure	Impact résiduel
			Intensité	Durée	Etendue			
Phase I : Choix du site	Profanation	Négatif Direct	2	3	2	Majeure	<ul style="list-style-type: none"> - Déplacement du lieu sacré si possible - Essayer de connaître et de respecter les coutumes locaux (exemple : Faire le « Joro », respect des tabous, ...) 	Négatif Mineur
	Expropriation des riverains	Négatif Direct	3	3	3	Majeure	<ul style="list-style-type: none"> - Rémunération des foyers concernés 	Négatif Mineur
	Perte d'activité	Négatif Direct	2	3	2	Majeure	<ul style="list-style-type: none"> - Recrutement de la population local 	Positif Moyen
Phase II : Travaux en cours	Création d'emploi	Positif Direct	2	1	2	Moyenne	<ul style="list-style-type: none"> - Recrutement de la population locale - Formation 	Positif Moyenne
	Accumulation d'ordure	Négatif Direct	3	1	3	Majeure	<ul style="list-style-type: none"> - Triage des éléments recyclables et biodégradables - Compostage des ordures 	Positif Majeur

Risque d'accident et de maladie des ouvriers	Négatif Direct	3	2	2	Majeure	<ul style="list-style-type: none"> - Les travailleurs doivent se munir des équipements de protection et de sécurité convenable comme des casques, des gilets, lunette de soudure, ... - Installation de cantine et point d'eau potable pour les ouvriers 	Négatif Mineur
Insécurité du chantier	Négatif Direct	2	2	3	Majeure	<ul style="list-style-type: none"> - Demander une coopération avec la force de l'ordre 	Positif Mineur
Pollution de l'air	Négatif Direct	3	1	1	Moyenne	<ul style="list-style-type: none"> - Limiter la production de gaz à effet de serre par jour - Entretien des engins 	Négatif Moyen
Pollution de l'eau	Négatif Direct	2	2	3	Majeure	<ul style="list-style-type: none"> - Eviter les rejets des déchets néfastes à la population aquatique - Filtrer les eaux usées avant de les jeter dans le fleuve. 	Négatif Mineur
Perturbation de la faune et des habitants par les effets sonores	Négatif Direct	2	1	2	Moyenne	<ul style="list-style-type: none"> - Entretien périodique des engins - Formations des travailleurs 	Négatif Mineur

							- Utiliser des dispositifs d'atténuation des effets sonores	
	Destruction de la faune et de la flore	Négatif Direct	3	3	2	Majeure	- Reboisement - Création d'un air protégé à une distance considérable du projet	Positif Majeur
	Aggravation de l'érosion et dégradation de la couverture végétale dans les sites d'emprunt	Négatif Direct	2	2	1	Moyenne	- Choisir comme zone d'emprunt les aires non sensibles à l'érosion - Restaurer et réhabiliter les zones concernées après les exploitations - Respect du courbe de niveau et de l'angle de talus naturel	Positif Mineur
	Augmentation du niveau de vie de la population locale	Positif Indirect	2	2	2	Moyenne	- Inciter les investisseurs par des annonces, documentaires ou publicités. - Développer le secteur touristique	Positif Majeur
Phase III :	Aménagement	Positif Direct	2	1	2	Moyenne	- Entretien de l'ouvrage et des constructions relatives	Positif Moyen

Projet en service	Facilité de trafic des bois précieux	Négatif Indirect	3	2	2	Majeure	<ul style="list-style-type: none"> - Renforcer la police forestière - Travailler en collaboration avec l'autorité locale 	Négatif Majeur
	Désenclavement	Positif Indirect	1	1	1	Mineure	<ul style="list-style-type: none"> - Inciter les paysans à développer l'élevage et l'agriculture pour renforcer le marché et les échanges avec l'extérieur 	Positif Moyenne
	Valorisation des ressources locales : Exploitation des carrières et des Gisements meubles		3	1	1	Moyenne	<p>Développer pour chaque carrière un dossier d'agrément technique; et un PPES</p> <p>Mettre en œuvre des techniques d'exploitation appropriées</p>	Positif Majeur
	Propagation des Maladies Sexuellement Transmissibles	Négatif Indirect	1	2	3	Moyenne	<ul style="list-style-type: none"> - Sensibilisation des habitants - Mise en place d'un centre de santé pour des visites et examens - Mettre dans les programmes scolaires des informations sur les MST 	Négatif Moyen

	Assainissement longitudinal et transversal Amélioration de l'écoulement des eaux	Positif Direct	1	2	1	Moyenne	- Entretien périodique	Positif Moyen
--	--	----------------	---	---	---	---------	------------------------	---------------

III. Plan de gestion environnemental et social (PGES)

III. 1. Définition

Le PGES est un document qui contient les études d'impacts environnementaux et permettra aux décideurs, à l'entreprise prestataire de travaux et au bureau en charge du contrôle et de la surveillance des travaux, de cerner le milieu d'intervention du projet et ses sensibilités environnementales afin de limiter les méfaits sur l'environnement.

