



Projet Hydroélectrique de Nachtigal Amont

RESUME DES ETUDES ENVIRONNEMENTALES ET SOCIALES

Agence de Lyon

Le First Part-Dieu
2 avenue Lacassagne
69425 Lyon cedex 03
Tel. : 04 37 65 38 00
Fax : 04 37 65 30 01



SOMMAIRE

1. Introduction	5
1.1. CONTEXTE DU PROJET	5
1.2. OBJET DU DOCUMENT	5
2. Description du projet	7
2.1. BREF HISTORIQUE	7
2.2. L'ESSENTIEL A RETENIR	7
2.3. MODES D'EXPLOITATION	8
2.4. CARACTERISTIQUES DU PROJET ET IMPLANTATION	9
3. EIES de 2011	14
3.1. PRINCIPAUX ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX ET SOCIAUX AVANT PROJET	14
3.1.1. LE FLEUVE SANAGA	14
3.1.2. LE BARRAGE DE LOM PANGAR	14
3.1.3. LA BIODIVERSITE	14
3.1.4. LA QUALITE DE L'ENVIRONNEMENT	16
3.1.5. LE CADRE SOCIAL	17
3.1.6. PRINCIPALES EVOLUTIONS ENTRE 2006 ET 2011	19
3.2. LES PRINCIPAUX IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX ET SOCIAUX DU PROJET ET LES MESURES CORRECTIVES	19
3.2.1. IMPACT DU PROJET HYDROELECTRIQUE DE NACHTIGAL SUR LE FLEUVE SANAGA	20
3.2.2. IMPACT SUR LA QUALITE DE L'EAU	20
3.2.3. IMPACT SUR LES POISSONS	21
3.2.4. ACCESSIBILITE A LA RETENUE ET AU TRONÇON COURT-CIRCUITE	21
3.2.5. OCCUPATION DES TERRES	21
3.2.6. IMPACT SUR LES RESSOURCES FORESTIERES	22
3.2.7. IMPACT SUR LA FAUNE	22
3.2.8. IMPACT SUR LA POPULATION	22
3.2.9. IMPACTS SUR LES REVENUS ET PLAN DE COMPENSATION	23
3.2.10. IMPACT DE LA LIGNE HAUTE TENSION SUR LA SANTE	24
3.2.11. IMPACT SUR LA SANTE DE LA POPULATION	24
3.2.12. DES EMISSIONS DE GAZ A EFFETS DE SERRE EVITEES	25
3.2.13. IMPACT SUR LE PAYSAGE	25
3.2.14. ANALYSE DU RISQUE DE RUPTURE DE BARRAGE ET PREPARATION D'UN PLAN D'URGENCE	25
3.3. LES IMPACTS DES ACTIVITES DE CONSTRUCTION DU PROJET ET LES MESURES CORRECTIVES	25
3.3.1. CONTROLE DE LA POUSSIERE ET DU BRUIT	26
3.3.2. LA SECURITE SUR LE CHANTIER ET DANS LES ENVIRONS	26
3.3.3. CONTROLE DU RISQUE DE POLLUTION DES EAUX PAR LE CHANTIER	26
3.3.4. CONTROLE DE L'EROSION ET DE LA SEDIMENTATION LIEES AUX TRAVAUX	27

3.3.5.	SOURCE DES MATERIAUX POUR LE CHANTIER	27
3.3.6.	CONTROLE DU RISQUE DE MIGRATION DE LA POPULATION SPONTANEE AUTOUR DES SITES	27
3.3.7.	SURVEILLANCE DE LA SANTE DES TRAVAILLEURS ET DES POPULATIONS ENVIRONNANTES PENDANT LA CONSTRUCTION	27
3.3.8.	BENEFICE POUR L'ECONOMIE LOCALE DURANT LA CONSTRUCTION	28
3.3.9.	L'IDENTIFICATION ET LA PROTECTION DES RESSOURCES CULTURELLES	28
3.4.	SYNTHESE DES IMPACTS A COURT ET A MOYEN TERME INCLUANT CEUX DU BARRAGE DE LOM PANGAR ET LE FUTUR DEVELOPPEMENT ECONOMIQUE	28
4.	Etat initial complémentaire : météorologie, qualité de l'air, niveaux sonores et transport hydrosédimentaire	31
4.1.	ETUDE DE LA METEOROLOGIE DE LA ZONE DU PROJET	31
4.2.	ETUDE DE L'ETAT INITIAL DE LA QUALITE DE L'AIR	32
4.3.	ETAT INITIAL DU BRUIT AMBIANT DANS LES VILLAGES AUTOUR DU PROJET	33
4.4.	BARRAGE DE NACHTIGAL : EXPERTISE DE L'IMPACT HYDROSEDIMENTAIRE SUR LA RIVIERE SANAGA	34
4.4.1.	OBJECTIFS ET QUESTIONS POSEES	34
4.4.2.	METHODOLOGIE	34
4.4.3.	BILAN DU DIAGNOSTIC SEDIMENTAIRE ACTUEL ET TENDANCE A L'EPUISEMENT DE LA RESSOURCE	35
4.4.4.	IMPACTS HYDROSEDIMENTAIRES	40
4.4.5.	RECOMMANDATIONS	42
5.	Inventaires et études complémentaires pour mieux contrôler les impacts sur le milieu naturel	43
5.1.	APPROFONDISSEMENT DE L'ETAT INITIAL FAUNE ET FLORE	43
5.1.1.	LA FAUNE	44
5.1.2.	LA FLORE	45
5.2.	ETUDE SUR LA DISTRIBUTION ET LA FLORAISON DE LEDERMANNIELLA	49
5.2.1.	METHODOLOGIE	49
5.2.2.	RESULTATS	49
5.2.3.	DISCUSSION	51
5.2.4.	RECOMMANDATION D' ACTIONS DE GESTION DES <i>LEDERMANNIELLA</i>	51
5.3.	ETUDE DE L'ETAT INITIAL DES PEUPELEMENTS PISCICOLES	52
5.3.1.	OBJET ET OBJECTIF	52
5.3.2.	MOYENS ET METHODE	52
5.3.3.	RESULTATS	52
5.3.4.	IMPACT DU PROJET SUR LES PEUPELEMENTS PISCICOLES	54
5.3.5.	PASSE A POISSON	54
5.3.6.	DEBIT RESERVE	55
5.4.	LE DEBIT RESERVE	55
5.4.1.	METHODOLOGIE	55

5.4.2. RESULTATS	56
5.4.3. RECOMMANDATIONS	57
5.5. ETUDE DE L'INTERET D'UN RETRAIT DE LA VEGETATION AERIENNE DANS L'EMPRISE DU RESERVOIR DE NACHTIGAL	58
5.5.1. OBJECTIF	58
5.5.2. RESULTATS	58
5.5.3. RECOMMANDATIONS	59
6. Etudes complémentaires pour mieux contrôler les impacts sur le milieu humain	61
6.1. ETUDE ET PLAN D'ACTION SANTE	61
6.2. ETUDE ET PLAN D'ACTION DES CAPACITES LOCALES ET DE LA MAIN D'ŒUVRE	62
6.3. PLAN DE GESTION DES AFFLUX SOCIAUX	63

FIGURES ET TABLEAUX

FIG. 1.	LE SITE DE NACHTIGAL AMONT	5
FIG. 2.	VUE DES OUVRAGES AMONTS	8
FIG. 3.	FONCTIONNEMENT EN ECLUSEES	9
FIG. 4.	LOCALISATION DU PROJET	12
FIG. 5.	IMPLANTATION DU PROJET	13
FIG. 6.	DONNEES PLUVIOMETRIQUE ET TEMPERATURE A BATCHENGA MAI A OCTOBRE 2014	32
FIG. 7.	SECTEUR RECONNU (27/01 AU 03/02/2014)	35
FIG. 8.	AUGMENTATION GLOBALE DES VOLUMES EXTRAITS 1980 - 2013	36
FIG. 9.	ILLUSTRATIONS DE L'EVOLUTION DES STOCKS	37
FIG. 10.	ZONE D'EXTRACTION PRIVILEGIEE EN ENTREE DE RESERVOIR, CARRIERE D'EKOMBITIE	41
FIG. 11.	DISTRIBUTION DE L. SANAGAENSIS RELEVÉE LORS DE LA PREMIERE CAMPAGNE. LES CERCLES SONT PROPORTIONNELS A LA TAILLE DE POPULATIONS RECENSEES.	50
TABL. 1 -	LISTE LES ETUDES COMPLEMENTAIRES REALISEES OU EN COURS DE REALISATION EN COMPLEMENT DE L'EIES DE 2011	6
TABL. 2 -	FICHE TECHNIQUE DE L'AMENAGEMENT	9
TABL. 3 -	RISQUES DE POLLUTION DES EAUX PENDANT LE CHANTIER ET REPONSES APPORTEES	26
TABL. 4 -	EFFETS CUMULATIFS DU PROJET NACHTIGAL	28
TABL. 5 -	ESTIMATION DES VOLUMES DE SABLES EXTRAITS EN 2013	36
TABL. 6 -	CONSTATS ET HYPOTHESES SUR LE STOCK DE SABLE	37
TABL. 7 -	PARAMETRES ET DEBIT SOLIDE NATUREL	38
TABL. 8 -	BILAN DU TRANSPORT SOLIDE 2013	38
TABL. 1 -	BILAN DU TRANSPORT SOLIDE SUR 33 ANS DEPUIS 1980	39
TABL. 2 -	DELAI AVANT DIMINUTION NOTABLE DES APPORTS AU NIVEAU DE NACHTIGAL	42
TABL. 3 -	ESPECES DE POISSONS RECENSEES ET STATUT DE CONSERVATION (D'APRES UICN).	53

1. INTRODUCTION

1.1. CONTEXTE DU PROJET

Face à des besoins énergétiques croissants, le gouvernement Camerounais a élaboré un Plan de Développement à long terme du Secteur de l'Électricité, Horizon 2030 en 2006, puis mis à jour en 2014 jusqu'en 2035 (PDSE 2035). Ce plan constitue un cadre technique, environnemental et économique pour le développement de la production électrique. Selon le classement des 54 sites potentiels de production hydroélectrique du Cameroun établi par le PDSE 2035, le site de Nachtigal (dit Nachtigal amont) constitue l'un des sites hydroélectriques les plus intéressants du pays, au plan économique et environnemental. Il est donc inscrit parmi les ouvrages prioritaires dans la stratégie globale de son développement. Le développement de ce projet est un des principaux équipements qui permettraient de répondre d'une manière durable aux besoins de développement du Cameroun.

Les études techniques et économiques menées en 2005 et 2006 ont démontré la faisabilité du projet et sa dépendance à la réalisation du barrage de régulation amont de Lom Pangar. Il fallut attendre l'avancement du projet de Lom Pangar pour relancer en 2011 le projet hydroélectrique de Nachtigal. Cinq ans après la première EIES de 2006 et en conformité avec la réglementation camerounaise, une actualisation de l'EIES a été entreprise en 2011. Elle reste actuellement l'EIES de référence du projet et inclus un PGES préliminaire.



Fig. 1. Le site de Nachtigal amont

Le 8 novembre 2013, un accord de développement (JDA) a été signé entre un Groupe d'Investisseurs comprenant le Gouvernement du Cameroun (GdC), EDF, la Société Financière Internationale (IFC) et Rio Tinto Alcan (RTA)* pour le développement du projet.

**RTA s'est depuis retiré du développement du Projet*

Le projet répond aux besoins énergétiques du Cameroun et la production électrique du Projet est destinée au réseau interconnecté Sud (RIS) par l'intermédiaire de l'opérateur Camerounais ENEO. L'objectif est que la phase de développement du projet se termine en 2017 ; la mise en service des groupes s'échelonne entre 2021 et 2022.

1.2. OBJET DU DOCUMENT

Le certificat de conformité environnementale a été obtenu en avril 2014 sur la base de l'EIES de référence de 2011. Toutefois, le PGES préliminaire attaché à l'EIES est apparu comme insuffisamment détaillé et précis aux yeux des nouveaux co-développeurs et du Ministère en charge de l'environnement au Cameroun (MINEPDED). Il convenait donc de le détailler davantage de manière à le rendre plus

opérationnel et adapté aux nouvelles réalités du Projet. Dans cette perspective, les co-développeurs ont défini un programme d'études environnementales et sociales complémentaires, dont certaines sont préconisées par l'EIES, afin de compléter celle-ci et d'élaborer un PGES détaillé qui a été validé en juillet 2016.

L'objet de ce document est de présenter de manière organisée les résumés des études environnementales et sociales dans la continuité de l'EIES de 2011.

Après une présentation du projet (§ 2) et le résumé de l'EIES de 2011 (§ 3), le présent document présente en trois sections les études complémentaires réalisées :

- 4 : Etat initial complémentaire : météorologie, qualité de l'air, niveaux sonores et transport hydrosédimentaire ;
- 5 : Inventaires et études complémentaires pour mieux contrôler les impacts sur le milieu naturel ;
- 6 : Etudes complémentaires pour mieux contrôler les impacts sur le milieu humain

La table ci-dessous liste les études complémentaires réalisées présentées dans ces sections.

Tabl. 1 - liste des études complémentaires réalisées en complément de l'EIES de 2011

Section	Titre / Objet	Auteurs	
Etat initial complémentaire : météorologie, qualité de l'air, niveaux sonores et transport hydrosédimentaire			
4.1	Etude de la météorologie de la zone du projet	CARFAD	
4.2	Etude de l'état initial de la qualité de l'air	CARFAD	
4.3	Etat initial du bruit ambiant dans les villages autour du Projet	CARFAD	
4.4	Barrage de Nachtigal : Expertise de l'impact hydrosédimentaire sur la rivière Sanaga	ARTELIA	
Inventaires et études complémentaires pour mieux contrôler les impacts sur le milieu naturel			
5.1	Approfondissement de l'état initial faune et flore	CARFAD	
5.2	Etude sur la distribution et la floraison de Ledermanniella	Dr. Ghogue (IUCN / CARFAD)	
5.3	Etude de l'état initial des peuplements piscicoles	Dr. Bitja-Nyom (Université de Ngaoundéré)	
5.4	Le débit réservé	ARTELIA	
5.5	Etude de l'intérêt d'un retrait de la végétation aérienne dans l'emprise du réservoir de Nachtigal	EDF	
Etudes complémentaires pour mieux contrôler les impacts sur le milieu humain			
6.1	Etude et plan de gestion économique et social des sablières.	EGIS Cameroun	
6.2	Etude et Plan d'Action Santé	CARFAD	
6.3	Etude et plan d'action des capacités locales et de la main d'œuvre	CARFAD	
6.4	Plan de Gestion des Afflux Sociaux	EGIS Cameroun	

2. DESCRIPTION DU PROJET

2.1. BREF HISTORIQUE

Le site du barrage de Nachtigal amont a été identifié dès les années 1950, et plus précisément décrit en 1974, dans le cadre des études d'avant-projet menées par EDF-Dafeco pour le compte d'Electricité du Cameroun (devenu depuis SONEL).

La possibilité d'équiper le site avec un aménagement hydroélectrique de forte puissance a depuis été réétudiée à différentes reprises et notamment, pour le compte d'ALUCAM, entre 2006 et 2012. Ces études ont permis de déterminer les principales caractéristiques de l'aménagement (cote de RN, axe du barrage, principales fonctions...) en tenant compte des avancées techniques depuis les premières études des années 1970 et de l'évolution de la demande énergétique camerounaise.

En 2013, suite au changement de portage du Projet, les développeurs (le Gouvernement du Cameroun, EDF, RTA et SFI) ont décidé de lancer une étude d'avant-projet détaillé (APD) pour affiner les études précédentes rappelées ci-dessus et optimiser la conception. Sans remettre en cause les fondamentaux, l'APD réalisé approfondit certains aspects et en révisé d'autres. Les principales modifications apportées au Projet au stade APD ont porté sur :

- la possibilité de générer de l'énergie de pointe pour le RIS, avec notamment une augmentation de la plage de marnage de la retenue et un fonctionnement des groupes turbo-alternateurs en éclusée ;
- la mise en place d'un débit réservé pour le maintien de certains habitats ;
- la fermeture de la rive gauche du réservoir au moyen d'un barrage secondaire pour éviter toute interaction avec le remblai de la voie ferrée Transcam2 et retrouver des marges de manœuvre par rapport à la cote des plus hautes eaux ;
- une évacuation des crues principalement par seuil libre, plus robuste ;
- un recalage et une optimisation des principaux ouvrages (barrages, canal, usine, poste de production) pour une réalisation plus aisée, plus rapide, moins couteuse, un meilleur fonctionnement hydraulique ou encore une maintenance plus aisée.

Les modifications de projet depuis la conception de 2011 peuvent minimiser certains impacts ou en entrainer de nouveau, et nécessiter de nouvelles mesures. Une étude des impacts aval et cumulatifs examine l'implication environnementale et sociale de ces évolutions mineures de conception et d'exploitation.

2.2. L'ESSENTIEL À RETENIR

- Le projet est porté par 4* partenaires (l'Etat du Cameroun, EDF, IFC, RTA), dans le cadre d'un accord de développement conjoint signé le 8 novembre 2013 ; *3 depuis avril 2016 suite au retrait de RTA
- Le consortium jouit des droits exclusifs de développement du projet par accord de l'Etat du Cameroun signé le 10 juillet 2014 ;
- Le projet est une priorité nationale pour sécuriser davantage le système électrique du Cameroun ;
- Le projet consiste à concevoir, construire et exploiter pendant la durée de la concession un barrage et une usine hydroélectrique sur le fleuve Sanaga au niveau des chutes de Nachtigal amont (situées à 65 km au Nord-Est de Yaoundé) et une ligne d'évacuation de 50 kms en technique 225 kV jusqu'à Nyom (au Nord de Yaoundé);
- La puissance installée totale est de 420 MW, avec 7 groupes d'une puissance électrique unitaire de 60 MW, correspondant à un débit d'équipement de 980 m³/s.

- L'hydrologie est régulée par les barrages amont de Mbakaou et de Lom Pangar assurant un débit objectif turbinable en saison sèche de 650 m³/s et un productible moyen annuel de 2,85 TWh à Nyom2;
- Le barrage fonctionne au fil de l'eau avec une faible emprise foncière et des impacts environnementaux et sociaux limités;
- L'investissement est financé en Project finance;
- Le début de construction est attendu en 2018 et la mise en service opérationnelle sera échelonnée entre 2021 et 2022.

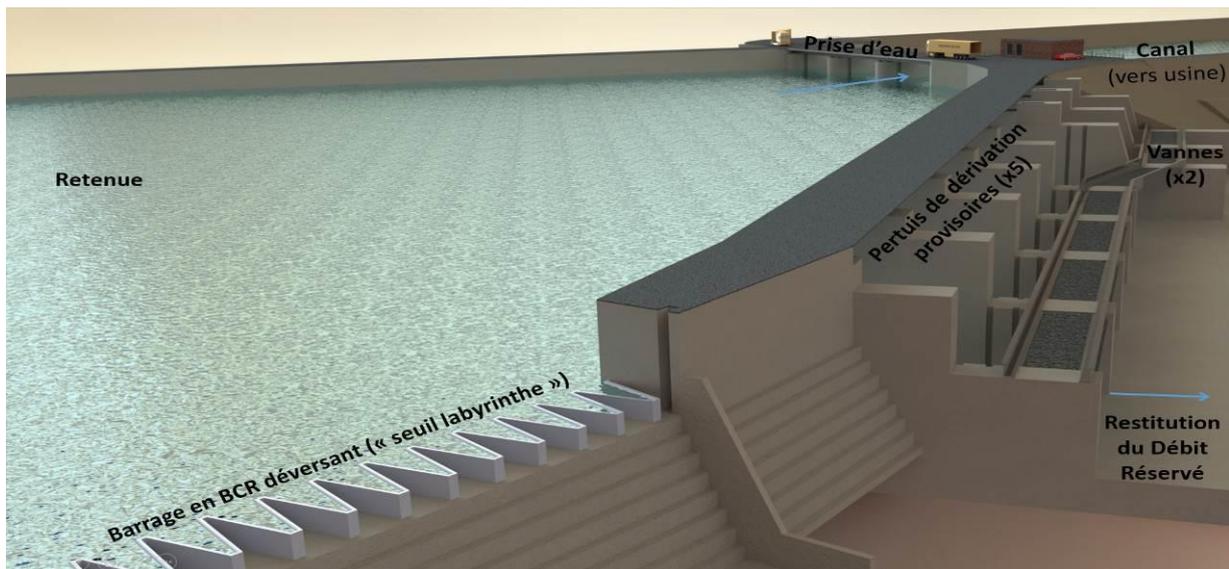
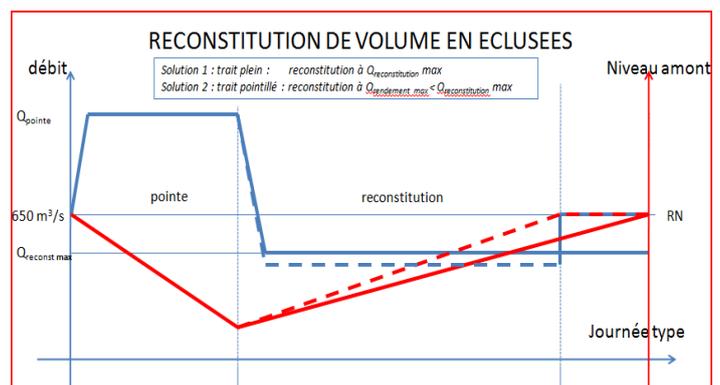


Fig. 2. Vue des ouvrages amont

2.3. MODES D'EXPLOITATION

L'année hydrologique à Nachtigal permet d'identifier deux saisons clairement marquées : une période de 32 semaines (saison sèche) où l'apport hydrologique est régulé à 650 m³/s par les retenues amont (Lom Pangar et Mbakaou), et une saison humide (20 semaines) durant laquelle le débit entrant peut dépasser notablement le débit d'équipement de l'aménagement de 980 m³/s. Il a été retenu plusieurs modes de fonctionnement :

- En saison humide, les débits entrant étant largement supérieurs au débit d'équipement de l'aménagement, il a été retenu un fonctionnement au fil de l'eau au débit maximal d'exploitation ;
- En saison sèche, deux modes de fonctionnement seront possibles :



- un fonctionnement au fil de l'eau, l'aménagement turbinant instantanément la totalité des volumes entrants à cote de retenue constante ;
- un fonctionnement en éclusées journalières permettant de fournir au réseau une puissance maximale pendant les heures de consommation de pointe en creusant légèrement le réservoir, et en limitant la production pendant le reste de la journée pour reconstituer le stock hydraulique.