L'entreprise doit présenter pour validation des instances compétentes le PGES avant le démarrage des travaux. Il doit mettre en œuvre le PGES au même titre que les prescriptions techniques des travaux.

III. 2. Démarche d'établissement du PGES pour le projet

Dès la collecte des informations requises pour l'établissement du PGES, une démarche participative a été adoptée, faisant intervenir les autorités locales, les Tangalamena, les riverains et les usagers. Lors des rencontres organisées, le projet et ses enjeux ont été présentés. Les informations obtenues lors des enquêtes ont été mises à profit pour s'enquérir des us et coutumes locales et pour avancer les mesures d'accompagnement en lien avec l'importance des enjeux autour de la route à savoir la préservation de l'aménagement, la responsabilisation des communautés locales, l'assainissement, la modification du tracé et la construction de nouveaux ouvrages de franchissement.

III. 3. Contrôle de la qualité de mise en œuvre du PGES

Le contrôle consisterait à renforcer l'acquisition du réflexe environnemental (Personnel de l'entreprise, riverain, usager) ; à apprécier l'évolution des impacts prévisionnels (registres de doléances, enquêtes au niveau des riverains, à optimiser les actions de renforcement de capacités et de compétences locales à tous les niveaux par les actions d'accompagnement au projet routier et enfin à instaurer un système de vigilance, au niveau des autorités locales administratives, dans leur tâche de gouvernance administrative et sociale.

III. 4. Responsabilités et dispositions institutionnelles

Les mesures d'atténuation comportent des interventions avant, pendant et après travaux. Ces

interventions sont du domaine technique, réglementaire ou social et visent à contribuer à l'optimisation des retombées attendues des aménagements ou à en atténuer les impacts négatifs. Chaque partie se doit de se référer à ses responsabilités reportées dans la présente section, dès le début du projet jusqu'à la phase d'exploitation des aménagements.

Les trois responsabilités ci-après ont été mises en exergue : la mise en œuvre des mesures environnementales, la surveillance environnementale et le suivi environnemental.

III. 4. 1. Mise en œuvre des mesures environnementales

Les mesures environnementales sont assimilées à des bonnes pratiques des opérations classiques de chantier. Leur mise en œuvre est de la responsabilité de l'entreprise prestataire des travaux. Avant la décision d'attribution, l'entreprise doit se soucrire à un engagement de respect des prescriptions environnementales applicables au projet et s'engager et à prévoir les postes budgétaires de responsable environnemental pour les nécessités de contrôle et surveillance la mise en œuvre et le suivi du PGES.

III. 4. 2. Surveillance environnementale

La surveillance environnementale consiste à vérifier que les mesures environnementales sont appliquées convenablement durant l'exécution du projet. En tant que Maître d'ouvrage délégué, l'Autorité Routière de Madagascar (ARM) assure la supervision de la Mission De Contrôle ou MDC. La Mission de Contrôle, contrôle le respect des dispositions réglementaires et légales relatives à la protection de l'environnement. Les autorités environnementales, à travers l'ONE et la cellule environnementale du Ministère en charge des Travaux publics, vérifient également l'application et la conformité de ces mesures environnementales. Les autorités locales ont leur droit de regard dans l'application de ces mesures environnementales.

III. 4. 3. Suivi environnemental

Le suivi environnemental concerne le suivi des impacts du projet sur le milieu récepteur ainsi que le contrôle de l'efficacité des mesures environnementales mises en œuvre. A ce propos, un registre de doléances devra être tenu au niveau de chaque municipalité (Soanierana Ivongo – Manompana – Antanambe – Imorona – Mananara nord). Les recommandations issues des éléments inscrits à ce registre seront adressées à l'entreprise, à l'organisme en charge du suivi et au promoteur.

CONCLUSION

Pour conclure, il est fort de constater que construire un pont franchissant le fleuve Simianona pour remplacer le bac d'Andrangazaha se révèle être indispensable pour le désenclavement de la partie Nord-Est de Madagascar, cela favorisera l'échange avec les autres régions et accroîtra l'économie de la région.

Ainsi, la proposition d'un pont en arc métallique s'avère être un projet très intéressant. Il est la solution pour éviter un grand nombre de pile, sa légèreté le rend capable de franchir la grande distance de 240 m. Aussi, d'un point de vue architectural, c'est un pont digne de porter le nom « Ouvrage d'art », en ressortissant l'art par sa forme et par son harmonie avec le lieu d'implantation.