Fig. 3. Fonctionnement en éclusées

2.4. CARACTÉRISTIQUES DU PROJET ET IMPLANTATION

Le tableau ci-dessous donne la fiche technique de l'aménagement et les figures qui suivent illustrent la localisation et les implantations du projet.

Tabl. 2 - Fiche technique de l'aménagement

Général	
Puissance nominale de l'installation	420 MW (7*60MW)
Débit d'équipement	980 m ³ /s
Surface du réservoir à RN	4,21 km ²
Volume du réservoir à RN	27 800 000 m ³
Volume utile entre RN et CME	6 100 000 m ³
Hydrologie	
Débit objectif (95 % du temps)	650 m ³ /s
Crue décennale (Q10 000)	7 500 m ³ /s
Crue décennale (Q10)	4 400 m ³ /s
Niveaux caractéristiques	
Plus hautes eaux extrêmes (PHEE)	514,7 NGC
Plus hautes eaux (PHE)	514,5 NGC
Retenue normale (RN)	513,5 NGC
Cote Minimale d'Exploitation (CME)	512,0 NGC
Barrage principal déversant	
Type barrage	Barrage poids BCR — Parement amont BCRE
Type déversoir	Seuil libre labyrinthe aéré en crête de barrage d'une longueur développée de 4 710 m
Longueur totale du barrage	1 455 m (dont 1 380 m de longueur déversante)
Hauteur maximale sur fondation	13,6 m
Cote de crête plot rive droite	516,00 NGC
Parement amont	Vertical
Parement aval	Marches d'escalier;1V/0,5 H
Largeur en crête	7 m à la cote 512,1 NGC
Cote de crête seuil labyrinthe	513,60 NGC
Barrage de fermeture rive gauche	
Type barrage	Barrage poids BCR — Parement amont BCRE
Longueur totale du barrage	553 m
Hauteur maximale sur fondation	16 m
Parement amont	Vertical
Parement aval	Marches d'escalier;1V/0,4 H
Largeur en crête	5 m
Crête	Variable de 516,0 NGC à 518,5 NGC
Pertuis de dérivation provisoire	
Type	5 Passes Béton conventionnel vibré
Seuil des pertuis	501 NGC
Passes	5 x 17 x 16,2 m
Batardeage phase chantier	Batardeaux métalliques
Fermeture définitive	Bouchons bétons
Évacuateur de crues vanné	
Type	2 passes vannées Béton conventionnel vibré

Passes	2 x17 x 14,2 m
Seuil des passes	503 NGC
Vannes	2 vannes segment 17 x 10,7 m
Clapets	Installés sur vannes segment — 2,5 x 14m
Débit des vannes sous RN	2 x 980 m ³ /s = 1960 m ³ /s
Débit des vannes sous PHE	2 x 1110 m ³ /s = 2220 m ³ /s
Débit des clapets sous CME	2 x 10 m ³ /s
Débit des clapets sous RN	2 x 80 m ³ /s
Batar dage exploitation	Batardeaux métalliques
Prise d'eau amont canal	
Type	3 passes Béton conventionnel vibré
Passes	3 x17 x 11,2 m
Seuil des passes	506 NGC
Batar dage exploitation	Batardeaux métalliques
Canal d'amenée	
Longueur	3 067 m
Largeur au radier	Variable de 60 m à 20 m
Profondeur maximale	15 m
Fruit des talus internes	2.1H/1V
Fruit des talus externes	2.1H/1V — risbermes tous les 7 m
Étanchéité	Béton conventionnel vibré — 0.2 m
Divergent entrée prise d'eau	
Longueur	250 m
Largeur au radier	Variable de 20 m à 70.20 m
Profondeur maximale	21,5 m
Prise d'eau usinière	
Type	7 pertuis béton conventionnel vibré
Largeur des pertuis	5,60 m
Hauteur pertuis	Progressive de 15,10m à 5, 60 m
Vannes de tête	7 vannes wagon à treuil 5,6m x 5,75m
Batardeaux	1 batardeau métallique 7,00m x 5.875 m
Grille	63 m x 15, 5 m— inclinée à 15°
Conduites forcées	
Type	7 conduites indépendantes
Pente talus	45°
Diamètre intérieur	5,60 m
Longueur	De 74,5 m à 80.5 m
Vitesse d'écoulement (à Qmax turbiné)	5,7 m/s
Usine hydroélectrique	
Dimensions extérieures :	
Hauteur au-dessus des fondations	35.75 m au faitage
Largeur	46.75 m
Longueur	142,2 m
Turbine (Francis à axe vertical) — Puissance hydraulique	7 x 62 MW
Puissance électrique à la sortie des transformateurs	60 MW
Vitesse de rotation	136,4 tr/min
Alternateur 10,3kV, 50 Hz	7 x 73 MVA
Transformateur de puissance triphasé 10,3/225 kV	8 x 73 MVA, ONAN/ONAF (un transformateur de rechange)
Batardeau	14 jeux de batardeaux 6.7x 6.2 m
Canal de fuite	
Longueur	800 m

Poste et Lignes de transport	
Liaison Usine- Poste de production	
Type	Aster 228 — 7 x mono-faisceau mono conducteur
Longueur	7 x 800m
Poste de production	
Type	225 kV Ouvert à 2 jeux de barres
Ligne 225 kV	
Point de Livraison	Poste de raccordement de Nyom 2
Type	Aster 570 — Double faisceau — double conducteur
Longueur	50,3 km
Largeur de l'emprise DUP	50 m
Pylône d'angle	10 (+portiques de départ et d'arrivée)

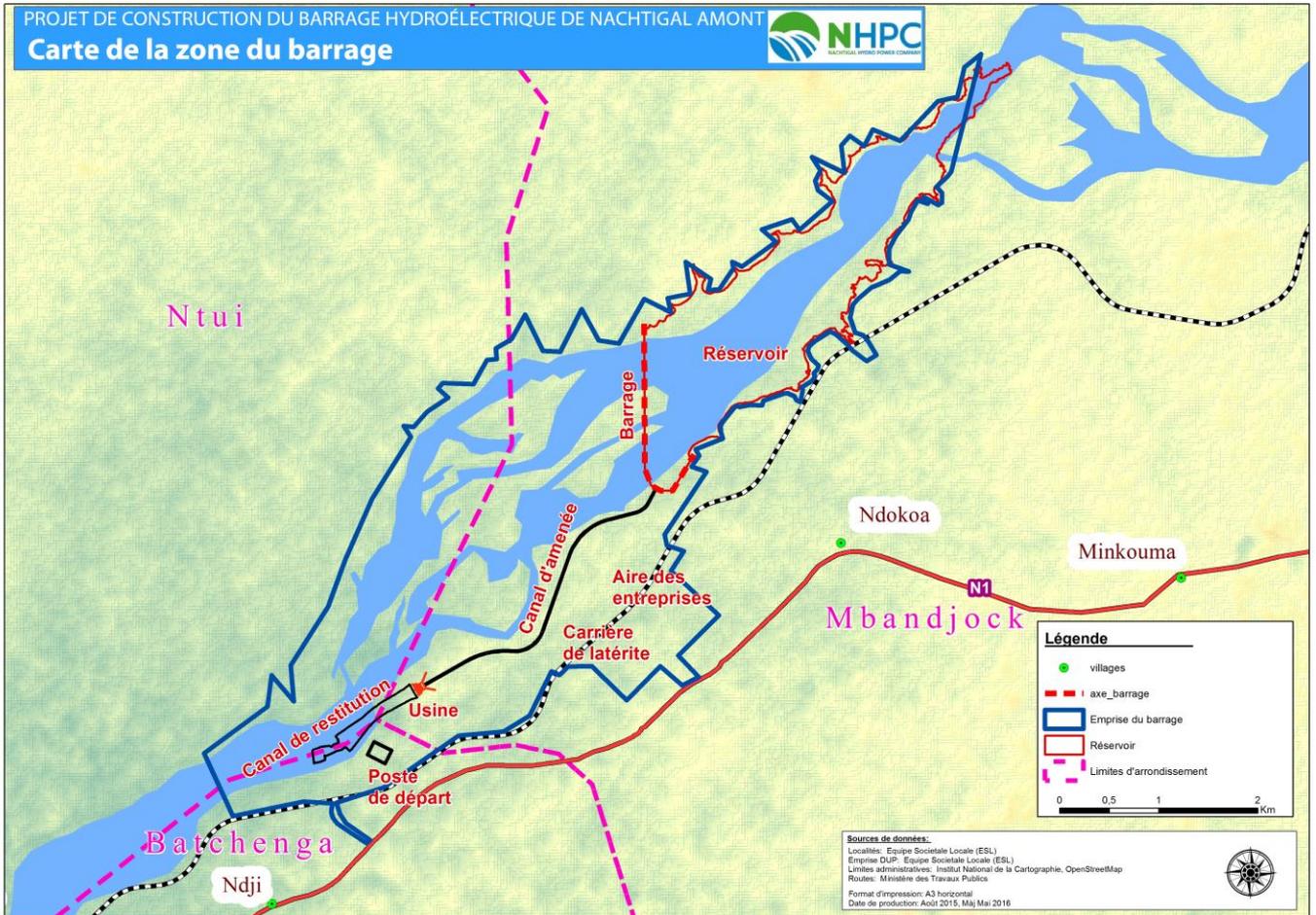


Fig. 5. Implantation du projet

3. EIES DE 2011

Le résumé ci-dessous est une synthèse de l'EIES de 2011, dans laquelle certaines informations ont été mises à jour pour tenir compte des évolutions du projet depuis 2011 (débit réservé, fonctionnement en éclusées ...) et des connaissances de la zone (données de recensement ...).

3.1. PRINCIPAUX ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX ET SOCIAUX AVANT PROJET

3.1.1. Le fleuve Sanaga

Le fleuve Sanaga est le plus grand du Cameroun. Il est formé de la confluence du Djérem et du Lom, à 650 km de l'Océan Atlantique. La Sanaga a une forte pente pour un fleuve de cette dimension et un potentiel hydroélectrique tout à fait exceptionnel. C'est le climat de la partie amont du bassin de la Sanaga, à savoir essentiellement le plateau de l'Adamaoua, qui détermine son débit (l'écoulement d'eau) à Nachtigal. Sur cette partie du Cameroun, il pleut à partir d'avril et la véritable saison des pluies s'échelonne du mois d'août à novembre. Jusqu'en 2015, le débit de la Sanaga était régulé par les retenues de Bamendjin, La Mapé et Mbakaou, qui stockent l'eau en saison des pluies et la relâchent en saison sèche. Lom Pangar a depuis augmenté la capacité de régulation du fleuve. Entre les mois de décembre et mai, le débit du fleuve à Nachtigal était réduit à un minimum de 300 m³/s (avant Lom Pangar). Le débit augmente ensuite pour atteindre son maximum (de 1 000 à plus de 3 500 m³/s selon les années).

3.1.2. Le barrage de Lom Pangar

Le gouvernement camerounais a entrepris la construction du barrage de Lom Pangar afin de mieux réguler le débit de la Sanaga. Ce barrage stocke l'eau en saison des pluies et la libère en saison sèche. Un débit minimal objectif de 650 m³/s dans le fleuve Sanaga sera ainsi assuré y compris en période de basses eaux. Le débit ne sera que peu modifié en période de hautes eaux. Ce débit minimal permettra d'assurer le fonctionnement des centrales hydroélectriques situées en aval sur le fleuve Sanaga (Song Loulou, Edéa puis Nachtigal). Les premiers lâchers de soutien d'étiage depuis Lom Pangar ont débuté en décembre 2015.

3.1.3. La biodiversité

3.1.3.1. LA VEGETATION

La zone du projet est localisée dans le domaine de la forêt dense humide semi-caducifoliée guinéo-congolaise. C'est une zone de transition entre la forêt et la savane. La végétation au niveau de la zone des ouvrages est surtout caractérisée par des galeries forestières le long des cours d'eau et de la savane arbustive maintenue grâce à la présence des feux de brousse, un des principaux facteurs déterminant de la régression des formations forestières inventoriées dans la zone. Les perturbations dues à l'exploitation forestière sont bien visibles en bordure des rives. Les bandes forestières qui s'y trouvent sont défrichées pour des fins agricoles. Il n'existe aucune zone protégée dans la zone d'étude.

Lors des inventaires réalisés dans le cadre de l'EIES, 366 espèces végétales ont été recensées dans les différentes zones du projet. Parmi ces espèces, 15 sont des espèces ligneuses à valeur commerciale et près de 40 d'entre elles, non endémiques au secteur d'étude, sont utilisées localement dans la pharmacopée traditionnelle. Aucune espèce ayant un statut particulier de protection n'a été identifiée au cours des investigations de terrain.

Cet état des lieux a été mis à jour en 2014 (cf. §5.1) et a révélé 531 espèces de flore terrestre dont 259 espèces d'arbre. Parmi ces espèces, une quinzaine sont des espèces à valeur commerciale (arbres) et au moins 155 espèces ont une utilisation ethnobotanique (médicinal, comestible, médico-magique). Une espèce terrestre identifiée est classée en danger d'extinction, *Hymenodictyon pachyantha*.

En plus de ces inventaires terrestres, des inventaires de la flore aquatique ont été menés en 2014 et ont révélé la présence de plusieurs espèces ayant un enjeu fort de conservation. Parmi les espèces aquatiques rencontrées, on peut citer en particulier :

- *Ledermanniella sanagaensis* (Podostemacées) – aquatique – « En Danger Critique d'extinction (CR) »;
- *Marsdenia abyssinica* (Asclepiadaceae) – aquatique facultative (rives) – CR.
- *Ledermanniella thalloidea* (Podostémacées) – aquatique - « En danger d'extinction (EN) » ;

Vue l'enjeu fort concernant ces espèces, dont *L. sanagaensis*, connue uniquement de la zone du Projet, des études sur l'écologie et la distribution de ces espèces ont continué en 2015, avant la mise en eau de Lom Pangar, et plus récemment en 2016, après la mise en eau. Les deux espèces de Podostemaceae ont besoin d'un étiage leur permettant d'être émergé afin de fleurir (généralement entre décembre et mars). Il est à noter que seules 2 stations de *L. sanagaensis* ont pu être trouvées en 2016 suite au réhaussement des débits d'étiage avec Lom Pangar malgré leurs fortes densités en 2015, et aucune en 2017. *L. sanagaensis* a depuis été trouvé dans le Mbam.

3.1.3.2. LA FAUNE

La zone n'est pas considérée comme une route migratoire importante pour l'avifaune, aucun couloir de migration n'ayant été identifié le long de la future ligne de transport. Néanmoins, plusieurs espèces d'oiseaux protégés par la législation camerounaise sont présentes dans la zone du projet, incluant une espèce qui est en danger d'extinction (Liste Rouge UICN).

De la liste des 34 espèces de faune terrestre et 122 espèces d'avifaune présentes dans la zone du projet, plusieurs sont protégées par la législation camerounaise et/ou sont sur la liste rouge de l'UICN (vulnérable, ou en danger d'extinction), cf. §5.1. Ces espèces sont :

Espèce	Protection sous la législation Camerounaise (classe A à C)	Classification UICN (Liste Rouge)
Mammifères		
Pangolin géant	A	VU
Pangolin commun	A	VU
Hippopotame	A	VU
Potamochère	B	LC
Sitatunga	B	LC
Porc-épic	C	LC
Aulacode	C	LC
Autres mammifères non-chassés – 5	B	LC

espèces		
Autres mammifères non-chassés – 9 espèces	C	LC
<u>Reptiles</u>		
Varan	B	NE
Naja	B	NE
Autres reptiles non-chassés – 5 espèces	C	LC
<u>Oiseaux</u>		
Touraco vert	A	LC
Touraco doré	A	EN
Calao à joues brunes	A	VU
Aigle martial	B	VU

3.1.3.3. POISSONS

Un inventaire détaillé des peuplements piscicoles a été réalisé en complément de l'EIES en 2014, cf. résumé détaillé en §5.3.

Cet inventaire piscicole a révélé que 65 espèces, appartenant à 16 familles, étaient présentes, dont 9 restent indéterminées ou nouvelles pour la science et 24 espèces endémiques de la Sanaga. Cependant, l'étude bibliographique montre que 21 espèces supplémentaires ont été signalées dans la zone du projet, bien qu'elles n'aient pas été inventoriées par les pêches. En combinant les deux sources d'information, il y a jusqu'à 86 espèces (représentant 18 familles) signalées dans la zone du Projet.

Par ordre décroissant, la richesse spécifique (nombre d'espèces) par famille recensée est la suivante : *Cyprinidae* (17), *Mormyridae* (14), *Clariidae* (6), *Alestidae* (5), *Claroteidae* (5), *Cichlidae* (4), *Mochokidae* (3), *Schilbeidae* (2) et *Mastacembelidae* (2). Les 7 autres familles (*Amphiliidae*, *Arapaimidae*, *Bagridae*, *Channidae*, *Distichodontidae*, *Hepsetidae* et *Latidae*) n'enregistrent respectivement qu'une seule espèce.

En termes de statut de conservation des espèces, la plupart des espèces sont classées dans la catégorie « préoccupation mineure » (LC) de l'UICN. Quatre espèces sont actuellement classées comme étant vulnérable, quasi-menacée ou en danger d'extinction, cf. §5.3.

3.1.4. La qualité de l'environnement

3.1.4.1. LA QUALITE DE L'AIR

La qualité de l'air est généralement bonne dans la zone d'étude. Les principales sources de pollution de l'air identifiées sont ponctuelles et temporaires. Elles concernent principalement les feux de brousse et le passage des véhicules sur les routes en terre qui soulève des nuages de poussière en saison sèche. Un état des lieux dans les villages alentours a été réalisé en complément de l'EIES, cf. §4.2, indiquant que la source principale de la pollution de l'air de la zone sont les particules fines (PM10).

3.1.4.2. LA QUALITE DE L'EAU

La qualité de l'eau de la Sanaga est généralement bonne. Étant donné les débits importants du fleuve et la faible densité de la population présente, la pollution d'origine domestique ne peut causer qu'un impact très local. Même en y ajoutant les cultures vivrières, l'agriculture dans le bassin versant amont n'a probablement pas une influence décelable sur la qualité des eaux à cet endroit.

Les principales sources de pollution organique de la zone proviennent des deux sucreries, localisées respectivement à Mbandjock et Nkoteng, et de la distillerie située à Mbandjock.

L'approvisionnement en eau des villages s'effectue soit dans les sources d'eau non aménagées, soit directement dans les marigots, les rivières et autres cours d'eau ou dans des puits peu profonds. Ces différentes sources sont sujettes à pollution et/ou à tarissement périodique. La consommation d'eau contaminée est souvent source de maladies.

Une étude complémentaire sur la qualité de l'eau de la Sanaga est en cours de réalisation depuis fin 2015 et servira en tant qu'état initial quantitatif.

3.1.5. Le cadre social

3.1.5.1. LA POPULATION

Dans la zone, la population est fortement concentrée de part et d'autre des routes existantes et agglomérées tout autour des villages. Les ménages sont généralement d'assez grande taille, comptant de 8 à 12 personnes par ménage.

Un exode rural est perceptible dans certaines parties du département et quelques villages, tels que Nalassi, Ndji et Nachtigal rive gauche se vident de leurs jeunes.

Le revenu tiré des différentes activités demeure faible. C'est l'agriculture vivrière et la pêche qui procurent la plus grande partie des revenus aux populations villageoises suivi, mais d'assez loin, par la vente des produits du palmier, de la cueillette et de la chasse. On constate également en 2011 une augmentation des revenus liés à l'exploitation des sablières.

3.1.5.2. LA SANTE

L'état nutritionnel de la population est globalement satisfaisant. Les cas de malnutrition chez les enfants sont rares et probablement liés à de mauvaises pratiques alimentaires individuelles. Les autres cas sont souvent l'expression de maladies infectieuses et parasitaires.

Le paludisme est l'affection la plus fréquente dans la zone d'étude, représentant 47 % des cas de maladie déclarés.

L'onchocercose, ou cécité des rivières, est l'affection causée par *Onchocerca volvulus*. Elle est présente à un niveau quasi endémique, le taux d'infestation dépassant parfois 60 % même dans certaines communautés situées à plus de 30 km de la Sanaga ou du Mbam. Les infrastructures sanitaires sont peu développées et là où elles existent il y a un manque de personnel et d'équipement. Même si le plateau technique reste mal équipé, une augmentation des moyens humains depuis 2006 a permis d'améliorer sensiblement la situation.

Entre 2006 et 2011, la situation de l'offre de santé s'est améliorée avec la création de 7 nouvelles structures de santé, faisant passer leur total de 26 à 33, ce qui a conduit à la création de 3 nouvelles aires de santé (Ekabita Mendum, Nkolmekok et Ndjoré). L'aire de santé de Ngoya dans le District d'Obala est celle qui a connu l'augmentation la plus significative avec 3 nouveaux centres de santé. Cette augmentation de la couverture sanitaire a également conduit à une relative augmentation du personnel de santé, mais avec un plateau technique qui reste incomplet.

3.1.5.3. LES INFRASTRUCTURES

Un bac relie la rive droite à la rive gauche du fleuve Sanaga au droit du village de Nachtigal. Il permet les échanges des biens et le transport des personnes entre les villages. Le bac constitue un important outil de développement du commerce dans la zone d'étude, mais il est souvent en panne.

La RN1 nouvellement bitumée, de laquelle différentes pistes prennent naissance, traverse la zone d'étude dans un axe généralement orienté Nord-Sud et la circulation de grumiers y est importante. Le chemin de fer qui traverse les villages de Ndjore, de Ndokoa, de Ndji, d'Olembe-assi et de Mekas passe à proximité des futures installations. Le tracé du chemin de fer longe, en partie, le futur réservoir.

3.1.5.4. LA PECHE

Cent trente pêcheurs ont été recensés aux environs de la Sanaga en 2011 (un mois d'enquête) pour 193 tonnes de prise par an. La majorité d'entre eux sont également agriculteurs, mais consacrent la plupart de leur temps à la pêche. La pêche est pratiquée de façon plus intensive entre les mois de novembre et janvier au cours desquels les pêcheurs reconnaissent réaliser près de la moitié des revenus annuels associés à cette activité. La pêche demeure relativement bonne pendant la saison des pluies, mais ne se pratique plus lors des crues d'octobre. Les pêcheurs les plus anciens rapportent une diminution des prises récemment.

Les poissons capturés sont vendus et/ou auto consommés par les pêcheurs et leurs familles. Hormis le « capitaine » et le *Mormyrus*, qui valent plus cher que les autres espèces, le prix au débarcadère dépend davantage de la taille que de l'espèce elle-même.

3.1.5.5. L'EXPLOITATION DE SABLE

L'extraction artisanale du sable est une activité génératrice de revenus et est pratiquée dans plusieurs villages et emploie des centaines de personnes localement. Des études spécifiques sur cette filière (cf. Plan de restauration des moyens d'existence) et sur les apports de sable dans la zone (cf. §4.4) ont été menées afin de mieux quantifier l'état initial. Il est à noter que l'accès aux zones d'extraction actuelles a été réduit en 2016 et 2017 à cause des débits d'étiage soutenus suite à la mise en eau de Lom Pangar.

3.1.5.6. L'ENERGIE

Dans la zone du projet, la majorité des villages sont raccordés au réseau électrique, mais souffrent de problèmes fréquents de qualité (chutes de tension) et continuité de fourniture (coupures).

Dans les villages situés à l'aval, le long de la Sanaga, 35% des villages sont raccordés.

3.1.5.7. ACCES A LA TERRE

Le mode de tenure dominant dans la plupart des villages à proximité de la zone du futur barrage demeure la propriété collective des terres, la terre appartenant à la communauté villageoise. Le système s'appuie sur le droit coutumier ou droit d'usage. Ainsi, chaque village s'approprie et exploite un territoire plus ou moins délimité, qui devient le terroir dans lequel il pratique ses activités et exerce une certaine autorité. L'appropriation ou les tentatives d'appropriation des terres par les uns ou les autres crée beaucoup de conflits. Afin de résoudre les litiges fonciers, le recours au chef du village constitue une forme de sécurisation du patrimoine terrien au niveau de la communauté villageoise. L'accès à la terre est particulièrement difficile pour les femmes.

La création de quelques exploitations agricoles de grande taille tend à augmenter la pression sur le sol cultivable. En effet, en dehors du Mbam-Et-Kim, la croissance démographique exerce une pression importante sur le sol de tous les autres départements de la zone d'étude.

3.1.5.8. LES SITES SACRES

Le village de Bidandjengue entretient un site sacré dénommé Ilanga. Il est situé en aval du futur barrage, dans la partie qui sera privée d'eau en saison sèche.

3.1.6. Principales évolutions entre 2006 et 2011

Les évolutions et changements marquants entre 2006 et 2011 sont résumés ci-dessous :

Infrastructure routière : Le bitumage de la RN1 entre 2010 et 2011 a fait que les villages de la zone d'étude situés au bord du fleuve, autrefois relativement enclavés, ont désormais accès à Yaoundé en peu de temps et dans de bonnes conditions. Cette amélioration a transformé l'économie locale, favorisant les échanges commerciaux.

Pression foncière : La forte pression démographique à la périphérie de Yaoundé provoque une densification du bâti et l'intensification du cadastre. Cette contrainte va s'intensifier dans les mois et années à venir.

Activités agricoles : Les principales évolutions constatées entre 2006 et 2011 sont de deux ordres. Tout d'abord une densification des parcelles dédiées au maraichage aux abords de Yaoundé (en particulier dans la zone de Nkolondom) avec une diminution des durées de mise en jachère. Ce phénomène est induit par l'augmentation de la population de la capitale. Ensuite, au nord, en particulier au nord de Ndji et sur la rive droite au droit du projet, une augmentation significative des surfaces de cacao ces dernières années, une politique volontaire du gouvernement et la mise à disposition de variétés plus compétitives. De manière générale, il ressort que les revenus des ventes des produits vivriers ont nettement augmenté entre 2006 et 2011.

L'exploitation des sablières : Cette activité a pris une ampleur considérable en raison des nouvelles opportunités offertes par la route nationale, l'augmentation du prix des matières premières et des activités de construction. Elle assure désormais un apport conséquent en argent liquide à des centaines de personnes dans les villages situés au bord du fleuve Sanaga.

La pêche : Entre 2006 et 2011 on constate une relative similarité en termes de nombre de pêcheurs, de prises et, d'une manière générale, de l'importance de la filière économique. Toutefois, il est remarqué un fort renouvellement des individus provoqué par les départs ou les décès et une importance grandissante de la proportion de pêcheurs allochtones en provenance du Mali et à un degré moindre du Tchad.

La santé : Entre 2006 et 2011, la situation de l'offre de santé s'est améliorée avec la création de 7 nouvelles structures de santé. Cette augmentation de la couverture sanitaire a également conduit à une relative augmentation du personnel de santé, mais avec un plateau technique qui reste incomplet.

3.2. LES PRINCIPAUX IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX ET SOCIAUX DU PROJET ET LES MESURES CORRECTIVES

L'étude d'impact a évalué méthodiquement les impacts potentiels du futur projet sur le milieu biophysique et le milieu humain. Les mesures nécessaires ont été prises afin de limiter ou corriger ces impacts dès la conception du projet. Des mesures de suivi additionnelles sont également prévues. Les personnes dont le revenu risque de diminuer à l'occasion du projet se verront proposer une compensation équitable. Enfin, des mesures d'accompagnement additionnelles seront mises en place pour renforcer les impacts positifs du projet.

3.2.1. Impact du projet hydroélectrique de Nachtigal sur le fleuve Sanaga

Le barrage hydroélectrique prévu à Nachtigal est un barrage conçu dans le but de canaliser l'eau au niveau de la prise d'eau. Puisqu'il s'agit d'un ouvrage « au fil de l'eau », la taille de la zone inondée est réduite et l'impact sur les écoulements est faible. En effet, en période de basses eaux (débit objectif de 650 m³/s), la totalité du débit est turbinée par la centrale hydroélectrique puis restituée en aval. Si les turbines ne fonctionnent pas ou si le débit est supérieur à ce qui peut être turbiné à ce moment-là, l'eau passe par les vannes et/ou par-dessus le barrage déversant. En période de hautes eaux, les eaux s'écoulent par les vannes et/ou par-dessus le barrage.

C'est donc avant tout la nécessité de réguler les débits au moyen du barrage de Lom Pangar qui aura un impact sur les écoulements. La retenue de Nachtigal elle-même ne modifie pas le débit du fleuve.

Par contre, en période de basses eaux, une zone localisée entre le barrage et l'arrivée du canal de restitution sera partiellement asséchée sur une distance d'environ 3,3 km. Cette zone, constituée d'îles et de bras de rapides, sera asséchée entre décembre à juillet (à l'exception du grand bras rive gauche maintenu en eau par le débit réservé). Le déversement sur le barrage lors des hautes eaux alimentera à nouveau cette zone.

Une modélisation hydraulique a permis d'estimer les vitesses de courant et les niveaux d'eau futurs. Au niveau du bac de Nachtigal, les conditions d'écoulement ne seront pas modifiées. Le bac de Nachtigal pourra continuer à naviguer dans des conditions similaires aux conditions actuelles et sa sécurité ne sera pas compromise (à noter qu'un pont sera construit à cet endroit à partir de 2017).

Les arrêts de turbinage intempestifs de même que les ouvertures et les fermetures des vannes de l'évacuateur de crue peuvent générer des variations de débit. Les calculs hydrauliques indiquent cependant que leur amplitude sera limitée et que le bac de Nachtigal ne subira pas d'effet rédhitoire pour son exploitation.

3.2.2. Impact sur la qualité de l'eau

L'un des risques que l'on peut observer dans une retenue est que l'eau stagne et que les algues s'y développent. Or, le temps de séjour de l'eau dans la retenue de Nachtigal sera extrêmement court, de l'ordre de quelques heures seulement. Il n'y a donc pas de risque d'y observer le développement important d'algues.

Les eaux qui traverseront la retenue seront probablement plus chargées en matière organique qu'elles ne le sont aujourd'hui en raison de l'impact du barrage de Lom Pangar au moins les premières années de son exploitation, et de l'augmentation éventuelle de l'agriculture dans le bassin versant. Les rejets de la Sosucam et d'ADIC (African Distilling Company) pourraient par contre diminuer à l'avenir dans le cadre de leur mise en conformité.

Lors des premières années suivant la mise en eau de la retenue, on observera la décomposition progressive des restes de végétation ennoyée et de la matière organique dans les premiers centimètres du sol. Les conditions hydrauliques de la retenue et le renouvellement rapide de ses eaux résulteront en une dégradation qui pourrait temporairement entraîner un léger abaissement de la teneur en oxygène de l'eau. Cette eau sera rapidement ré-oxygénée dès sa restitution au niveau du chenal aval grâce aux conditions de turbulences qui s'y observeront. Aucun risque lié au méthyl-mercure d'origine végétale n'est anticipé du fait que les sols contiennent très peu de mercure et que le réservoir ne présentera globalement pas de conditions anoxiques propices à ce type de pollution.

Un programme de suivi de la qualité de l'eau de la Sanaga sera mis en place par précaution, notamment si l'eau est utilisée pour la production d'eau potable (cf. projet d'usine de potabilisation de l'eau en aval). Il est également proposé d'établir un contrôle de l'épandage des pesticides et des engrais dans la zone d'exclusion du site du barrage.

3.2.3. Impact sur les poissons

La construction du barrage de Nachtigal aura des impacts directs sur les poissons. En effet, les déplacements de certaines espèces pourraient être modifiés par l'obstacle que créera le barrage et par le fait qu'en saison sèche, la partie aval de la retenue ne sera plus alimentée en eau (à l'exception du Grand Bras rive gauche maintenu en eau par le débit réservé). Ces conditions, de même que la création de zones d'eau à courant plus lent dans la retenue, peuvent modifier la répartition des espèces sans que l'on puisse la prédire avec précision. Or, le nombre et la taille des individus des espèces favorisées par des eaux plus calmes pourraient augmenter.

La situation des poissons à l'aval de la restitution sera peu modifiée avec seulement des débits plus élevés en saison sèche. Lorsque le barrage déversera, le tronçon entre le barrage et le canal de fuite sera de nouveau en eau. Lorsque le barrage cessera de déverser, à partir de novembre, cette section s'asséchera progressivement (hormis le grand bras rive gauche). Seules quelques mares les plus profondes serviront de gîtes à des poissons de petite taille ou de taille moyenne (Cichlidés, Mormyridés, Schilbéidés). La prédation par les oiseaux sera importante. En période des hautes eaux, la chute d'une douzaine de mètres à l'endroit du barrage produira une oxygénation supplémentaire de l'eau ce qui pourrait attirer, au pied du barrage, les espèces préconisant les milieux riches en oxygène dissous (*Lates niloticus*, *Barbus* sp., Mormyridés).

Le développement d'espèces préférant des eaux calmes sera favorisé par le niveau d'eau accru en amont du barrage (retenue). Certaines espèces, tels les Cichlidés et les Osteoglossidés (*Heterotis*, localement nommé « kanga »), trouveront des milieux favorables pour leur développement dans les herbiers des zones plus stagnantes, en rive droite essentiellement.

3.2.4. Accessibilité à la retenue et au tronçon court-circuité

La retenue sera accessible aux pirogues, hormis la zone située directement en amont du barrage et des prises d'eau (sur une distance aux ouvrages de 500 m), en raison des risques d'entraînement par le courant. Les zones interdites d'accès seront matérialisées de façon visible et durable.

La zone actuelle des rapides (le tronçon court-circuité d'environ 3,3 km), partiellement asséchée entre les mois de décembre et de juillet, sera interdite d'accès en raison du risque de déversement soudain d'eau par-dessus le barrage.

3.2.5. Occupation des terres

3.2.5.1. LES TERRAINS OCCUPES PAR LE BARRAGE ET LES INSTALLATIONS DE LA CENTRALE HYDROELECTRIQUE

Le barrage causera les impacts suivants sur les terrains :

- ennoiment, par la retenue, d'une surface de 157 ha végétalisés, dont 80 ha de forêt secondaire, 7 ha de cacaoyères sous forêt, 4 ha d'autres cultures et 66 ha de savane arbustive;
- perte de 159 ha de terrain due à l'emplacement du futur barrage, du canal d'amenée, du canal de fuite, de l'usine et de la cité d'exploitation (perte partagée entre de la forêt secondaire et de la savane arbustive et des cultures);
- défrichage et occupation temporaire de 134 ha de terrain pour des installations de chantier et des accès temporaires (la majorité en zone de savane).

L'emplacement des installations a été prévu de manière à minimiser les pertes de superficies, de zones de forêt secondaire et de terrains agricoles.

Seules deux maisons d'habitations sont concernées par la zone de DUP Barrage.

3.2.5.2. LES TERRAINS SITUES SOUS LA LIGNE A HAUTE TENSION

Le tracé de la ligne de transport d'énergie a été défini de façon à minimiser l'impact sur les habitations et sur les cultures. Les périmètres maraîchers de la zone d'Obala et le milieu bâti ont ainsi été évités. Une emprise de 50 m devra être dégagée. Les grands arbres de part et d'autre du corridor de la ligne susceptibles de tomber sur les conducteurs seront abattus. Il s'agit ici d'un impact mineur étant donné la faible superficie concernée et le fait que les arbres de valeur ont généralement déjà été exploités. Trois habitations seulement sont situées sur le tracé actuel de la ligne. La ligne passe au-dessus du terrain d'une scierie à Obala tout en restant suffisamment éloignée des bâtiments.

3.2.6. Impact sur les ressources forestières

Étant donné l'absence d'espèces endémiques ou protégées, ainsi que la faible superficie des zones concernées, l'impact sur la végétation n'est pas significatif. Tous les sites utilisés temporairement seront revégétalisés à la fin du chantier.

3.2.7. Impact sur la faune

Le principal impact sur les animaux terrestres et les oiseaux sera la perte d'habitat, dans un secteur où la forêt est déjà en recul et l'impact de l'homme a déjà fait fuir la faune la plus sensible. Cependant, les surfaces concernées demeurent faibles et la faune pourra se répartir aux alentours dans les mêmes écosystèmes.

La retenue pourra, en revanche, constituer un habitat plus étendu pour l'avifaune aquatique.

Le remplissage lent de la retenue permettra de limiter la mortalité de la faune.

Un impact indirect, mais plus sérieux sera le risque de recrudescence du braconnage lié à la présence du camp de travailleurs et à l'arrivée d'une population spontanée sur le site, dans un secteur où la pression de chasse est déjà forte. Ce risque devra être minimisé à travers les mesures suivantes :

- sensibilisation des populations;
- renforcement du contrôle du braconnage (gardes forestiers);
- contrôle des travailleurs du camp, fourniture de viande d'élevage par les cantines;
- contrôle du développement spontané de population (voir plus loin).

Il existe également un risque de surpêche pendant la phase de construction ; la pêche sera interdite pendant la durée des travaux par les employés.

La présence de la ligne haute tension peut causer la collision et l'électrocution de certains oiseaux. Le risque d'électrocution touche surtout les oiseaux utilisant les pylônes pour nicher ou les prédateurs utilisant les pylônes comme poste d'observation. A noter que la conception de la ligne (double terne-double faisceaux) la rendra plus visible aux oiseaux.

3.2.8. Impact sur la population

Lors de la phase de construction, il est possible que des populations cherchent à s'installer aux abords du site du chantier ou dans les localités avoisinantes pour chercher du travail, offrir leurs services aux employés du chantier ou chercher à profiter d'autre manière des bénéfices escomptés du projet. Une partie de cette population migrante quittera le secteur lors de la fermeture du chantier. A noter que des mesures spécifiques pour éviter les afflux liés à la présence du chantier seront mises en œuvre par les entreprises (bureaux de recrutement délocalisés, recrutement des personnes locales de préférence, etc).

3.2.9. Impacts sur les revenus et Plan de Compensation

3.2.9.1. LE PLAN DE COMPENSATION

Un plan d'action de réinstallation et de compensation (PAR) traite des impacts du projet sur la zone DUP de l'Aménagement hydroélectrique et sur la zone DUP de la Ligne de Transmission. Il est établi conformément aux lois camerounaises et aux Standards de Performance de la Société de Finance Internationale (Normes de Performance 5). Il concerne les pertes de jouissance et de revenus pour les sols cultivés, les produits de la pêche et les habitations. Les revenus tirés de l'extraction du sable sont abordés dans un plan de restauration des moyens d'existence (PRME).

3.2.9.2. IMPACTS POSITIFS SUR L'ECONOMIE LOCALE

À terme, NHPC emploiera sur Site environ 75 personnes (dont 50 exploitants) qui seront logées à Batchenga avec leurs familles. L'emplacement de la cité d'exploitation du Maître de l'Ouvrage permet de maximiser les impacts positifs sur l'économie locale. La phase de chantier devrait également être source d'une amélioration de revenus puisque jusqu'à 1500 emplois temporaires seront créés.

3.2.9.3. IMPACTS SUR LA PECHE ET MESURES CORRECTIVES

Le tronçon de la Sanaga situé entre le barrage et la restitution sera interdit d'accès pour des raisons de sécurité et la pêche n'y sera donc pas possible. Il s'agit d'un secteur d'une superficie de 430 ha environ.

La partie de la retenue située à moins de 500 m du barrage et des ouvrages de prise d'eau sera également interdite d'accès pour des raisons de sécurité. La superficie permettant de pratiquer la pêche se limitera donc à environ 330 ha entre la zone interdite (réserve) et la queue de la retenue. Les pêcheurs devront s'adapter à ces nouvelles conditions, particulièrement en ce qui touche les zones devenues plus profondes (maximum de six mètres d'eau) et la pêche avec les nasses traditionnelles (« gourahs » des Maliens), qui prendront un certain essor sur la rive droite et dans les renforcements des deux rives.

Les impacts sur la pêche peuvent donc se résumer de la façon suivante :

- perte de 430 ha environ de zone de pêche en aval;
- gain de 130 ha environ dans la retenue;
- modifications des espèces présentes (encore difficile à prévoir);
- amélioration de la productivité totale (concernant les espèces d'eaux plus stagnantes dans la retenue ainsi que la pêche en aval de la restitution).

Le nombre de pêcheurs concernés ainsi que la façon dont leurs revenus seront modifiés est difficile à prévoir exactement. Ce sont essentiellement les pêcheurs exerçant dans le tronçon entre la restitution et le barrage qui verront leur activité affectée. Il s'agit d'une centaine de pêcheurs pour lesquels la pêche ne constitue pas nécessairement le revenu principal. L'activité pourrait par contre augmenter avec la création de la retenue. Le potentiel de la retenue ne peut être déterminé avec certitude mais sera probablement entre 18 kg/ha (production actuelle du fleuve) et 60 à 80 kg/ha.

La création d'un réservoir de plus de 400 ha favorisera aussi le développement d'espèces pouvant atteindre des tailles importantes comme les Clarias (Clariidae) ou les capitaines (*Lates niloticus*, Centropomidae), favorisant un certain attrait pour le développement de la pêche sportive. Néanmoins, cet aspect devra être revu avec les pêcheurs professionnels pour qu'il n'y ait pas de conflits d'intérêts.

Les revenus des pêcheurs pourront être améliorés par la mise en place de mesures d'amélioration générales des conditions de travail (y compris la construction des zones d'embarcation et d'accès au

réservoir) et d'organisation de la pêche (y compris la commercialisation) s'appliquant à tous les pêcheurs. La reconversion d'une partie des pêcheurs pourra également être favorisée.

3.2.9.4. IMPACT SUR LES CULTURES ET COMPENSATIONS PREVUES

Sur le site du barrage, la perte de terrains agricoles concerne 142 ha. Les mécanismes de compensations relatifs à ces pertes sont décrits dans le PAR.

3.2.9.5. IMPACT SUR LES RESSOURCES FORESTIERES

Au total (barrage et ligne haute tension) la perte de forêt secondaire inclura :

- environ 80 ha de forêt inondée par la retenue;
- une perte estimée à 140 ha de forêt à défricher sur le site du barrage pour des installations permanentes ou temporaires, en particulier le canal d'aménée;
- environ 80 ha de forêt sur le tracé de la ligne à haute tension.

Le bois à valeur commerciale est essentiellement constitué de bois tendre, les essences tropicales de haute valeur ayant déjà été exploitées dans la zone. Le volume de bois commercial est de 4 000 m³ environ, ce qui représente 45 à 50 % de la consommation mensuelle de sciage de la ville de Yaoundé. Ces bois commerciaux seront exploités avant le défrichement des sites et avant la mise en eau de la retenue.