Concevoir ce pont en arc métallique a été un défi d'ingénierie, sa forme inhabituelle entraîne l'utilisation des méthodes de calculs beaucoup plus compliquées. Malgré cela, l'étude du pont s'est bien déroulée et les résultats correspondent aux attentes. Mais la complication continue dans sa réalisation, elle demande tout d'abord du temps, ensuite, une excellente collaboration entre les divers intervenants du projet et enfin une grande disponibilité de matériels et matériaux. De ce fait, la mise en œuvre de ce pont nécessite un grand travail d'ingénierie de très haut niveau et une étude intellectuelle bien réfléchie. Comme E. Moch le souligne dans son ouvrage intitulé : *The ARCHITECTE of Bridges - New York 1949* « Un grand ingénieur n'est pas esclave de ses formules. C'est un artiste qui utilise ses calculs comme des outils pouvant créer des formes aussi évidentes et harmonieuses dans leur apparence que les lois naturelles qui les sous entendent. Il manie ses matériaux avec une vision poétique, relevant ses forces ultimes à travers une structure appropriée à ses pouvoirs uniques. »

Vu le développement des entreprises d'aciérie, la construction métallique s'améliore et devient un élément clé pour se détacher de la forme monotone des ponts à Madagascar. Cela suscite des questions telles que, pourquoi ne pas construire un ouvrage d'art qui met en valeur l'art et pourquoi ne pas le construire en acier ? C'est un des défis que les ingénieurs, les concepteurs, les réalisateurs et même le gouvernement malgache doivent prendre en considération si le terme « Progrès » leurs intéressent vraiment.

Bibliographie

- ⌘ AFNOR, 2003 ; NF EN 1990 ; Bases de calcul des structures; AFNOR ; 78 pages
- ⌘ Alain RANDRIAMAHERISOA, 2008 ; COURS D'ETUDE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL ; formation ; ESPA ; 31 pages
- ⌘ American Institute of steel construction, 1963; Orthotropic steel plate deck bridges ; manual; United State of America; 237 pages
- ⌘ CEREMA (Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement), 2014; bulletin ouvrage d'art n° 69/70; Direction technique infrastructures de transport et matériaux ; 110 pages
- ⌘ Don Montague, 1996 ; Dictionnaire du bâtiment et du génie civil ; Dictionnaire ; E and FN SPON ; 469 pages
- ⌘ DTRF, 1993; règles techniques de conception et de calcul des fondations des ouvrages de génie civil - Cahier des clauses techniques générales applicables aux marchés publics de travaux FASCICULE N° 62 - Titre V ; texte officiel ; Ministère de l'équipement, du logement et des transports, 189 pages
- ⌘ EC 2 Fondations superficielles, 2006 ; 15 pages
- ⌘ *Eduar Nuñez* - Access Steel, 2008 ; Exemple : assemblage boulonné d'un cornière de contreventement en traction sur un gousset ; mode de calcul ; Eurocode made Easy; 10 pages
- ⌘ Eurocodes, 1993 ; Notations et formules ; guide technique ; ENLACE ; 4 pages
- ⌘ Fernanda Gomes, 2013 ; Influence du revêtement sur le comportement en fatiguées dalles orthotropes - Etude d'une solution en BFUP ; thèse de doctorat sciences ingénierie et environnement ; Université Paris-Est spécialité structure et matériaux ; 487 pages
- ⌘ Jean Christophe Carret, Bienvenu Rajaonson, Paul Jean Feno and JurgBrand , 2009 ; l'Environnement a madagascar : un atout a preserver, des enjeux a maitriser ; Note politique ; Banque Mondial ; 24 pages
- ⌘ Jean COURBON; Résistance des matériaux C 2 015- Structures élastiques à plan moyen ; Techniques de l'Ingénieur, traité Construction ; 54 pages
- ⌘ Jean COURBON, Jean-Noël THEILLOUT ; Résistance des matériaux C 2 060; formulaire ; Techniques de l'Ingénieur, traité Construction ; 150 pages
- ⌘ Marneffe, A. de, 1937-1938 ; Calcul direct de la poutre Vierendeel par la méthode des systèmes équivalents ; article ; Mémoires AIPC ; 29 pages

- ⌘ NCCI, Access Steel, 2010 ; Règles de conception et de calcul des poutres avec ouvertures dans l'âme ; manuel ; Eurocode made Easy; 18 pages
- ⌘ Pierre Smars, 2000 ; Etude sur la stabilité des arcs et voutes, Confrontation des méthodes de l'analyse limite aux voûtes gothiques en brabants, thèse de doctorat en Science appliqué ; Université Catholique de Louvre, Centre Raymond Lemaire pour la Conservation ; 245 pages
- ⌘ Robert, E. / Musette, L., 1955 ; Note sur le calcul des poutres Vierendeel ; article ; Mémoires AIPC ; 13 pages
- ⌘ S. Multon, 2012 ; BETON ARME ; Eurocode 2 ; Centre Genie Civil – INSA – Université Paul Sabatier ; 154 pages
- ⌘ Sebastien BRISARD - Service d'Etude techniques des routes et autoroutes, 2006 ; Les plénières 2006 du LCPC sciences et techniques du génie civil ; guide technique ; Laboratoire Central des ponts et chaussées ; 36 pages
- ⌘ Service d'Etude techniques des routes et autoroutes, 2000 ; Appareils d'appui en caoutchouc fretté – Utilisation sur les ponts – Viaducs et structures similaires ; guide technique ; 93 pages
- ⌘ SETRA, 1984 ; Dalles de transitions des ponts routes - technique et réalisation ; notice technique ; Ministère de l'urbanisme du logement et du transport – direction des routes; 42 pages