3.2.9.6. IMPACT SUR LES AUTRES RESSOURCES VEGETALES

La mise en eau de la retenue et le défrichement causeront également la perte d'une partie des ressources de la population locale en matière de produits forestiers non ligneux (fruits, plantes pharmaceutiques, etc.). Ces produits ne sont toutefois pas endémiques et les populations devraient trouver des ressources identiques dans les secteurs avoisinants.

3.2.10. Impact de la ligne haute tension sur la santé

L'Organisation mondiale de la santé (OMS) étudie les problèmes de santé associés à l'exposition aux champs électromagnétiques (CEM). La plupart des recherches entreprises se sont révélées contradictoires, équivoques ou encore non concluantes. Au stade actuel des connaissances scientifiques, l'ensemble des expertises n'a pas révélé de preuve d'un effet significatif sur la santé et, d'autre part, s'accorde à reconnaître que les CEM ne constituent pas un problème de santé publique.

Les mesures suivantes seront adoptées pour réduire le risque d'électrocution :

- inscription au bas de chaque pylône d'un panneau indiquant le danger d'électrocution et hermes anti-escalade ;
- mise à la terre des objets de grande dimension constitués de matériaux conducteurs;
- développement d'un plan de communication autour de cette problématique afin de sensibiliser les riverains sur les risques d'électrocution (les enfants pour l'essentiel) pour quiconque tenterait d'escalader les pylônes.

3.2.11. Impact sur la santé de la population

Les impacts du projet sur la santé incluent :

- les modifications dans la prolifération des vecteurs de maladies hydriques, liées aux modifications de l'écoulement des eaux;

- les maladies liées à la fourniture d'eau non potable et à la mauvaise évacuation des eaux usées en cas d'accroissement démographique;
- un risque accru de transmission de maladies liées à l'accroissement démographique.

La modification des écoulements pourrait réduire la prolifération de certains vecteurs de parasites, mais en favoriser d'autres le long du fleuve Sanaga.

Les risques sanitaires liés au projet seront plus importants lors de la phase de construction. Les mesures correctives touchant cet aspect sont décrites en détail dans la section consacrée aux impacts anticipés pendant la phase de construction. Ces mesures devront continuer à s'appliquer après la phase de chantier. Le Projet proposera un des programmes de sensibilisation et de prévention et contribuera à l'amélioration des infrastructures de santé. Une attention particulière sera accordée aux maladies sexuellement transmissibles.

3.2.12. Des émissions de gaz à effets de serre évitées

Une centrale thermique de même capacité que la centrale de Nachtigal émettrait environ 1 920 000 tonnes d'équivalent-CO₂ de gaz à effet de serre par an (pour un productible de 2 850GWh) contribuant au réchauffement climatique global. Cette émission est évitée par la génération d'énergie hydroélectrique. Des gaz à effet de serre seront par contre émis lors du défrichage et par la décomposition de la végétation en début de projet et sont estimés à environ 390 000 tonnes équivalent-CO₂.

3.2.13. Impact sur le paysage

L'impact sur le paysage est très limité en raison de l'absence de population vivant aux abords directs du site. Les rapides seront réduits en saison sèche, mais des paysages similaires existent aux chutes de Nachtigal aval. La retenue engendrera un nouveau type de paysage plus ouvert, intéressant dans le secteur.

3.2.14. Analyse du risque de rupture de barrage et préparation d'un Plan d'Urgence

Le seul risque de sûreté majeur identifié est celui de la rupture de barrage. Afin de respecter la législation camerounaise (Loi relative aux établissements classés dangereux, insalubres et incommodes) et les directives internationales, une étude des conséquences de la rupture de barrage sera engagée. Les recommandations nécessaires à la mise en place d'un Plan d'Alerte visant à réduire les conséquences d'une telle situation devront également être définies.

3.3. LES IMPACTS DES ACTIVITÉS DE CONSTRUCTION DU PROJET ET LES MESURES CORRECTIVES

La période de construction du projet génèrera des emplois locaux et une amélioration globale des revenus des ménages. Cependant, un grand chantier comprenant plus de 1500 travailleurs peut également générer des impacts négatifs sur l'environnement, sur les populations et sur les travailleurs. Ces impacts peuvent souvent être minimisés par l'adoption de meilleures pratiques d'environnement, de santé et de sécurité. Dans le cas du projet hydroélectrique de Nachtigal, les impacts les plus sensibles pour la population risquent d'être :

- les nuisances liées au transport routier;
- l'immigration spontanée autour du site avec des impacts positifs sur l'économie, mais des risques pour la santé, la sécurité et l'environnement.

Des mesures spéciales seront adoptées pour contrôler ces effets négatifs. Des mesures d'accompagnement seront également proposées pour renforcer les infrastructures économiques et sociales à l'occasion du chantier. Les impacts anticipés et les mesures correctives mises en œuvre sont présentés ci-après. Les impacts sur la faune pendant la construction (nuisances, braconnage et risque de surpêche) ont déjà été traités ci-dessus.

3.3.1. Contrôle de la poussière et du bruit

La présence des engins de chantier et le transport de matériel et de matériaux depuis Douala ou Yaoundé vers le site seront source de bruits, de vibrations, de fumées et de poussières sur le chantier et sur les routes menant au site.

Sur le chantier, ces impacts affecteront principalement les travailleurs, le site étant éloigné des habitations. Les impacts pourront être limités par l'utilisation d'engins et de machines satisfaisants aux normes et en bon état. Les travailleurs porteront les équipements de protection (masques, protections auditives) appropriés. La poussière sera atténuée en saison sèche par l'arrosage des sites de chantier (les principaux accès et voies de circulation sur le site étant bitumés).

Hors site, les nuisances seront principalement liées au transport routier. Le transport de matériel vers le site pourrait se faire par chemin de fer. Les accès routiers au site ont été planifiés de façon à éviter le transit par les localités proches telles que Ndji et Ekombitié.

3.3.2. La sécurité sur le chantier et dans les environs

Les risques d'accident sont liés aux activités de chantier et au transport routier. Les risques d'accident sur le chantier seront réduits par l'adoption des procédures de santé, sécurité et environnement. Les risques d'accidents routiers pourraient être minimisés en favorisant le transport ferroviaire, en interdisant le transport de nuit, en adoptant une vitesse raisonnable, en entretenant régulièrement les véhicules et en évitant par arrosage la formation de poussière qui réduit la visibilité. Les risques d'accident lors de la manipulation d'explosifs pour le dynamitage seront minimisés par la mise en place de procédures d'alerte. L'accès au site sera strictement contrôlé pendant les travaux.

3.3.3. Contrôle du risque de pollution des eaux par le chantier

Les sources potentielles de pollution des eaux pendant les activités de construction et les mesures de correction apportées sont résumées dans le tableau ci-dessous. Le stockage et la manipulation de tous les produits pouvant polluer les eaux seront strictement encadrés. Les travailleurs suivront un programme de sensibilisation et de formation lié à la qualité des eaux. La qualité de l'eau sera vérifiée régulièrement grâce à des mesures effectuées dans les rejets du camp et dans la Sanaga elle-même.

Tabl. 3 - Risques de pollution des eaux pendant le chantier et réponses apportées

Source d'impact potentielle	Mesure corrective
Rejets d'eaux usées des camps de travailleurs	<ul style="list-style-type: none">• Mise en place de sanitaires et traitement des eaux sur place
Pollution par les déchets solides	<ul style="list-style-type: none">• Collecte des déchets• Plan de gestion des déchets
Fuites d'hydrocarbures et d'autres produits toxiques	<ul style="list-style-type: none">• Plats-formes de stockage sécurisées avec déshuileur
Rejets issus de l'entretien des engins et autres déchets dangereux	<ul style="list-style-type: none">• Aires d'entretien adaptées avec déshuileur• Collecte et suivi de la destination des huiles usées, avec recyclage si possible

Lavage des équipements à béton	<ul style="list-style-type: none">• Drainage des eaux vers des bassins de sédimentation et traitement pour compenser la perte d'acidité avant rejet
Utilisation de pesticides	<ul style="list-style-type: none">• Utilisation de pesticides agréés et formation des employés

3.3.4. Contrôle de l'érosion et de la sédimentation liées aux travaux

Les risques d'érosion des terres et le rejet de sédiments dans les eaux durant les opérations de terrassement et de défrichage seront réduits en imposant une série de mesures aux entreprises chargées de ces travaux.

3.3.5. Source des matériaux pour le chantier

Les premières estimations de la quantité de matériaux à excaver et à utiliser pour le barrage indiquent que toute la roche excavée sera réutilisée pour le barrage. Par contre, un manque jusqu'à 200 000 m³ de matériaux meubles (latérite) est anticipé. Ces matériaux pourront être trouvés sur le site même des travaux. D'éventuels bancs d'emprunt n'auront donc pas à être ouverts en-dehors du site. Si tel était toutefois le cas, ces sites feraient l'objet d'études appropriées.

3.3.6. Contrôle du risque de migration de la population spontanée autour des sites

Le développement spontané de populations autour des sites de construction cause généralement des impacts majeurs en termes de santé, de sécurité et sur l'équilibre social des communautés résidentes.

Afin de limiter l'afflux de chercheurs d'emploi aux abords du site tout en favorisant l'emploi local, un plan de coordination sera préparé sous l'autorité du Maître d'Ouvrage en collaboration avec les autorités camerounaises afin d'organiser l'ensemble des actions préconisées.

Par ailleurs, afin de limiter le développement incontrôlé d'installations aux abords du site, les mesures suivantes seront prises en accord avec les autorités locales :

- convenir d'un plan visant à limiter l'installation de migrants qui viendraient acheter des terres au voisinage dans l'espoir de s'y installer;
- constituer une brigade de sécurité visant à prévenir les installations près du site sans l'autorisation des communautés;
- élaborer un plan de gestion des terres des zones limitrophes aux ouvrages afin d'en favoriser le développement d'une manière durable.

3.3.7. Surveillance de la santé des travailleurs et des populations environnantes pendant la construction

Un chantier d'une certaine ampleur peut être source de risques à la fois pour la santé des travailleurs et pour celle des populations résidentes. Des mesures doivent être prises pour limiter ces risques.

3.3.7.1. SANTE SUR LE CHANTIER

Sur le chantier, le maintien de la santé des travailleurs sera assuré à travers le centre médical du chantier (pour les employés) et les procédures de santé, sécurité et environnement.

3.3.7.2. SANTE DES POPULATIONS RESIDENTES

Lors de la phase de construction, les populations résidentes seront soumises, en raison du risque lié à la présence de travailleurs migrants et de transporteurs routiers, à un risque accru de contamination par des maladies contagieuses et maladies sexuellement transmissibles.

Ces risques peuvent être réduits grâce aux mesures de contrôle de la migration spontanée. NHPC développera également les actions de sensibilisation et de prévention dans le secteur du projet et contribuera aussi à l'amélioration des infrastructures de santé. D'autres actions ponctuelles telles que la collecte des déchets, la gestion des eaux usées ou la fourniture d'eau potable devraient également contribuer à l'amélioration des conditions de santé.

3.3.8. Bénéfice pour l'économie locale durant la construction

La création de plus de 1500 emplois, la plupart peu qualifiés, augmentera temporairement le revenu des populations locales. Le recrutement local sera favorisé. Les emplois créés et les revenus générés induiront également une augmentation des activités de services.

L'activité de pêche, d'exploitation de sable et l'activité agricole seront perturbées pendant la phase de construction. Des compensations seront apportées aux personnes touchées.

3.3.9. L'identification et la protection des ressources culturelles

Les ressources culturelles identifiées dans le secteur du projet comprennent notamment les tombes, les sites sacrés et les arbres sacrés. Aucune tombe ne devrait être touchée par le passage de la ligne de haute tension. Le site sacré de Bidandjengue devra être déplacé grâce à un rite adapté. Toutes les ressources culturelles (notamment les arbres sacrés) n'ont cependant pu être identifiées avec exactitude lors des enquêtes réalisées pour l'étude d'impact, les autorités locales ayant parfois souhaité conserver le secret. Une procédure spéciale devra donc être mise en place au cours des travaux afin d'identifier les sites pouvant être touchés

3.4. SYNTHÈSE DES IMPACTS À COURT ET À MOYEN TERME INCLUANT CEUX DU BARRAGE DE LOM PANGAR ET LE FUTUR DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUE

Un projet comme celui de Nachtigal crée des impacts sur l'environnement naturel et humain. La présente section a pour objet d'évaluer à moyen et à long terme quels impacts sont directement ajoutés par Nachtigal à des impacts résultant d'autres projets de développement (impacts additionnels) et quels impacts résultant de futurs projets de développement induits par Nachtigal peuvent être anticipés dès maintenant (impacts induits). L'analyse des effets cumulatifs du projet est présentée dans le tableau ci-dessous.

Tabl. 4 - Effets cumulatifs du projet Nachtigal

Secteurs concernés	Impacts à court terme (5 ans)	Impacts à moyen terme (10 ans)
Hydrologie de la Sanaga	Aucun impact résultant de Nachtigal pendant la période de construction	<ul style="list-style-type: none"> Impact aval limité (gradient faible à modéré) résultant des éclusées en saison sèche de Nachtigal. Impact majeur résultant des lachers de Lom Pangar afin de réguler les débits. Nachtigal ne modifie en rien l'impact de Lom Pangar.
Hydrodynamique de la Sanaga	Aucun impact significatif résultant de Nachtigal pendant la période de construction	<ul style="list-style-type: none"> Diminution de l'apport en sédiments en aval de Nachtigal et dans l'estuaire

Secteurs concernés	Impacts à court terme (5 ans)	Impacts à moyen terme (10 ans)
Qualité de l'eau de la Sanaga	Risque ponctuel et très limité de déversement de produits dangereux (essentiellement hydrocarbures) pendant la construction	<ul style="list-style-type: none"> Aucun impact additionnel de Nachtigal, vu la petite taille de la retenue et son renouvellement rapide. Impact majeur de Lom Pangar qui noie 540 km² de forêt et savane non défrichés avant mise en eau; risque de charge organique de l'eau.
Faune piscicole	Le barrage de Nachtigal va entraver les migrations dès la fin de sa construction, mais quantitativement difficile à évaluer en raison de la méconnaissance des phénomènes migratoires propres aux espèces concernées.	<ul style="list-style-type: none"> La construction d'autres barrages (planifiés) pourrait avoir un impact cumulatif sur les peuplements piscicoles lié à la réduction de la continuité écologique. Une étude au niveau du bassin est préconisée. La médiocre qualité de l'eau relâchée par Lom Pangar peut modifier la distribution globale des espèces dans le bassin, les individus migrant soit vers l'aval (vers Nachtigal), soit vers les affluents pour échapper aux eaux désoxygénées. La retenue de Nachtigal offre un volume stable propice au développement des espèces d'eaux calmes, pouvant compenser la mise à sec partielle de 3,3 km de bras en saison sèche à l'aval du barrage. De plus, l'eau à l'aval du barrage de Nachtigal sera réoxygénée.
Pêche artisanale	La période de construction pourrait entraîner une pression de pêche dans ce secteur de la Sanaga supérieure à la normale en raison de la demande plus forte de la main d'œuvre recrutée. Cependant, le Projet entend mettre en place des mesures de gestion de la restauration afin de limiter cet impact.	<ul style="list-style-type: none"> La retenue pourrait attirer plus de pêcheurs que la production ne peut supporter (estimée à 18pêcheurs). Par ailleurs, la pêche peut décliner dans l'ensemble de la Sanaga en raison de l'altération de l'eau due à Lom Pangar.
Foresterie	Risque limité pendant la construction si les mesures du Plan de Gestion Environnementale et Sociale sont correctement mises en œuvre.	<ul style="list-style-type: none"> Le développement régional induit par Nachtigal peut accélérer la pression sur la forêt secondaire. Il est observé que la forêt tend à disparaître ou profit du développement agricole.
Biodiversité	Risque limité pendant la construction si les mesures du Plan de Gestion Environnementale et Sociale sont correctement mises en œuvre : chasse et braconnage interdits pour les ouvriers, approvisionnement en viande afin de limiter la pression sur la viande de brousse; le résultat dépendra de la capacité à contrôler la population spontanée dans le secteur.	<ul style="list-style-type: none"> Le développement socio-économique des agglomérations proches amorcé pendant la construction pourrait se pérenniser, entraînant une pression démographique accrue sur la biodiversité de la région.
Développement urbain	Impact limité autour des sites de construction si le recrutement se fait essentiellement parmi la population locale tel que préconisé par l'étude d'impact et si les mesures pour la gestion de la migration spontanée sont mises en œuvre.	<ul style="list-style-type: none"> Probablement limité, le projet de Nachtigal n'étant pas générateur d'activités sur site. Le village de l'exploitant ne rassemblera que quelques dizaines d'opérateurs.
Développement social et économique	La concentration d'employés salariés va accélérer le développement socio-économique local pendant la construction par le développement de petits services (commerces, maraîchage, etc.).	<ul style="list-style-type: none"> Les programmes de formation et sensibilisation sur l'hygiène, la santé et la gestion environnementale dispensés pendant la construction aux employés devraient aider les populations locales à améliorer tous ces aspects dans le futur. La possibilité de transférer à l'une des localités proches du site la décharge contrôlée mise en place pendant la construction pourrait servir de modèle et d'accélérateur à une meilleure gestion environnementale dans la région.
Industrie	Le secteur industriel et du transport au Cameroun va être stimulé pendant la construction de Nachtigal et de Lom Pangar.	<ul style="list-style-type: none"> A moyen et long terme, le secteur industriel du Cameroun et son PIB vont bénéficier directement de l'amélioration de l'offre en énergie.

Secteurs concernés	Impacts à court terme (5 ans)	Impacts à moyen terme (10 ans)
Pression foncière et afflux sociaux	La pression foncière et les afflux sociaux autour de Batchenga vont augmenter, du fait du projet Nachtigal et des projets routiers, et eau potable)	<ul style="list-style-type: none">• A moyen et long terme, l'impact de Nachtigal est limité.

D'une manière synthétique, il est possible d'affirmer que :

- Le projet de Nachtigal entraîne des impacts cumulatifs négatifs sur la pression foncière et les afflux sociaux, dans la zone du Projet, et qui seront limités dans le temps. Ces impacts sont liés à la concomitance des projets de construction (station de traitement d'eau potable et routiers) dans la même zone et à la même période. Une coordination entre les différents projets est prévue pour suivre et limiter ces impacts cumulatifs.
- L'accélération positive induite au développement local pendant la construction jumelée au Plan de Développement Local envisagé résulte possiblement en des retombées se pérennisant à plus long terme.
- Au niveau national, le projet de Nachtigal est étroitement dépendant du projet de Lom Pangar.
- Au niveau du bassin de la Sanaga, le projet de Nachtigal est parfaitement transparent en termes d'impacts sur l'hydrologie, l'essentiel des changements qui seront observés étant liés à Lom Pangar.

4. ETAT INITIAL COMPLEMENTAIRE : METEOROLOGIE, QUALITE DE L'AIR, NIVEAUX SONORES ET TRANSPORT HYDROSEDIMENTAIRE

4.1. ETUDE DE LA MÉTÉOROLOGIE DE LA ZONE DU PROJET

Une station météorologique complète a été installée à Batchenga dans les locaux de NHPC. Les données météorologiques ainsi collectées seront très utiles pour une bonne interprétation des informations sur l'état initial de l'environnement du site.

Cette station est exploitée depuis Mai 2014 pour mesurer les paramètres suivants à des pas de temps horaires:

- Pression relative [hPa]
- Température [°C]
- Humidité [%]
- Point de rosée [°C]
- Windchill [°C]
- Vitesse du vent [km/h]
- Direction du Vent
- Pluviométrie [mm]

La zone d'étude est marquée par 4 saisons, soit :

- une grande saison sèche (novembre-février) ;
- une petite saison des pluies (mars-juin) ;
- une petite saison sèche (juin-août) ;
- une grande saison des pluies (août-novembre).

Les statistiques suivantes portent sur la période de mai à octobre 2014 et couvrent donc trois saisons sur quatre.

L'étude a montré que les pluviométries observées en mai et en juin sont plus élevées que septembre et octobre en 2014 et que la période supposée de petite saison des pluies (mars-juin) aurait été plus humide que celle de la grande saison des pluies (août-novembre), au moins en 2014. Les températures moyennes mensuelles varient entre 25 et 27,5 °C à Batchenga et l'humidité relative entre 62 et 80%. La vitesse des vents était comprise entre 0 et 8 km/h, et les directions prédominantes des vents sont Ouest-Sud-Ouest et Ouest. Toutes les mesures effectuées permettent de bien caractériser le microclimat local.

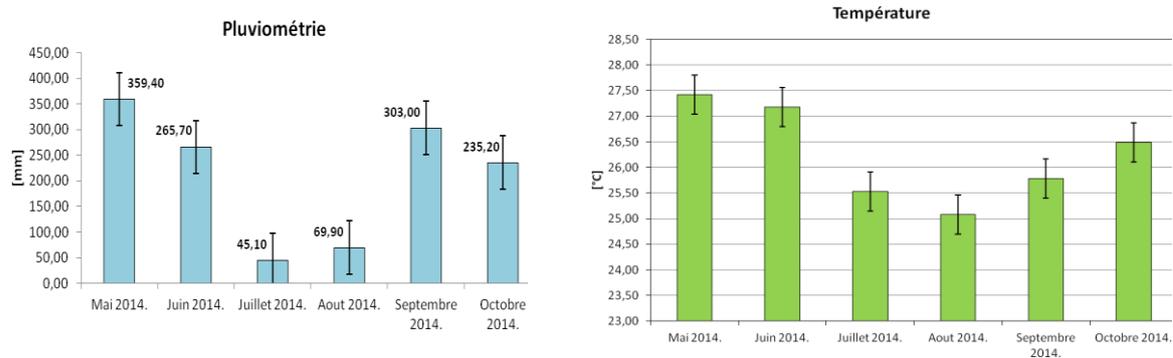


Fig. 6. Données pluviométrique et température à Batchenga Mai à Octobre 2014

4.2. ETUDE DE L'ÉTAT INITIAL DE LA QUALITÉ DE L'AIR

Une étude sur la qualité de l'air a été réalisée en vue de mettre à jour l'évaluation de l'état initial des zones impactées autour du site du projet hydroélectrique de Nachtigal. L'objectif est d'établir un état des lieux (qualité de l'air actuelle) dans des endroits qui pourraient être impactés par les travaux et les activités de construction (barrage, usine, base vie, etc.), notamment les rejets des engins et camions, le trafic routier augmenté, la mise en suspension des poussières (concassage, trafic routier sur routes non revêtues, stockage de matériels, etc.).

La méthodologie utilisée a consisté à effectuer des mesures ponctuelles (en jour et en nuit) de la qualité de l'air ambiant en 4 points répartis dans trois villages se trouvant proches des zones des futurs travaux, des aménagements à venir (Cité d'Exploitation du Maître d'Ouvrage à Batchenga, Aire des Entreprises, Chantier) et des routes, soit à Batchenga, Ndjé, Ndockoa/Ékombitié.

Les mesures des gaz de l'air ambiant ont été réalisées à l'aide d'un analyseur de gaz (Handheld Gas Monitor S500, KANOMAX, USA) et les particules (« poussières ») ont été mesurées à l'aide d'un analyseur de poussière (Dust Sentry, KANOMAX, USA). Les gaz et les particules mesurées étaient le dioxyde de soufre (SO₂), dioxyde d'azote (NO₂), le monoxyde de Carbone (CO), l'ozone (O₃), les composés organiques volatiles (COV), les poussières en suspensions inférieures à 10 microns (PM10) et les poussières en suspensions inférieures à 2.5 microns (PM2.5) ; ces gaz et particules font partie de la liste des polluants atmosphériques contrôlés figurant à l'article 4 du décret N° 2011/2582/PM fixant les modalités de protection de l'atmosphère. La qualité de l'air actuelle mesurée dans des villages cités ci-dessus a été déterminée en comparant les résultats avec des normes nationales et internationales.

Les résultats obtenus montrent que les concentrations sont généralement inférieures aux limites prescrites par les normes camerounaises, OMS et USEPA, indiquant que la zone du projet est un site non pollué. Les valeurs de la qualité de l'air obtenues indiquent de faibles concentrations en polluants gazeux ce qui traduit une absence de pollution d'une source stationnaire (industrie, urbanisation, unité fonctionnant au fuel, etc.) ; les effets cumulatifs majeurs sont de ce faits à exclure. Les principales sources de pollution de l'air sont les routes non bitumées, le trafic local (sur la nationale N°1) et les activités domestiques comme l'utilisation du bois de chauffe, l'agriculture sur brûlis et les feux de brousse.

La présence de poussières PM10 dans l'air à des concentrations élevées est due à la proximité des routes non bitumées, par conséquent lors de la mise en œuvre du projet, des mesures adéquates de lutte contre l'envol des poussières devront être appliquées sur ces routes, principalement en saison sèche et à proximité des zones d'habitation. La fréquence de pluies dans la zone constitue un mode de régulation naturelle de cette pollution atmosphérique. Il est néanmoins à noter que la présente étude a été réalisée lors du début de la saison humide et des concentrations relativement élevées de PM10 ont été quand même rencontrées.

De ce fait, des mesures de réduction de particules fines devront être mises en œuvre afin de limiter l'impact du chantier sur la qualité de l'air environnant.

4.3. ETAT INITIAL DU BRUIT AMBIANT DANS LES VILLAGES AUTOUR DU PROJET

L'objectif du suivi du bruit ambiant est d'établir un état des lieux des niveaux de bruit rencontrés dans les villages qui seraient influencés par les travaux de construction. Cette étude a été réalisée en conformité avec les textes régissant les études d'impact environnemental au Cameroun, notamment le décret N° 2011/2583/PM du 23 Aout 2011 portant réglementation des nuisances sonores et olfactives.

Plus spécifiquement, la méthodologie utilisée a consisté à effectuer des mesures ponctuelles en dB(A) (en jour et en nuit) des niveaux sonores rencontrés en 4 points répartis dans trois villages se trouvant proches des zones des travaux, des aménagements (base vie MOA, entrepreneurs et chantiers) et des routes.

- Lycée de Batchenga, concerné par la Cité d'exploitation du Maitre d'Ouvrage
- Village de Ndji concerné par le Chantier/DUP
- Village de Ndokoa/Ekombitié concerné par l'Aire des Entreprises et le Chantier/DUP

La zone élargie du projet se situe en zone rurale tranquille. Les bruits de fond sont dominés par les sons de la nature et des motocyclettes et voitures. Les habitations sont en général à plus de 100 mètres des routes très peu fréquentées et/ou des lignes ferroviaires, et ne sont pas fréquemment survolées par des avions.

Les niveaux de bruit ambiant sont faibles et ont globalement varié entre 30 et 32,5 dB(A) selon les stations et la période de mesure. Les résultats montrent clairement que le niveau de bruit n'est pas influencé par la force du vent puisque en présence d'un vent nul ou faible (+/- 5 km/h) les niveaux sonores sont généralement inférieurs à 33 dB(A).

- A la station 1, proche du Lycée de Batchenga, le niveau sonore variait entre 30,6 et 31,3 dB(A) en matinée et 31,3 et 32,5 dB(A) en soirée.
- A la deuxième station (Ndji), le bruit variait entre 30,6 et 31,6 dB(A) en journée et entre 31,1 et 31,4 dB(A) en soirée.
- A la troisième station (Ndokoa/Ekombitié), les tranches étaient de 30,8-31,1dBA et 31,1-31,4 dB(A) respectivement en matinée et en soirée.
- Enfin, à la quatrième station (Ndokoa/Ekombitié), le bruit variait entre 30,6 et 31,1 dB(A) en matinée et entre 31,1 et 31,4 dBA en soirée.

Les résultats observés montrent une tendance générale à l'augmentation du bruit en soirée et l'enregistrement des pics entre 6h00 et 7h00. Ceci se justifie par le fait que très tôt le matin, les populations se déplacent vers leur lieu travail et en ce moment-là les routes sont d'avantage fréquentées par des motocyclettes ; par contre en soirée, ils rentrent dans leurs habitations et mènent des activités sources de bruit.

La présente étude révèle que les niveaux de bruit observés actuellement sur le site du projet hydroélectrique, toutes stations confondues, demeurent très en dessous des valeurs limites de l'OMS et du Groupe de la Banque Mondiale.

4.4. BARRAGE DE NACHTIGAL : EXPERTISE DE L'IMPACT HYDROSÉDIMENTAIRE SUR LA RIVIÈRE SANAGA

4.4.1. Objectifs et questions posées

La problématique sédimentaire a été identifiée par les études d'impact comme une composante potentiellement majeure du projet :

- En termes d'activité économique : le sable de la Sanaga représente la principale source d'approvisionnement en sable de Yaoundé (pour les activités de construction) ; les activités d'extraction génèrent des revenus importants pour les communes sur lesquelles sont implantées les carrières,
- En termes social : les extractions se font essentiellement de façon artisanale (à la pirogue et au seau). De ce fait, le secteur emploie une population importante issue des villages les plus proches de la rivière, mais également de différentes régions du Cameroun, parfois des pays frontaliers.
- En termes d'exploitation hydroélectrique : usure des groupes, comblement de la retenue,

La construction du barrage de Nachtigal aura un impact sur le transport sédimentaire, cependant :

- Dans quel contexte cet impact s'inscrira-t-il ? Les volumes de sable actuellement en jeu (volumes charriés et volumes extraits) sont très mal connus. L'impact actuel des extractions sur la morphologie de la rivière n'est pas connu.
- Comment pérenniser les activités économiques et sociales ?
- Le barrage de Lom Pangar, mis en eau partiellement en septembre 2015 et situé environ 300 km en amont du site projeté pour le barrage de Nachtigal, aura également à moyen terme un impact sur le transport sédimentaire. Quelle sera la part résiduelle du barrage de Nachtigal sur la modification des apports solides ?

Ces différentes questions ont amené les développeurs à commander une étude à ARTELIA sur la thématique spécifiquement sédimentaire par ailleurs préconisé par l'EIES de 2011 comme mesure préalable au projet.

4.4.2. Méthodologie

La méthodologie donne une grande part à « l'avis d'expert » documenté par :

- Une mission sur site avec diverses activités d'investigation telles que :
 - Relevés d'échantillon de sable et observations *in situ* ;
 - Observations des 4 tranchées géologiques réalisées en rive gauche à proximité du site du barrage ;
 - Recensement et positionnement des sites d'extraction de sable ;
 - Documentation photographique géoréférencée ;
 - Entretiens semi directif incluant des éléments quantitatifs auprès des acteurs des sablières (i) plongeurs et/ou piroguiers et/ou pelleteurs et/ou chefs de carrière et (ii) des communes sur les aspects suivants : (i) Site et mode d'extraction, (ii) Types de sables extraits, (iii) Importance des extractions en fonction de la saison, (iv) Evolution des extractions au fil des années, (v) Stock de sable dans la rivière, et (vi) Aspect économique-social de l'activité ;
- Une compilation documentaire avec (i) les cartes géologiques, pédologiques et orographiques établies par l'IRD, les monographies éditées par l'IRD et (iii) un ensemble de photographies anciennes et identification d'anciens bancs de sable ;

- Entretiens avec d'autres experts en poste tel que Gaston Liéno (chercheur en sédimentologie IRD) et Benoît Messanga géologue et directeur de carrière à Monatele et Laurent Lévêque expert géologue chez EDF ;
- Une modélisation sous CAVALCADE (logiciel interne à Artelia de modélisation du transport solide) représentant de manière très schématique les 300 km du bief Lom Pangar – Nachtigal dans le but d'estimer les délais avant impact des aménagements ;
- Une modélisation hydrosédimentaire localisée dans la retenue sous TELEMAC 2D pour estimer le « piègeage » et « la migration » des sédiments dans le futur réservoir de Nachtigal ;
- La constitution d'un SIG regroupant toutes les informations géo localisées obtenues par l'analyse documentaire et la mission de terrain.

L'ensemble de ces investigations a permis d'établir :

- Un premier bilan des extractions et du stock de sable ;
- Une meilleure compréhension du transport sédimentaire ;
- Une meilleure compréhension et quantification des impacts hydro sédimentaires du projet ;
- Des recommandations de mesure de gestion.

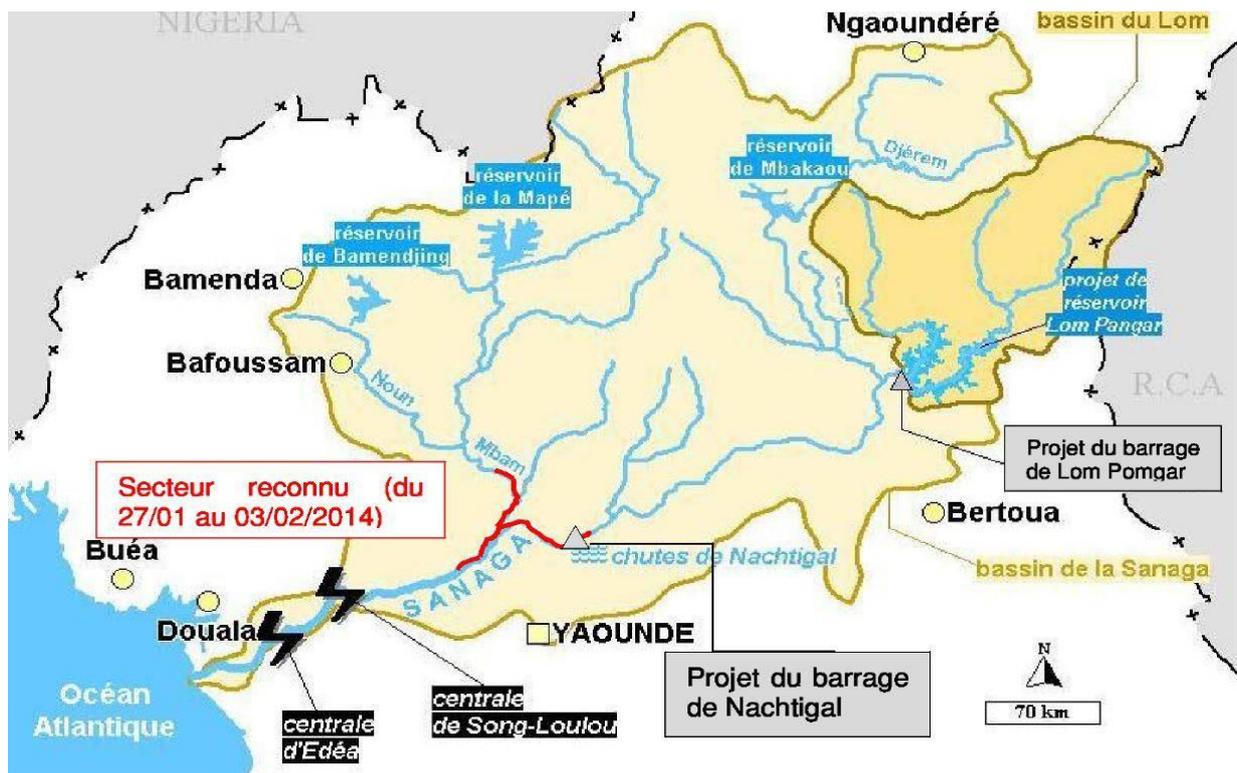


Fig. 7. Secteur reconnu (27/01 au 03/02/2014)

4.4.3. Bilan du diagnostic sédimentaire actuel et tendance à l'épuisement de la ressource

4.4.3.1. EXTRACTION EN 2013 ET EVOLUTION

L'analyse de ces entretiens et leur croisement a permis d'estimer les volumes extraits en 2013 pour

différents tronçons. Les volumes extraits en 2013 sur ces tronçons de la Sanaga et du Mbam ont été évalués à 950 000 m³/an.

Tabl. 5 - Estimation des volumes de sables extraits en 2013

Communes	Tronçon	Estimation des volumes extraits en 2013 (m ³ /an)
MBanjo, Batchenga et Saa	La Sanaga depuis Ekombitie jusqu'au pont de l'enfance Pk 5 à 45 ¹	260 000
Ebebda	La Sanaga depuis l'amont d'Ebebda jusqu'à la confluence avec le MBam Pk 45 à 70	300 000
Bokito	La Sanaga depuis la confluence avec le Mbam jusqu'aux rapides entre Ebebda et l'amont de Monatele. Pk 70 à 77 Le Mbam	170 000
Monatele	La Sanaga au niveau de Monatele Pk 77 à 90	220 000
Total		950 000

Ces volumes sont en forte progression ces dernières années, mais l'évolution n'est pas la même suivant les sites, ni suivant les périodes. Sur la base des données et d'hypothèses, une courbe d'évolution des volumes extraits est proposée ci-contre dont il ne faut retenir que l'ordre de grandeur. La multiplication récente des carrières, montre que cette activité est encore appelée à croître. Toutefois, la croissance de cette activité pourrait être limitée par la quantité de sable pouvant être extraite de la Sanaga et du Mbam. En effet plusieurs indices laissent penser qu'il y a un épuisement progressif du stock de sable dans le lit de la rivière variable suivant les tronçons :

- Dans la zone des rapides de Nachtigal et Ndji, un équilibre semble actuellement être trouvé entre ce qui arrive de l'amont et ce qui est extrait.
- Au niveau d'Ebebda, en revanche, cet épuisement se fait clairement sentir : les exploitants indiquent qu'il est plus difficile de trouver du sable d'une année sur l'autre.
- Sur le secteur de Monatéle (aval de la confluence Mbam — Sanaga), cet épuisement se fait moins sentir. En effet, les apports importants du Mbam, la capacité actuelle des carrières, l'ouverture plus récente des carrières et la morphologie de la rivière sur ce secteur, permettent de limiter les signes d'un possible épuisement.
- Sur le Mbam plus en amont, cette problématique d'épuisement n'est pas apparue car les extractions sont marginales

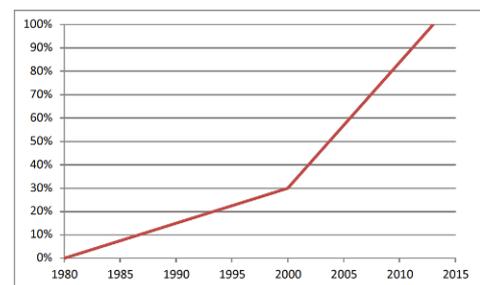
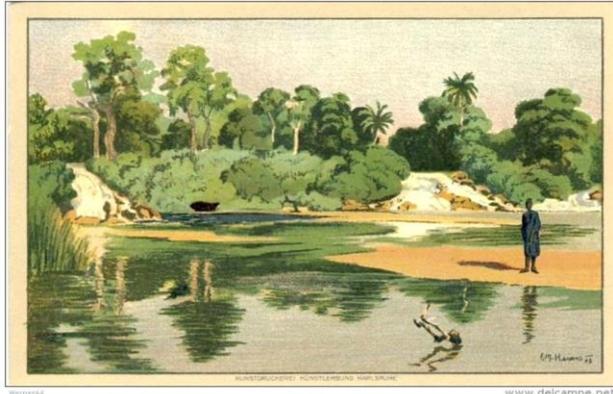


Fig. 8. Augmentation globale des volumes extraits 1980 - 2013

L'étude a permis d'établir des hypothèses et des constats sur le stock actuel et le stock initial que la série d'illustration ci-dessous documente parfaitement.

¹ Le Pk (Point Kilométrique) 0 est positionné à l'axe du futur barrage de Nachtigal



A gauche : Dessin des chutes de Nachtigal : De nombreux bancs de sable sont visibles
A droite : Même secteur prise lors de notre mission : Aucun banc de sable visible à létiage.



A gauche : Visite de Pompidou à Batchenga en 1971. Cette photo au Pk 8 montre un banc de sable derrière la délégation.
A droite : Photo du même secteur prise lors de notre mission. Aucun banc de sable visible à l'étiage

Fig. 9. Illustrations de l'évolution des stocks

En conclusion, les constats et hypothèses sur le stock de sable dans le lit de la Sanaga et du Mbam pour les différents tronçons sont les suivants :

Tabl. 6 - Constats et hypothèses sur le stock de sable

	Sanaga	Sanaga	Mbam +Sanaga	Sanaga
	Amont d'Ebebda	Ebebda amont confluence Mbam	Mbam +Sanaga de la confluence aux rapides de Ebebda-Monatele	Monatele
Constat	Plus aucun stock dans le lit de la rivière en fin de saison d'extraction Stock renouvelé à peu près à chaque saison des pluies. Stock en fin de saison des pluies uniquement en pied de chutes et dans les bras	Stock en large diminution stock initial important : dépôts dans le lit Disparition des bancs de sable émergés existants dans les années 1980	Apports importants du M'Bam Peu de stock	Stock en diminution stock initial important : dépôts dans le lit Disparition des bancs de sable émergés existants dans les années 1980
Hypothèses	Stock initial peu important mais visible sur anciens documents Actuellement apport consommé chaque année Il n'y a pas de dépôt dans les zones non extraites	Tronçon en équilibre dans les années 80 avant les extractions Pente actuelle sans doute proche de la pente d'équilibre Extractions largement supérieures aux apports Stock initial entièrement consommé	Stock initial faible Actuellement apport consommé chaque année Il n'y a pas de dépôt dans les zones non extraites	Court tronçon en équilibre dans les années 90 avant les extractions Pente actuelle sans doute proche de la pente d'équilibre Stock en diminution de moitié mais stock restant

4.4.3.2. APPORTS SOLIDES

La formule d'Engelung et Hansen (bien adapté au transport des sables) a été utilisée pour les calculs d'apports solides naturels. Elle permet de calculer sur un tronçon à l'équilibre le volume moyen annuel transporté assimilable dans ce cas à la capacité de transport.

Sur les autres tronçons, non à l'équilibre, la capacité de transport calculée est largement supérieure au transport réel et n'est donc pas représentative de ce qui est réellement transporté : le transport réel est, en effet, limité par le volume de sable arrivant de l'amont ; ce sont des zones de transit, le sable ne se dépose pas.

Les paramètres retenus et le débit solide naturel estimé pour les différents tronçons sont les suivants :

Tabl. 7 - Paramètres et débit solide naturel

Secteur	D50 (mm)	Pente d'équilibre (‰)	Largeur du lit mineur (m)	Débit solide naturel (m ³ /an)
Sanaga à Nachtigal	0.75	0.105	570	630 000
Sanaga en amont de la confluence avec le Mbam	0.65	0.105	700	630 000
MBam	0.9	0.12	450	340 000
Sanaga en aval de la confluence avec le Mbam	0.75	0.1	865	970 000

Naturellement, c'est-à-dire avant les extractions massives de sable en lit mineur, on peut estimer que la Sanaga transportait environ 600 à 700 000 m³ de sable par an, le Mbam entre 300 et 400 000 m³ de sable par an. A l'aval de la confluence, la capacité de transport est estimée à 900 à 1100 000 m³/an.

Remarque : *Il est important de noter que ces estimations dépendent d'hypothèses plus ou moins bien maîtrisées et donc que ces estimations sont des ordres de grandeurs.*

4.4.3.3. BILAN DU TRANSPORT SOLIDE

Deux bilans ont été effectués pour mettre en regard les extractions et les apports naturels en sable : le premier pour l'année 2013 qui correspond au maximum d'extraction et le second à l'échelle des 33 dernières années (1980-2013), 1980 correspondant au début des extractions.

Tabl. 8 - Bilan du transport solide 2013

Rivière	Volume pour 2013				Volume naturels
	Sanaga	Sanaga	Mbam +Sanaga	Sanaga	Sanaga
Tronçon	Amont d'Ebebda	Ebebda amont confluence Mbam	Mbam +Sanaga*	Monatele	Monatele
Pk	5 à 45	45 à 70	70 à 77	77 à 90	77 à 90
Volume entrant Sanaga (milliers de m ³ /an)	630	370	70	240	630
Volume entrant MBam (milliers de m ³ /an)	-	-	340	-	340
Volume extrait 2013 (milliers de m ³ /an)	260	300	170	220	0
Diminution du stock (milliers de m ³ /an)	0	0	0	50	0

Volume sortant du tronçon (milliers de m ³ /an)	370	70	240	70	970
------------------------------------------------------------	-----	----	-----	----	-----

Tabl. 1 - Bilan du transport solide sur 33 ans depuis 1980

Rivière	Volume en 33 ans				
	Sanaga	Sanaga	Mbam +Sanaga	Sanaga	Sanaga
Tronçon	Amont d'Ebebdà	Ebebdà amont confluence Mbam	Mbam +Sanaga*	Monatele	Global
Pk	5à45	45 à 70	70 à 77	77 à 90	5 à 90
Volume entrant Sanaga (milliers de m ³ /an)	630	560	520	820	630
Volume total entrant Sanaga en 33 ans (milliers de m ³)	20800	18500	17100	27000	20800
Volume entrant MBam (milliers de m ³ /an)			340		340
Volume total entrant MBam en 33 ans (milliers de m ³)	-	-	11200	-	11200
Volume extrait en 33 ans (milliers de m ³)	3300	3800	2200	1500	10800
Diminution du stock (milliers de m ³)	1000	2500	900	500	4800
Volume total sortant du tronçon (milliers de m ³)	18500	17100	27000	26000	26000
Volume moyen sortant du tronçon (milliers de m ³ /an)	560	520	820	790	790

(*) Mbam +Sanaga de la confluence aux rapides d'Ebebdà Monatele

Le bilan apports-extractions réalisé pour l'année 2013 permet de visualiser l'impact des extractions actuelles sur la continuité sédimentaire :

- Sur les 970 000 m³/an de sable entrant dans la zone d'étude (630 000 m³/an par la Sanaga et 340 000 m³/an par le Mbam), seuls 70 000 m³/an ressortiraient, soit moins de 10 % ;
- Les extractions réalisées actuellement correspondraient approximativement aux apports naturels ;
- Au droit de la confluence, le Mbam apporterait actuellement l'essentiel du sable, soit 340 000 m³/an pour 70 000 m³/an pour la Sanaga.

Remarque : *Tous ces résultats ne sont, du fait de la forte incertitude des hypothèses de base, que des ordres de grandeur. Le recoupement des informations permet toutefois de valider les grandes tendances obtenues. Les incertitudes sur les apports solides du Mbam sont plus fortes car les données disponibles sont moins nombreuses. Il est possible que les apports annuels soient supérieurs aux volumes indiqués ci-dessus.*

En conclusion, le transport réel de sable naturel a été estimé à :

- 600 000 m³ /an pour la Sanaga en amont de la confluence avec le Mbam ;
- 350 000 m³ /an pour le Mbam en amont de la confluence.

Les extractions actuelles peuvent être estimées à :

- 560 000 m³ /an dans la Sanaga en amont de la confluence,
- 170 000 m³ /an sur le Mbam en amont ou au droit de la confluence,
- 220 000 m³ /an dans la Sanaga au niveau de Monatéle (aval confluence Sanaga /Mbam).
- Soit 950 000 m³ /an au total.

En conclusion, l'épuisement de la ressource de sable semble être de plus en plus rapide avec :

- Le stock initial pour l'ensemble de la zone a été estimé à très approximativement 5 000 000 m³, il semble qu'il en reste une quantité très faible, peut-être moins de 10% ;
- Les volumes extraits (situation en 2013) sont comparables aux volumes d'apports, environ 1 000 000 m³ /an.
- Les volumes extraits sont appelés à croître (augmentation de la demande, développement du réseau routier, apparition de suceuses sur un certain nombre de sites permettant l'extraction à une plus grande profondeur).

4.4.4. Impacts hydrosédimentaires

4.4.4.1. IMPACTS DU PROJET SUR LE RISQUE D'INCISION DU LIT

Le risque de l'excès actuel des extractions est une déstabilisation de ce tronçon. En effet, ces dernières années, les volumes de sable extraits correspondent aux apports naturels, au niveau de notre tronçon d'étude. Les analyses ont montré que le volume de sable ressortant du tronçon d'étude est actuellement quasiment nul.

Le volume de sable sortant actuellement du tronçon d'étude étant à priori quasiment nul du fait des extractions, la construction du barrage de Nachtigal ne devrait pas sur-impacter cette tendance et modifier ce risque.

4.4.4.2. IMPACTS DU PROJET SUR LES ACTIVITES D'EXTRACTION DE SABLE

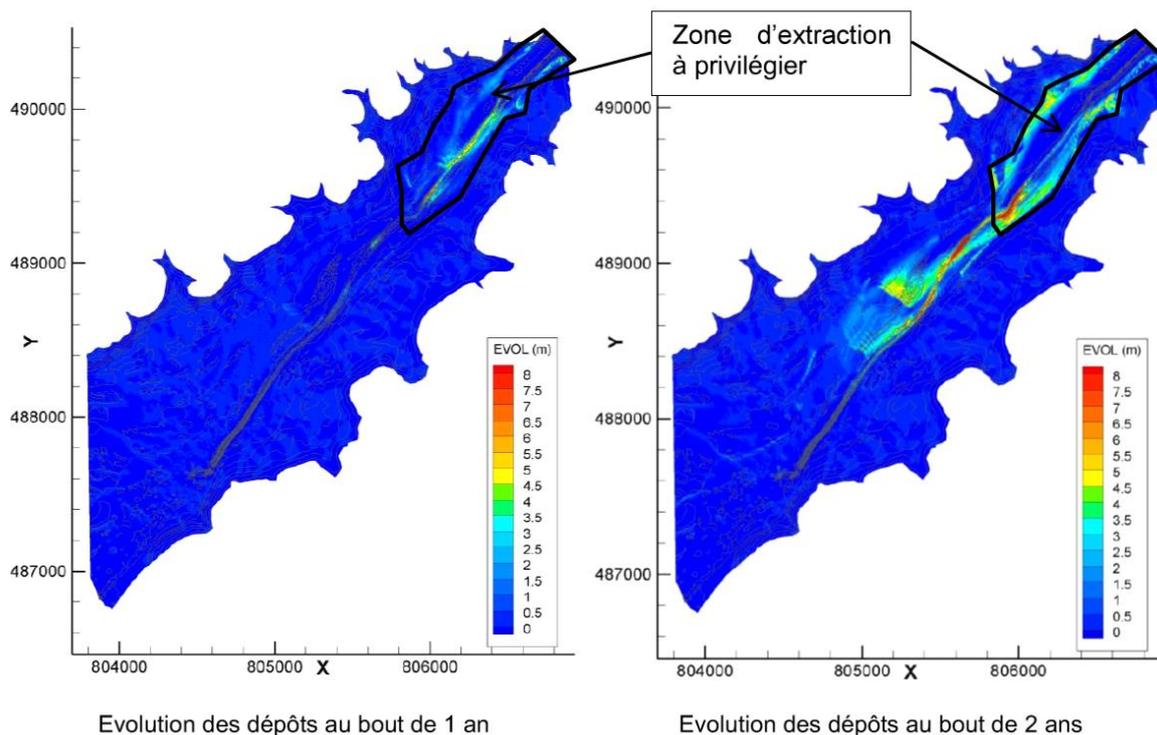
Les résultats du modèle numérique TELEMAC 2D de la retenue réalisé par ARTELIA en parallèle de la présente étude montrent que le sable sera piégé en queue de retenue et mettra environ une vingtaine d'années à atteindre le barrage (sans extraction particulière en queue de retenue). Dans cet intervalle de temps, la fraction de sable passant le barrage sera très faible malgré l'ouverture des vannes pendant la saison des pluies.

Il est donc possible de considérer un blocage quasi complet du sable dans la retenue à l'échelle de temps de la viabilité des sites d'extractions. Les conséquences de ce blocage ne sont pas les mêmes suivants les tronçons :

- Amont du barrage : cela concerne essentiellement la carrière d'Ekombitié qui sera alors située dans la retenue. Le site actuel en lui-même sera noyé mais un déplacement de 1 à 2 km vers l'amont semble aisé. Les apports seront augmentés par la mise en place de la retenue.
- Aval immédiat du barrage. Il est peu probable que le stock disponible soit important dans le tronçon court-circuité, puisque dans cette zone les stocks sont actuellement très limités. Les petits apports annuels de cette zone ne pourront plus être exploités assez rapidement après la mise en marche du projet.
- Aval du barrage : commune de Batchenga. L'ensemble de ces carrières verront leurs apports chuter très rapidement puisque le stock actuel de sable est quasi nul au regard des volumes extraits.
- Ebebda en amont de la confluence avec le Mbam. A l'heure actuelle, ce sont les plus gros sites d'extraction, estimée à 300 000 m³/an. L'ensemble de ces carrières verront leurs apports chuter très rapidement puisque le stock, important dans les années 1990, est quasi nul aujourd'hui au regard des volumes extraits. En 2013, il semble que les carriers ont prélevé l'intégralité des apports amont.
- Mbam (sites 17 à 19, 25 et 26) : Ces sites d'extraction sont situés sur le Mbam et ne seront donc pas impactés par la construction du barrage.
- Monatélé (sites 20 à 22) : les sites extraient aujourd'hui essentiellement le sable issu du Mbam puisque à la confluence les apports actuels de la Sanaga sont très limités au regard des apports

du Mbam (70 000 pour 340 000 m³/an). La mise en place du barrage bloquera les apports de la Sanaga mais ne changera pas fondamentalement les apports au niveau de Monaté. Toutefois, les stocks encore disponibles au niveau de Monaté sont faibles et arriveront certainement à l'épuisement dans la même période que la mise en service du barrage. D'où un sentiment d'impact non nul pour les exploitants des carrières (qui pourra être, attribué à la construction du barrage de Nachtigal sans que cela soit justifié).

- Aval de Monaté, jusqu'à Edéa : les carrières sont sans doute beaucoup moins nombreuses du fait de l'éloignement de Yaoundé. La mise en place du barrage bloquera les apports de la Sanaga mais ne changera pas fondamentalement les apports en aval de Monaté, qui sont déjà fortement diminués par les extractions actuelles.



Modélisation TELEMAC 2D

Fig. 10. Zone d'extraction privilégiée en entrée de réservoir, carrière d'Ekombitié

En conclusion, les apports totaux du Mbam et de la Sanaga, au niveau du site d'étude, étant de l'ordre de grandeur des apports, si on veut maintenir un volume constant d'extraction, il sera nécessaire d'extraire tout le sable qui arrive dans la queue de retenue. Cette solution pose de nombreuses questions sociales et économiques:

- Ces adaptations supposent que le personnel travaillant dans les carrières soit mobile. Cela semble être le cas pour une partie d'entre eux (qui vient d'autres provinces), mais les propriétaires des dépôts et les chefs de carrières sont de chaque commune.
- De plus, les communes qui perçoivent actuellement des redevances (3000 FCFA/camion) devront être associées à la démarche car certaines communes n'auront plus de carrières implantées sur leur territoire.
- Afin, les conditions de concentration du sable en queue de retenue et les profondeurs d'extraction nécessaire risque de provoquer une mécanisation de l'extraction. Si cette modernisation peut permettre de conserver les quantités extraites, elle signifiera une baisse indicative des emplois disponibles et la perte de revenu pour de nombreux travailleurs.

4.4.4.3. IMPACT DES BARRAGES AMONT (LOM PANGAR ET MBAKAOU) SUR LE TRANSIT SEDIMENTAIRE AU DROIT DE NACHTIGAL

La mise en place des différents barrages de régulation sur les têtes de bassins versants de la Sanaga et du Mbam pourrait avoir à terme un impact sur les apports naturels en sable au niveau de la zone d'étude. En effet, les retenues amont ont des volumes très importants, de 1 800 à 6 000 millions de mètres cubes ; elles entraînent un blocage complet du sable provenant de l'amont.

La mise en place de la retenue de Mbakaou en 1968 et de Lom Pangar en 2015 entrainera une diminution de la surface du bassin contributeur en sable (BV drainé par les retenues = 20 200 + 19 700 = 39 900 km²), correspondant à 50 % du bassin versant de la Sanaga à Nachtigal (76 400 km²). Les apports en sable devraient donc, à terme, être diminués approximativement de moitié.

A l'aide du modèle sous CAVALCADE, nous avons cherché à évaluer combien de temps après la mise en service de Lom Pangar les blocages sédimentaires se feraient sentir au niveau de Nachtigal. Ce délai est fortement dépendant d'hypothèse comme l'épaisseur de sable et le stock initial. Il a été obtenu les résultats suivants.

Tabl. 2 - Délai avant diminution notable des apports au niveau de Nachtigal

Epaisseur moyenne de sable (m)	Stock initial de sable (millions de m ³)	Délai avant diminution notable des apports au niveau de Nachtigal (années)	Vitesse moyenne de déplacement des sables correspondante (km/an)
1	90	200	2
0.5	45	100	4
0.25	22.5	55	9
0.1	9	25	22

Il apparaît que le délai avant que l'on note une diminution notable des apports en sable de la Sanaga au niveau de Nachtigal correspond à peu près au stock de sable initial dans le bief, divisé par la capacité de transport annuelle (650 000 m³/an) — les apports résiduels.

Il apparaît qu'une division par deux des apports, du fait de la mise en place des retenues amont, mettrait certainement 50 à 100 ans à se faire sentir à Nachtigal, pour un stock initial estimé à 20 à 40 millions de mètres cubes. Il semble que l'impact des retenues existantes à l'amont ne soit pas encore parvenu de façon notable jusqu'au site de Nachtigal et c'est certainement la construction de Lom Pongar qui impactera le plus le bilan sédimentaire à long terme.

4.4.5. Recommandations

La première recommandation du rapport est d'envisager le déplacement d'une partie des sablières à l'aval immédiat du projet dans la zone d'Ekombitié au niveau de la queue de la retenue. Si retrouver les quantités extraites avant-projet reste techniquement réaliste, réduire les impacts socio-économiques reste beaucoup plus problématique.

La deuxième recommandation est de mettre en place un suivi hydro sédimentaire avec comme objectifs de dissocier l'impact spécifique du barrage de Nachtigal sur le bilan sédimentaire vis-à-vis de l'impact des autres éléments (extraction, autres retenues) et de fiabiliser les observations ponctuelles réalisées lors de l'expertise afin de préciser les estimations quantitatives et temporelles.

5. INVENTAIRES ET ETUDES COMPLEMENTAIRES POUR MIEUX CONTROLER LES IMPACTS SUR LE MILIEU NATUREL

5.1. APPROFONDISSEMENT DE L'ÉTAT INITIAL FAUNE ET FLORE

Cette section regroupe un ensemble de notes techniques rédigées par le Dr. Achoundong, expert botaniste, le Dr. Kitio, ethnobotaniste et le Dr. Ghogue, expert botaniste aquatique pour la partie flore (volet 1) et par le M. Bouba et Dr. Ndjidda pour la partie faune (volet 2), tous consultants au Centre Africain de Recherches Forestières et de Développement (CARFAD), bureau d'études en environnement basé à Yaoundé, Cameroun.

Cette étude vient compléter les inventaires réalisés pour l'Etude d'Impact Environnemental et Social (2006 et 2011) et fait partie des préconisations de l'EIES en tant que mesure préalable à la réalisation du projet. Il est à noter que lors d'une des réunions des ateliers de restitution de l'EIES de 2011, il avait été porté à la connaissance de l'équipe en charge de l'EIES la présence d'une *Podostomaceae* endémique dans la zone des chutes et qui n'avait pas été décrite dans les inventaires de l'EIES. C'est pourquoi, ce groupe de plante a fait l'objet d'une attention spécifique dans cette série d'investigation.

Les zones de chantier et d'emprise du projet hydroélectrique (y compris les îles dans la Sanaga) ont été inventoriées en totalité pour la flore et la faune sauf quand leur surface ne permettait pas un inventaire complet. Les zones du futur tronçon court-circuité et du réservoir ont été prospectées pour la flore aquatique. Une étude sur les usages des plantes (ethnobotanique) a également été réalisée.

Les inventaires ont révélé la présence de certaines espèces avec des statuts de conservation ou de protection (nationale) qui méritent une attention toute particulière :

- Les Podostomaceae (*Ledermanniella sanagaensis*, *Ledermanniella Thalloidea*), plantes aquatiques présentes dans la retenue, le tronçon court-circuité ou en aval de la restitution avec un taux d'endémisme élevé. Ces espèces sont classées « CR » (critiquement en danger d'extinction) par l'UICN.
- L'oiseau Touraco doré (*Tauraco bannermani*) trouvé au niveau du futur chantier de barrage. Cette espèce est endémique au Cameroun et est classée « CR » (critiquement en danger d'extinction) par l'UICN. Elle figure également sur la liste de protection intégrale « Classe A » de la loi Camerounaise.
- Les autres espèces de classe « A » inventoriées sur la zone d'étude incluent, par exemple, le touraco vert (*Tauraco persa*), et le pangolin géant (*Manis gigantea*).

Réglementation camerounaise

Selon l'article 78 de la loi N°94/01 du 20 janvier 1994 portant régime des forêts, de la faune et de la pêche, les espèces animales vivant sur le territoire national sont réparties en trois classes de protection A, B, C, selon l'arrêté N°0565/ A/MINEF/DFAP/SDF/SRC « fixant la liste des animaux des classes A, B et C » :

- Les espèces de la classe A sont intégralement protégées et ne peuvent en aucun cas, être abattues. Leur capture ou détention est subordonnée à l'obtention d'une autorisation délivrée par l'administration chargée de la faune.
- Les espèces de la classe B bénéficient d'une protection, elles peuvent être chassées, capturés ou abattues après obtention d'un permis de chasse.
- Les espèces de la classe C sont partiellement protégées. Leur capture et leur abattage sont réglementées suivant les modalités fixées par arrêté du Ministre chargé de la faune.

En particulier, pour les espèces protégées par la loi Camerounaise (Classe « A »), un dossier d'autorisation de déplacement sera nécessaire (dépôt auprès du Ministère des forêts et de la faune (MINFOF)). Un plan de gestion spécifique sera également nécessaire pour les espèces de la liste rouge de l'UICN.

5.1.1. La faune

5.1.1.1. METHODE

Pour la faune terrestre, la démarche a consisté à parcourir les layons ouverts pour la réalisation de l'inventaire floristique et tous les animaux observés sont dénombrés, de même que l'indice de présence est relevé dans une parcelle d'inventaire. Le nom de l'espèce, le nombre d'individu vu, l'indice de présence (crotte, empreinte, son, fèces, nids, reste de repas, dégâts, souilles et terrier) et la quantité par indice sont inscrits dans la fiche de dénombrement.

Pour l'avifaune, les experts ont parcouru les layons, les pistes villageoises et forestières en faisant des observations, en écoutant les cris et en faisant des appels pour identifier les espèces.

Les différentes espèces rencontrées chaque jour ont été enregistrées en vue de la détermination d'un index d'abondance pour chaque espèce par jour. Un regroupement en 4 catégories a été réalisé :

- C pour commun, c'est-à-dire communément et invariablement rencontré;
- F pour assez commun, c'est-à-dire habituellement rencontré;
- S pour souvent, c'est-à-dire irrégulièrement rencontré;
- R pour rare, c'est-à-dire rarement rencontré.

Les enquêtes semi-structurées auprès des chasseurs, les tenancières des gargotes, les vendeurs de viande de brousse et des autorités traditionnelles riveraines de la zone du projet et dans les marchés ont été utilisés pour compléter les données des inventaires.

L'étude faunistique a été réalisée en étroite coopération avec l'équipe d'inventaire floristique de façon à ce que les données sur la faune puissent éventuellement être mises en relation avec les différents faciès de végétation.

5.1.1.2. RESULTATS

Faune terrestre

Au total, 34 espèces les plus courantes ont été identifiées lors des inventaires (la plupart de ces espèces sont chassées). L'aulacode commun est l'espèce la plus rencontrée dans tous les sites du projet avec un Indice Kilométrique d'Abondance (IKA) de 6,4.

Les principales espèces contactées et dont l'indice kilométrique d'abondance est supérieur à 1 sont :

- les artiodactyles (le sitatunga, le sanglier et céphalophe de Peters) ;
- les lagomorphes (le lièvre) ;
- les rongeurs (l'aulacode commun, le porc épic, l'athérure et le rat de Gambie).

Lors de ces inventaires, la présence du pangolin commun (*Phataginus tricuspis*) et du pangolin géant (*Manis gigantea*), espèces intégralement protégées de classe A selon la législation camerounaise, a été relevée. Leur abondance néanmoins faible dans la zone du projet (IK de 0,04 et 0,08, respectivement).

L'avifaune

Pendant la période d'inventaire, 122 espèces d'oiseaux ont été identifiées dans les sites de base vie, usine, barrage, camp des ouvriers, carrière de latérite, canal d'aménagé et la zone de la DUP entre l'usine et le barrage.

Il y a trois espèces d'oiseau qui sont intégralement protégés par la réglementation camerounaise (classe A) : le Touraco vert (LC, UICN), le Touraco doré (EN, UICN) et le calao à joues brunes (VU, UICN).

L'aigle martial, bien que classé « VU » par l'IUCN est de classe « B » selon la réglementation camerounaise.

Parmi les espèces endémiques recensées au Cameroun par l'IUCN ; il y a une espèce, à savoir le touraco doré, qui a été identifiée lors des inventaires sur les bords de la Sanaga dans le site du futur barrage.

Espèces protégées « Classe A »

Quelques espèces contactées sont intégralement protégées par la loi Camerounaise en « Classe A », à savoir : le touraco vert (*Tauraco persa*), le touraco doré (*Tauraco bannermani*), et le pangolin commun et le pangolin géant (*Manis gigantea*).

5.1.1.3. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Etant donné que la ripisylve au droit de la retenue sera ennoyée, la communauté des oiseaux qui y vit devra se déplacer soit vers l'amont ou vers l'aval du fleuve Sanaga où ils vont retrouver le même type d'habitat. Le bruit qui sera produit par les machines lourdes pendant la construction du barrage éloignera la plupart des oiseaux ; un tel impact n'aura qu'un effet temporaire. et il n'est pas exclu qu'un nouvel habitat intéressant soit offert par la retenue.

Comme il y a très peu d'espèces de grande faune, la mise en œuvre du projet n'entraînera que des impacts mineurs, qui peuvent être considérablement atténués par la mise en œuvre des recommandations proposées.

Les mesures suivantes sont préconisées pour limiter les impacts du projet sur la faune :

- Il sera souhaitable de renforcer les actions de sensibilisation des différents acteurs notamment les ouvriers et les chauffeurs sur la réglementation liée à la faune dans la zone du projet.
- Limiter au maximum la destruction des habitats en limitant le défrichement au minimum nécessaire pour les besoins du chantier ;
- Favoriser la fuite des animaux par un défrichement des zones boisées qui seront ennoyées ;
- Restaurer les sols et les habitats après les travaux.

5.1.2. La flore

5.1.2.1. METHODE

Flore terrestre

Après examen des cartes disponibles, un expert SIG a tracé un réseau de layons permettant de prospecter toutes les formations végétales du site et de repérer le maximum d'espèces présentes. Des inventaires complets ont été réalisés sur les sites de moins de 35 ha, pour les autres sites, seuls des sondages ont été effectués.

Sur le terrain, une équipe de layonneurs repère et ouvre les layons dessinés par l'expert SIG et une équipe parcourt les layons en notant toutes les plantes rencontrées. Pour chaque tige ligneuse supérieure à 10 cm de diamètre rencontrée, l'expert botaniste note le nom de l'espèce et estime le diamètre. Pour les espèces herbacées, on note la présence. Les espèces non identifiées sur le terrain sont récoltées et photographiées, pour être identifiées à l'Herbier National.

Flore aquatique

Les inventaires ont été effectués de l'amont vers l'aval du futur barrage, sur une section d'environ 7,5 Km sur le fleuve pour une dénivellation de 50 m (Alt. 514 m – Alt. 464 m). L'objectif majeur du travail étant le

repérage et la collecte des Podostémacées sur cette section, 4 points de sondage ont été choisis en fonction de leur turbulence relativement élevée (habitat favorable aux Podostémacées) ainsi que de leur accessibilité. Toutes les plantes récoltées ont été pressées et séchées au four à feu doux. L'identification des spécimens s'est faite à l'Herbier National, en utilisant aussi bien les autres spécimens de l'herbier que les flores existantes en particulier les séries Flore du Cameroun et Flora of West Tropical Africa.

Ethnobotanique

Pour collecter les données ethnobotaniques, des enquêtes ont été menées auprès d'un échantillon de la population du site d'étude. Le but était de recueillir des informations précises sur les usages que les populations font des plantes locales. L'échantillon de population enquêtée est constitué des personnes qui connaissent bien les plantes par leurs noms et leur usage. Les personnes répondant le mieux à ces critères se recrutent parmi ceux qui ont un intérêt particulier pour les plantes ; c'est le cas des tradipraticiens, les scieurs, les chasseurs, les artisans et les personnes âgées.

5.1.2.2. RESULTATS

La flore terrestre

Un total de 531 espèces de plantes, dont 259 espèces d'arbres et 272 espèces arbustives ou herbacées ont été identifiées. Les données sur leur écologie montrent qu'il s'agit des espèces de lumière qui colonisent très activement les divers micro-habitats ouverts de la forêt semi-décidue: galerie forestière, forêt secondaire, les terres de culture, les brousses, les bords de cours d'eau, les recrûs sur savane, les lisières.

Dans tous les sites prospectés, *Trilepisium madagascariense* (essence de lumière) apparaît comme l'arbre le plus abondant. Les dix autres arbres fortement représentés dans les sites sont : *Celtis africana*, *Ricinodendron heudelotii*, *Sterculia rhinopetata*, *Pterygotha macrocarpa*, *Milicia excelsa*, *Ceiba pentandra*, *Lanea welwitschii*, *Pseudospondias microcarpa*, *Celtis mildbraedii*.

De nombreuses espèces de bois d'œuvre sont représentées. Ce sont : *Triplochiton scleroxylon* (Ayous) *Terminalia superba* (Frake) *Milicia excelsa* (Iroko) *Pycnanthus angolense* (Ilomba), *Sterculia rhinopetala* (Lotofa), *Lophira alata* (Azobé), *Azelia africana* (Doussié Apa), *Sterculia oblonga* (Koto), *Erythrophleum suaveolens* (Tali), *Mansonia altissima* (Bete), *Nesogordonia papaverifera* (Kotibe), *Alstonia boonei* (Emien) *Canarium schweinfurthii* (Aiélé), *Entandrophragma cylindricum* (Sapeli) *Entandrophragma utile* (Sipo), *Nauclea diderrichii* (Bilinga), *Pterocarpus soyauxii*, *Piptadeniastrum africanum*.

La flore aquatique

L'un des objectifs de cette étude était de confirmer la présence dans la zone de deux Podostémacées: *Ledermanniella thalloidea*, en danger d'extinction (EN), et *Ledermanniella sanagaensis*, en danger critique d'extinction (CR). Seulement *Ledermanniella sanagaensis* a été récoltée lors de ces inventaires. Des prospections plus approfondies et en période de basses eaux permettraient peut-être de récolter aussi *Ledermanniella thalloidea* qui n'a pas été rencontrée lors des présentes prospections. La forte turbulence des eaux de la Sanaga ne favorise pas l'installation d'autres plantes d'eaux douces. Au stade actuel, seulement sept plantes strictement aquatiques sont identifiées. Ce sont :

- *Dicraeanthus africanus*;
- *Ledermanniella sanagaensis*;
- *Ledermanniella thalloidea* ;
- *Letestuela tisserantii* ;
- *Pistia stratiotes* ;
- *Tristicha trifaria*;
- *Cyperus alopecuroides* ;

Quelques hydrophytes facultatifs (espèces généralement associées aux milieux aquatiques mais pas obligatoirement) sont signalés :

- *Ludwigia decurrens* ;
- *Marsdenia abyssinica* ;
- *Echinochloa pyramidalis*.

Ces plantes sont généralement présentes dans le lit de la rivière sur les bords.

Résultats ethnobotaniques

Les enquêtes ethnobotaniques révèlent que dans la zone d'étude, 155 espèces de plantes sont utilisées par l'homme. Les principales catégories d'usage retenues ici sont :

- Plantes médicinales (143) ;
- Plantes alimentaires (64) ;
- Plantes médico-magiques (33).

Statut de conservation

Le statut de conservation de toutes les espèces recensées a été établi. Au total deux (2) espèces du site sont en danger critique d'extinction, deux (2) en danger d'extinction, onze (11) vulnérables, quatre (4) presque menacées (NT) ; le reste sont de préoccupation mineure.

Parmi les espèces « En Danger Critique d'extinction (CR) », on peut citer :

- *Ledermanniella sanagaensis* (Podostémacées) – aquatique ;
- *Marsdenia abyssinica* (Asclepiadaceae) – aquatique facultative (rives).

Parmi les espèces « En danger d'extinction (EN) » on peut citer :

- *Ledermanniella thalloidea* (Podostémacées) - aquatique ;
- *Hymenodictyon pachyantha* (Rubiacees) - terrestre.

Parmi les espèces « Vulnérable (VU) » on peut citer :

- *Cyperus alopecuroides* (Cyperacées) – aquatique ;
- *Vernonia guineensis* (Asteracées) – terrestre ;
- *Pterorhachis zenkeri* (Méliacées) – terrestre ;
- *Azelia africana* (Caesalpiniacées) – terrestre ;
- *Entandrophragma cylindricum* (Méliacées) – terrestre ;
- *Entandrophragma utile* (Méliacées) – terrestre ;
- *Lophira alata* (Ochnacées) – terrestre ;
- *Mansonia altissima* (Sterculiacées) – terrestre ;
- *Nauclea diderrichii* (Rubiacees) – terrestre ;
- *Nesogordonia papaverifera* (Sterculiacées) – terrestre ;
- *Macaranga praxii* (Euphorbiacées) – terrestre.

Parmi les espèces presque menacées (NT) on peut citer :

- *Polyscias fulva* (Apiacées) – terrestre ;
- *Pararistolochia goldieana* (Aristolochiacées) – terrestre ;

- *Macaranga saccifera* (Euphorbiacées) – terrestre ;
- *Diospyros crassiflora* (Ebenacées) – terrestre.

5.1.2.3. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Globalement toutes les formations végétales affectées ici existent aussi ailleurs, dans d'autres localités du Cameroun, soit dans les galeries forestières bordant les rives de la Sanaga soit sur celles de ses affluents. La majorité des espèces rencontrées ont un large spectre écologique et ont par conséquent la capacité de vivre dans d'autres types de forêt. En conséquence, cette étude comme celles de 2006 et 2011 conclue qu'il n'existe aucune zone protégée dans la zone d'étude et qu'à l'exception des Podostémacées, aucune espèce ayant un statut particulier de protection n'a été identifiée au cours des investigations de terrain. Seuls les Podostémacées pourraient être de préoccupation majeure en raison de leur fort taux d'endémisme qui les fragilise.

Les travaux projetés dans la zone vont entraîner la destruction d'une masse végétale importante. Les travaux de terrassement causeront des perturbations diverses (pertes de couvert végétal, perte d'habitat de la faune, risque d'érosion,...). Il s'agira dans tous les cas d'impacts mineurs, pouvant être atténués efficacement par la mise en œuvre des recommandations proposées.

A l'exception des Podostémacées, les plantes impactées ici sont sans statut de conservation international spécial et/ou existent aussi ailleurs dans les habitats similaires au Cameroun. *Marsdenia abyssinica*, bien qu'ayant une distribution limitée au Cameroun, bénéficie d'une distribution plus large en Afrique. Dans la zone d'étude, *Marsdenia abyssinica* a été contacté uniquement à la station en aval de la future restitution (2,9 km en aval de la restitution). Par conséquent, il est considéré que la destruction des Podostémacées serait le seul impact potentiel majeur.

On doit noter également que le ralentissement des eaux par le barrage va créer un milieu plus favorable à la prolifération de certaines espèces aquatiques. En particulier *Pistia stratiotes* et *Echinochloa pyramidalis*, actuellement très faiblement représentées dans les bras aux eaux les moins tumultueuses de la Sanaga pourraient se développer dans la zone du réservoir.

Pour atténuer ces impacts les mesures efficaces suivantes sont préconisées :

Flore terrestre

- Localisation des infrastructures de préférence dans les savanes ou les jachères, évitant au maximum les forêts matures ;
- Recupération du bois d'œuvre ;
- Restauration des sites après les travaux ;
- Promotion de la culture des fruitiers sauvages ;
- Collecte massive de spécimens botaniques pour l'Herbier National.

Flore aquatique

- Procéder à une conservation in situ par la création sur la zone du site d'un sanctuaire des Podostémacées;
- Procéder à une conservation ex situ ;
- Mener des prospections plus approfondies pour rechercher d'autres Podostémacées potentiellement présentes, ou aussi rechercher les mêmes espèces ailleurs, dans la Sanaga ou dans d'autres fleuves du Cameroun.

Ethnobotanique

Pour l'ethnobotanique, il est recommandé de former les populations sur l'importance des plantes médicinales et sur une meilleure gestion des Produits Forestiers Non Ligneux (PFNL). Cette formation vise à remédier aux lacunes identifiées avec le concours des populations à savoir :

- rareté et indisponibilité de certaines plantes,
- vulgarisation des bienfaits des plantes médicinales,
- préservation des PFNL dans toutes les activités de développement.

5.2. ETUDE SUR LA DISTRIBUTION ET LA FLORAISON DE LEDERMANNIELLA

L'étude Flore complémentaire de 2014 (voir section 5.1.2 ci-dessus) a confirmé la présence de *Ledermanniella sanagaensis*, espèce de Podostemaceae endémique du site et en Danger Critique d'Extinction (CR) selon la Liste Rouge de l'UICN, ce qui n'a pas été le cas de l'autre espèce de la même famille, *Ledermanniella thalloïdea* classée en Danger d'Extinction (EN), toujours selon la Liste Rouge de l'UICN. Une autre plante, *Marsdenia abyssinica* (Asclepiadaceae) a également été récoltée, puis évaluée par la suite en Danger Critique d'Extinction à l'échelle nationale. Il devenait donc indispensable de travailler à leur conservation, et le préalable à toute action de conservation est la connaissance des spécificités de l'espèce cible.

L'objectif global de cette étude est la compréhension de l'écologie et de la floraison de *Ledermanniella sanagaensis* et *Ledermanniella thalloïdea*. Cet objectif global peut être subdivisé en trois objectifs spécifiques : cartographie de la distribution locale des espèces dans la zone du Projet ; étude de la floraison des *Ledermanniella* et étude de la ré-immersion après floraison à quatre stations.

5.2.1. Méthodologie

Cinq (5) missions de terrain ont été réalisées :

- Mission 1 d'inventaire botanique et de géo-référencement des populations (18 au 25 Mars 2015) ;
- Mission 2 et 3 pour l'étude de la floraison des *Ledermanniella* et les conditions de l'habitat (31 Mars 2015 au 4 Avril 2015, puis 13 au 16 avril 2015) ;
- Missions 4 et 5 pour suivre la ré-immersion des *Ledermanniella* et étudier les conditions locales de l'habitat pendant cette phase (19 au 22 mai 2015, puis 17 au 20 Juin 2015).

Lors de la première mission, toutes les populations de plantes aquatiques cibles ont été cartographiées sur le linéaire d'étude, les quatre stations d'étude (distribuées de l'amont de la retenue jusqu'à l'aval du futur tronçon court-circuité) ont été identifiées. Ces stations ont été suivies lors des missions suivantes. Au cours des missions 2 et 3, des observations ont été faites sur les quatre sites sélectionnés au cours de la mission de géo-référencement. Les mesures suivantes ont été relevées : la distance par rapport à la rive, la géolocalisation de chaque groupe de pieds, le nombre de pieds sur une surface de 60 cm², une estimation de la taille de la population, la présence ou non des organes floraux, le nombre des fleurs. Les conditions d'habitat suivantes ont été relevées : le faciès d'écoulement, la hauteur de l'eau, sa vitesse ainsi que le type de substrat de fixation des *Ledermanniella*.

Au cours de chacune des quatre missions, un échantillon d'eau a été collecté sur chaque site et ce pendant trois jours, soit 12 échantillons par mission et un total de 48 échantillons d'eau sur toutes les quatre missions. Ces échantillons ont été envoyés au laboratoire de l'université de Dschang pour la suite des analyses physiques et chimiques.

5.2.2. Résultats

Toutes les espèces d'intérêt majeur pour la conservation sur le site ont été retrouvées. Il s'agit de:

- *Ledermanniella sanagaensis* (Podostemaceae), CR ;
- *Ledermanniella thalloidea* (Podostemaceae), EN ;
- *Marsdenia abyssinica* (Asclepiadaceae), CR (national).

Il faut noter que ces trois espèces ne représentent ni la liste exhaustive des plantes aquatiques présentes sur le site, ni même celle des *Podostemaceae*, mais ce sont celles qui sont retenues en raison de leur caractère endémique ou état de conservation.

Un total de 47 points de données de présence a été relevé au cours de la mission. *L. sanagaensis* est la *Podostemaceae* dominante et a une distribution de part et d'autre du futur barrage. *L. thalloidea* n'a pas été détectée avant la campagne 5, mais sa distribution et représentativité (surface recouverte) seraient similaires à celles de *L. sanagaensis*.

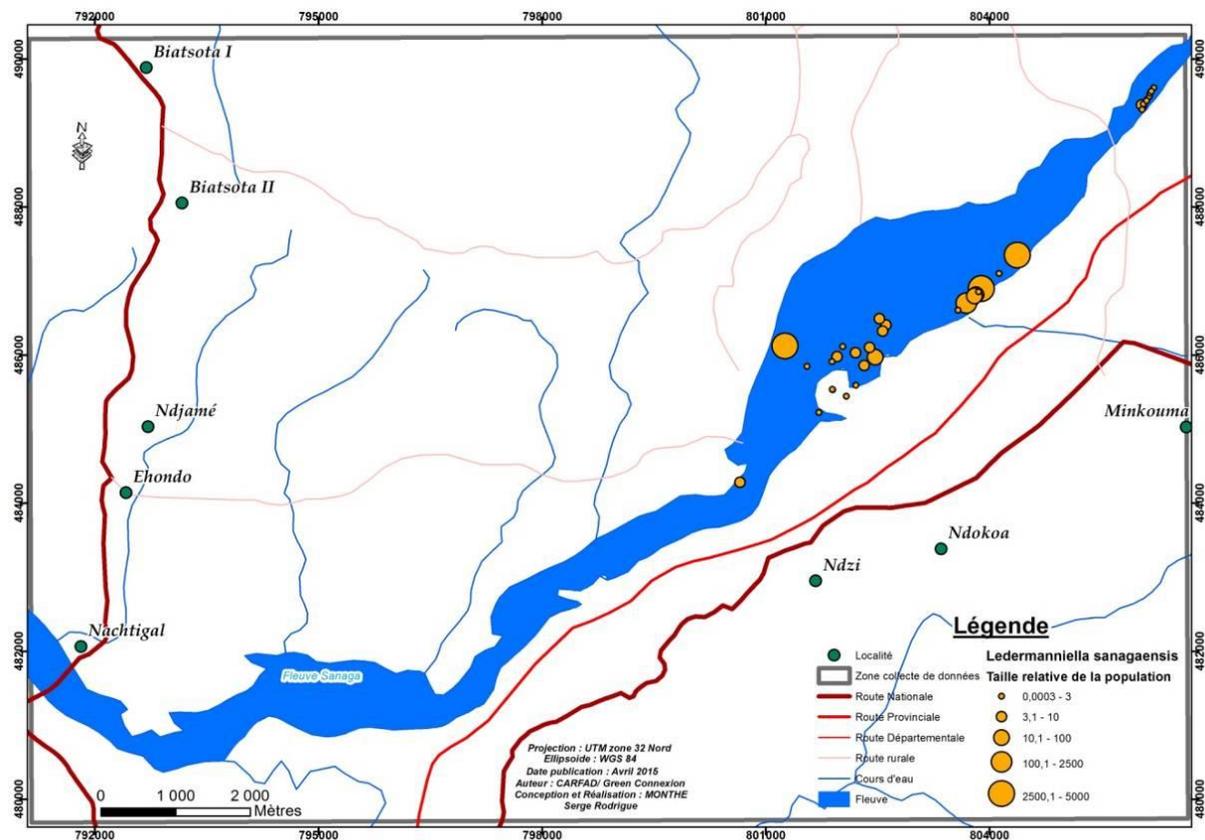


Fig. 11. Distribution de *L. sanagaensis* relevée lors de la première campagne. Les cercles sont proportionnels à la taille de populations recensées.

Sur une surface de 60 cm², le nombre d'individus de *Ledermanniella sanagaensis* varie entre 100 et 150. Aussi, là où elle est présente, la densité de cette espèce varie entre 16 000 et 25 000 individus au mètre carré. Une fois découverte, *Ledermanniella thalloidea* a montré une densité similaire. La taille des individus des espèces ci-dessus varie entre 0,4 et 0,5 cm de long.

Ledermanniella sanagaensis et *L. thalloidea* une fois en maturité, portent de nombreux boutons floraux (entre 80 et 450 pour une surface de 60 cm²). Jusqu'au 19 juin, jour de la dernière mission de terrain, les rochers sur le site ne sont toujours pas entièrement recouverts par l'eau sur les stations 1 et 2.

La roche hôte des *Podostemaceae* en général dans le site est le gneiss et leur taille dépasse rarement 5 m². Lors des périodes d'observation (faibles débits), la hauteur de l'eau mesurée dans des endroits occupés par *Ledermanniella* variait entre 6 et 51 cm et la vitesse variait entre 0.13 et 2 m/s.

La qualité de l'eau était généralement bonne à toutes les stations. Ce sont des eaux douces de salinité très faible ou nulle, dont le pH est quasi neutre. La conductivité est très faible.

5.2.3. Discussion

Ledermanniella sanagaensis est l'hydrophyte la mieux représentée sur le site, suivie de *Ledermanniella thalloidea*. A l'état actuelle des connaissances, leur distribution ne s'étend pas vers l'aval jusqu'au bac de Nachtigal. En 2015, la plus grande population de ces deux espèces se retrouve dans la surface couverte par le futur réservoir du barrage. *Marsdenia abyssinica* quant à lui se retrouve ancré ça et là dans les anfractuosités des rochers sur toute la longueur de la zone du barrage.

Ledermanniella sanagaensis et *L. thalloidea* sont des plantes de petite taille. Ici, elles poussent fixées sur le gneiss ou du bois mort couché en travers du courant. Elles vivent en populations serrées de plusieurs milliers d'individus au mètre carré. La distance par rapport au bord du cours d'eau n'influence pas leur distribution mais elles poussent toujours dans des eaux rapides. Elles préfèrent la surface du rocher proche du fond du cours d'eau. En maturité, elles développent de nombreux boutons floraux. Quand le niveau de l'eau baisse, ce qui les rapproche de la surface ou les expose carrément, elles peuvent ouvrir beaucoup de fleurs par jour, et chaque fleur épanouie peut durer en moyenne un jour. Les résultats montrent qu'avant flétrissement, la floraison des *Ledermanniella* est active pendant les premières phases de décrue. Plusieurs fleurs s'ouvrent au cours de la même journée et les fleurs ouvertes durent en moyenne 01 jour. Il est à noter que la période d'étude a été particulièrement sèche (le débit moyen observé en juin 2015 était 50% du moyen mensuel interannuel), ce qui a perturbé les observations de ré-immersion des *Ledermanniella*.

5.2.4. Recommandation d'actions de gestion des *Ledermanniella*

Il convient de préciser en préalable que l'exploitation de la retenue de Lom Pangar dès la saison sèche 2016, avec l'augmentation associée des débits de saison sèche, pourrait significativement impacter les possibilités de floraison des *Ledermanniella*. Seules 2 stations de *L. sanagaensis* ont pu être trouvées en 2016 suite au réhaussement des débits d'étiage avec Lom Pangar. Aucune station n'a pu être observée en 2017.

- Affiner la carte de distribution des espèces cibles. Recensement et recherche des espèces cibles dans les affluents proches de la Sanaga (distribution connue de *L. sanagaensis* et *L. thalloidea*). Cette recherche devrait s'étaler sur un minimum d'un an sur les sites sélectionnés, afin de couvrir le cycle annuel de chaque espèce. *L. sanagaensis* a ainsi pu être observé sur le Mbam.
- Conservation in-situ. Elle consistera à conserver les espèces sur place. Techniquement, cela consisterait à pouvoir maintenir ou reproduire sur place, les conditions écologiques actuelles d'une façon ou d'une autre.
- Translocation. C'est la mesure d'ultime recours. Le succès d'aucune opération de déplacement de la biodiversité n'étant garanti, il est important de maximiser les chances de succès avant toute initiative de ce genre. Pour cela, Il est important d'entreprendre de nombreuses études préalables des conditions physico-chimiques du milieu d'accueil ainsi que des modes de pollinisation et de dissémination des espèces concernées. Les études comparées des caractéristiques physico-chimiques de la Sanaga et des cours d'eau environnants sont en cours et leurs résultats sont attendus. Plusieurs méthodes de translocation devront également être testées : la cueillette des graines, la collecte des individus portants des fruits murs, la translocation des pierres taillées où sont ancrés des individus.

Toutes ces mesures impliquent un suivi régulier des populations (in-situ et transplantées).

5.3. ETUDE DE L'ÉTAT INITIAL DES PEUPELEMENTS PISCICOLES

5.3.1. Objet et objectif

Une étude a été menée en 2014, dirigée par Dr. Bitja-Nyom, ichtyologue et chercheur à l'Université de Ngaoundéré (Cameroun) pour améliorer les connaissances (quantitatives et qualitatives) des peuplements piscicoles de la Sanaga dans la zone du Projet Hydroélectrique de Nachtigal Amont et ainsi consolider l'état initial. Lors de l'EIES de 2011 et de 2006, les inventaires des poissons avaient été réalisés sur la base d'une étude socio-économique de la pêche ayant permis de recenser sur le terrain 25 espèces capturées par les pêcheurs. Dans son PGES, l'EIES de 2011 indiquait en mesure préalable à la réalisation du projet un approfondissement des inventaires ichtyologiques.

L'étude a eu plusieurs objectifs :

- Etablir une liste d'espèces piscicoles présentes dans la zone du projet (amont et aval du futur axe de barrage) ;
- Déterminer la dynamique saisonnière de la présence et abondance des espèces et de déceler des migrations éventuelles (longitudinales ou latérales) ;
- Préciser les caractéristiques biologiques, écologiques et statut de conservation des espèces présentes ;
- Localiser des frayères potentielles des espèces présentes ;
- Se prononcer sur le besoin (et valeur si possible) de débit réservé pour les espèces piscicoles et d'une passe à poissons.

5.3.2. Moyens et méthode

Pour répondre à ces objectifs, plusieurs méthodes ont été mises en œuvre sur une période de 10 mois (de janvier à fin octobre 2014) :

- 21 stations ont été pêchées, dont 12 sur la Sanaga et 9 sur des affluents avec des pêches mensuelles semi-quantitatives (pêche par filet à maille variable) aux 12 stations sur l'axe principal de la Sanaga et des pêches ponctuelles pour certains affluents ;
- Etude bibliographique sur la distribution des espèces piscicoles dans la moyenne Sanaga (analyse données des muséums, bibliographies, etc.) ;
- Etude bibliographique et terrain pour définir quelques caractéristiques biologiques et écologiques ; cette analyse bibliographique a été complétée par des mesures de terrain quand cela était possible ;
- Recensement et caractérisation de l'habitat des frayères avérées de certaines espèces dans la zone du Projet.

5.3.3. Résultats

Biodiversité piscicole

L'inventaire piscicole a révélé que 65 espèces, appartenant à 16 familles, étaient présentes, dont 9 restent indéterminées ou nouvelles pour la science et 24 espèces endémiques de la Sanaga. Cependant, l'étude bibliographique montre que 21 espèces supplémentaires ont été signalées dans la zone du projet, bien qu'elles n'aient pas été inventoriées par les pêches. En combinant les deux sources d'information, il y a jusqu'à 86 espèces (représentant 18 familles) signalées dans la zone du Projet.

Par ordre décroissant, la richesse spécifique (nombre d'espèces) par famille recensée est la suivante : *Cyprinidae* (17), *Mormyridae* (14), *Clariidae* (6), *Alestidae* (5), *Claroteidae* (5), *Cichlidae* (4), *Mochokidae*

(3), *Schilbeidae* (2) et *Mastacembelidae* (2). Les 7 autres familles (*Amphiliidae*, *Arapaimidae*, *Bagridae*, *Channidae*, *Distichodontidae*, *Hepsetidae* et *Latidae*) n'enregistrent respectivement qu'une seule espèce.

Abondance et occurrences des espèces

Au total, 10 167 individus (toutes espèces confondues) ont été échantillonnés, représentant une biomasse totale fraîche de 610 kg, obtenu sur l'étendue de l'aire d'échantillonnage entre janvier et octobre.

L'analyse des quantités de poissons capturées par sortie de pêche (CPUE) a montré que de manière générale, de janvier à octobre, la pêche perd progressivement en quantité et en qualité (i.e. la saison sèche est la saison la plus productive en termes de CPUE). L'effort de pêche est plus rentable dans le fleuve entre janvier et février, il se maintient à un niveau intermédiaire entre mars et juin puis devient moins soutenu entre juillet et octobre, moment où le niveau des crues de la Sanaga atteint son maximum ; cette rentabilité de l'effort de pêche évolue plutôt en sens inverse dans les affluents, devenant maximale en période de hautes eaux vers octobre. Ce résultat suggère qu'il y a des mouvements des peuplements de la Sanaga vers les affluents lors des hautes eaux.

Richesse spécifique des différentes stations

Toutes les stations fluviales (sauf à Njoré gauche et Mbandjock qui a des eaux dégradées) présentent des richesses spécifiques (26 à 40 espèces par station) supérieures à celles des stations affluentes (11 à 23 espèces par station).

Habitats des espèces piscicoles

Les différents habitats de repos, d'alimentation et de frayères de poissons dans la Sanaga et ses affluents autour du site ont été caractérisés pour leur température, pH, conductivité, matières en suspension, solides dissouts totaux et oxygène dissous ; leurs faciès ont été approchés grâce à une évaluation des vitesses du courant, de la profondeur et du profil des différentes stations.

Les captures des espèces par faciès ont été mises en relation avec l'analyse bibliographique des caractéristiques écologiques des espèces. Les résultats montrent que :

- La répartition des espèces entre les faciès d'eaux vives et/ou rapides et celles habitant des eaux relativement calmes est presque équivalent (46,3 et 53,7 % des espèces, respectivement) ;
- 41,4 % des espèces sont plutôt benthiques alors que 58,6% des espèces sont plutôt pélagiques (bien qu'elles exploitent occasionnellement le fond) ;
- La majorité des espèces (64,1 %) fraient essentiellement en saison de crues, près du tiers (28,2 %) fraient toute l'année (plusieurs pontes) et seulement 7,7 % semblent préférer la saison sèche pour pondre leurs œufs.

Statut de conservation des espèces

En termes de statut de conservation des espèces, la plupart des espèces sont classées dans la catégorie « préoccupation mineure » (LC) de l'UICN. Quatre espèces sont actuellement classées comme étant vulnérable, quasi-menacée ou en danger d'extinction (cf. Tableau 3). Un focus sur ces quatre espèces est présenté ci-après.

Tabl. 3 - Espèces de poissons recensées et statut de conservation (d'après UICN)

Espèce (famille) ; statut UICN	Occurrence : Nb stations (%)	Abondance total (Nb individus)	Statut d'occurrence et zonation dans l'aire d'étude	Répartition connue (littérature)
<i>Chrysichthys longidorsalis</i> (Claroteidae) ; VU	10 (48%)	75	Assez fréquent ; Exclusivement présente dans le fleuve et absente des affluents, sympatrique	Endémique de la Sanaga

			avec d'autres espèces de <i>Chrysichthys</i>	
<i>Labeobarbus mbami</i> (Cyprinidae) ; EN	7 (33%)	13	Accessoire ; Connue principalement des stations fluviales non polluées en aval de Mbandjock, de part et d'autre de l'axe du futur barrage; retrouvée aussi dans la station-affluente Nia. La zone du projet constitue la limite naturelle de dispersion fluviale.	Mbam. Limite de dispersion située autour des chutes de Nachtigal.
<i>Sanagia velifera</i> (Cyprinidae) ; NT	8 (38%)	45	Accessoire ; Présente dans la majorité des stations fluviales échantillonnées de Nachtigal à Mbandjock, absente des affluents.	Bassins de la Sanaga et du Nyong au Cameroun.
<i>Marcusenius sanagaensis</i> (Mormyridae) : VU	7 (33%)	25	Accessoire ; Stations fluviales et affluents dégradés ou non.	Endémique Sanaga (Nanga-Eboko, Nachtigal, Mbam et ses tributaires).

5.3.4. Impact du projet sur les peuplements piscicoles

Le Projet entrainera quelques modifications environnementales dans la retenue et dans le tronçon court-circuité susceptibles de modifier localement les peuplements piscicoles. En revanche, contrairement aux grands barrages d'Afrique, les caractéristiques particulières du futur réservoir (faible surface : 4,2 km², faible profondeur : 11 m au maximum au droit du barrage, avec un temps de résidence de l'eau très court : environ 12 h et un risque d'anoxie au fond très faible) le classent dans la catégorie des barrages qui ont un impact minime sur les peuplements de poissons.

L'analyse de la conservation a montré que la plupart des espèces devraient être classées dans la catégorie préoccupation mineure (LC) de l'IUCN et celles qui sont déjà classées comme en danger ne sont pas menacées d'extinction par le PHNA.

Les principaux changements prévisibles dans le futur réservoir concerneront entre autres la diminution de la vitesse du courant d'eau qui deviendra relativement plus calme favorisant les espèces lentophiles, l'augmentation de la profondeur qui favorisera certaines espèces benthiques mais surtout celles benthopélagiques capables de s'alimenter en surface et en profondeur, le déplacement en zones marginales des aires de frai des espèces pondant sur substrat ouvert en eau peu profonde comme *Tilapia* et *Hemichromis*, la disparition ou l'envasement des frayères pour les espèces rhéophiles comme *Labeo spp* qui ne se maintiendront essentiellement qu'en périphérie.

5.3.5. Passe à poisson

Le rapport conclut que l'aménagement d'une passe à poissons multi-espèces (ou d'une autre structure équivalente) à Nachtigal n'est pas justifiée par les données écologiques actuellement disponibles.

En effet, de nombreux arguments ne confirment pas l'intérêt d'un tel dispositif :

- L'existence des mêmes espèces et des mêmes biotopes en amont comme en aval du Projet ;
- la similarité des habitats entre l'amont et l'aval ;
- la présence de nombreux affluents de part et d'autre du barrage,
- les données historiques montrant l'absence de migrations longitudinales importantes,
- les résultats montrant l'importance des migrations latérales ;
- le seuil débordant à la saison des hautes eaux permet une continuité écologique à cette saison
- les chutes importantes de la Sanaga sont déjà des obstacles infranchissables pour beaucoup d'espèce

Des opérations de piégeage transport seront mises en œuvre afin de permettre un brassage génétique des populations piscicoles.

5.3.6. Débit réservé

La livraison d'un débit réservé au pied du barrage permettra sans doute de maintenir une activité piscicole en rive gauche du tronçon court-circuité (TCC). Cette rive du TCC devrait offrir des conditions favorables au développement de la majorité des espèces connues comme *Tilapia*, *Hemichromis*, *Sarotherodon*, *Lates*, *Heterobranchus*, *Schilbe*, *Synodontis*, etc.

La rive gauche a une richesse spécifique (et une CPUE élevée), contrairement à la rive droite qui, bien que caractérisée par une forte activité photosynthétique, prend l'allure d'une vaste zone d'inondation peu profonde et où le plus faible rendement de pêche est observé. Ces résultats confirment l'intérêt de concentrer le débit réservé sur la rive gauche.

La valeur de ce débit ne peut être déterminée sur la base des connaissances piscicoles à ce jour. Néanmoins, il est indispensable de mettre en place un suivi piscicole pour valider la valeur qui sera retenue.

5.4. LE DÉBIT RÉSERVÉ

Cette note a été rédigée pour aider à la détermination d'un débit réservé approprié pour le Projet.

5.4.1. Méthodologie

Les débits environnementaux peuvent être décrits comme « la qualité, la quantité et le régime des débits nécessaires pour maintenir les composantes, les fonctions, les processus et la résilience des écosystèmes aquatiques qui fournissent des biens et services pour les personnes ».

Le débit environnemental est un concept de gestion. Pour le déterminer, les scientifiques s'appuient généralement sur quatre types de méthodes :

- La méthode hydrologique basée sur les chroniques historiques de débits. Avec cette méthode, le débit environnemental (ou le cas échéant le débit réservé) est déterminé en appliquant une règle par rapport au module ou par rapport aux débits caractéristiques d'étiage (par exemple 1/20ème du module interannuel).
- La méthode hydraulique est basée sur la relation entre les paramètres hydrauliques, et la morphologie du cours d'eau et la valeur de débit minimum (i.e. la surface mouillée). Ces méthodes s'appliquent facilement dans des morphologies à chenal unique peu ou pas modifiées mais elles sont peu pertinentes dans le cas de cours d'eau fortement modifiés ou à chenaux multiples.
- La méthode des micro-habitats s'appuie sur la relation entre les organismes aquatiques et les conditions hydrauliques. Elle couple un modèle hydraulique du tronçon à la connaissance des exigences écologiques des organismes pour leur habitat physique (vitesse, hauteur d'eau, et nature du fond) afin d'estimer des surfaces d'habitats à différents débits. Cette méthode demande des connaissances poussées sur les différents stades de développement des espèces cibles. Elle nécessite également un modèle hydraulique qui ne fonctionne pas aujourd'hui en système torrentiel, chutes et cascades et dans le cas de chenaux multiples.
- La méthode dite 'holistique' regroupe toutes les autres méthodes plus les aspects sociétaux, combinant leurs avantages, mais aussi leurs inconvénients. Elle nécessite d'aboutir à un consensus entre les différents usages, exigences industrielles et environnementales. L'intérêt est limité s'il n'existe pas de données sur l'écologie des espèces. C'est une méthode conceptuelle peu appliquée à ce jour.

5.4.2. Résultats

5.4.2.1. CIBLES DU DEBIT RESERVE

Outre les aspects biodiversité, il a également été considéré les usages existants du tronçon court-circuité, à savoir (i) la pêche, (ii) la recherche de plantes à usage médical, commercial ou alimentaire, et (iii) l'utilisation d'eau de boisson ou de toilette. Partant du principe que ces usages sont (i) actuellement très limités, (ii) ne seront plus possibles après la réalisation du projet vu la présence du canal d'aménagé, et que (iii) les contraintes de sécurité vont aboutir à interdire l'accès de cette zone, les usages de l'eau ne sont pas des critères à considérer pour l'estimation des débits réservés.

Pour la biodiversité, les points suivant ont été considérés :

- Les habitats présents sur le site sont principalement naturels, les zones cultivées pouvant être classées en modifiées.
- Un seul habitat critique a été répertorié lors des inventaires au sens du (ii) (§ 16. PS62) : le site de Nachtigal représente des « aires d'une grande importance pour les espèces endémiques et/ou distribution limitée » pour *Ledermaniella sanagensis*, plante aquatique endémiques des rochers du site.
- Comme démontré par les experts ayant menés les inventaires, le site ne correspond ni aux critères du (i) (§ 16. PS6) pour les espèces en danger critique d'extinction CR et/ou en danger d'extinction présents EN, ni aux critères du (ii) habitats critiques pour d'autres espèces endémiques :
 - L'étude sur la biodiversité piscicole, réalisée par le Dr. Bita-Nyom conclut ainsi sur les espèces endémiques ou EN répertoriées :
 - Labeobarbus mbami EN : la survie en aval du site du projet n'est pas conditionnée ni par un débit réservé dans le futur tronçon court-circuité qui est actuellement déjà très peu fréquenté par cette espèce ni par une passe à poissons,
 - Chrysichthys longidorsalis VU endémique de la Sanaga : Exclusivement présente dans le fleuve et absente des affluents, elle proliférera certainement dans la future retenue comme c'est déjà le cas dans le réservoir du barrage de la Mapé au sein du système affluent Mbam/Noun.
 - Marcusenius sanagaensis (VU) : espèce ubiquiste, capable de vivre même dans des milieux relativement dégradés comme la Mekono et la Mengolo. Elle est présente en aval éloignée à NDJATA, dans le futur tronçon court-circuité et en amont éloigné (de Njoré à Mbandjock) de l'axe du futur barrage. De plus, sa présence a été signalée dans les rivières Mbam et Noun loin de notre zone d'étude.
 - La valeur de ce débit ne peut être déterminée sur la base des connaissances piscicoles à ce jour ;
 - Les résultats montrent l'intérêt de concentrer le débit réservé sur la rive gauche.
 - Le rapport sur la flore conclut : « Vu les très faibles densités d'espèces rares ou endémiques, la mise en œuvre du projet n'entraînera aucun dégât irréparable. Elle causera des impacts mineurs, qui peuvent être considérablement atténués ou réparés par la mise en œuvre des recommandations proposées. »

² « Les habitats critiques sont des aires ayant une valeur élevée en biodiversité, notamment (i) les habitats d'une importance cruciale pour les espèces en danger critique d'extinction et/ou en danger d'extinction ; (ii) les aires d'une grande importance pour les espèces endémiques et/ou distribution limitée ; (iii) les aires d'une grande importance abritant des concentrations internationales importantes d'espèces migratoires et/ou d'espèces uniques ; (iv) les écosystèmes gravement menacés et/ou uniques ; et (v) les aires qui sont associées à des processus évolutifs clés. »

En conclusion, il est préférable de viser *Ledermanniella spp.* comme espèce pouvant être dite cible pour la restitution du débit réservé. Dans tous les cas les espèces piscicoles profiteront du débit sans remettre en question la diversité biologique du secteur.

Les connaissances de l'écologie de l'espèce cible sont faibles. Ces espèces de Podostomacées sont inféodées aux eaux courantes peu profondes, et en particulier, des chutes. L'efflorescence de ces plantes annuelles a lieu à l'étiage quand la fleur est émergée. Elle a donc besoin d'une baisse de débit pour accomplir son cycle de reproduction.

L'étude de la floraison réalisée en 2015 a permis d'identifier que les densités de *L. sanagaensis* varient de 16 000 à 25 000 individus par m² et les plantes semblent préférer s'accrocher aux rochers du type gneiss proches du fond du fleuve. Lors des périodes d'observation (faibles débits), la hauteur de l'eau mesurée dans des endroits occupés par *Ledermanniella* variait entre 6 et 51 cm et la vitesse variait entre 0.13 et 2 m/s.

Ces caractéristiques de l'habitat de *Ledermanniella* ont été prises en compte dans les choix du mode d'insertion et de valeurs du débit biologique.

5.4.2.2. HYDROLOGIE

Le débit moyen journalier minimum historique de la série a été enregistré en Avril 1989 (15 m³/s). Le module interannuel a été calculé à 946 m³/s. Les valeurs des débits d'étiage pour une période de retour de 10 ans se situent toutes autour de 20 m³/s. Le QMNA10 est à 35 m³/s. Il est à noter que les valeurs de QMNA actuelles sont largement supérieures actuellement en raison des lâchers d'eau depuis Mbakaou réalisés depuis 1989 (QMNA5 est à 246 m³/s).

Les valeurs repères couramment utilisées donneraient une fourchette assez large du débit réservé (de 7 m³/s pour 30% du QCN7 (10ans) à 47 m³/s pour le 1/20ème du module), le centre de la fourchette se situant au niveau de 27 m³/s soit proche du 1/40ème du module.

5.4.2.3. MORPHOLOGIE

D'un point de vue physique, le lit ordinaire de la Sanaga a une largeur de l'ordre de 250 à 500 m. Il passe à près de 1700 m de large sur la zone du projet en se divisant en de nombreux chenaux séparés par des îlots rocheux. Il inclut plusieurs îles. Ces îles divisent le fleuve en quatre bras principaux : le grand bras en rive gauche; le petit bras central, le grand bras en rive droite et le petit bras en rive droite. Les écoulements sont multidirectionnels en hautes eaux en lien avec les nombreuses défluences et seuils naturels. Le grand bras rive gauche est actuellement le chenal préférentiel en basses eaux.

5.4.3. Recommandations

Eu égard aux bonnes pratiques internationales et aux standards, à l'acceptabilité et à la présence d'une espèce protégée CR (*L. sanagaensis*), il est recommandé de relâcher un débit réservé dans le tronçon court-circuité.

Toutefois, dans ce contexte de faible connaissance sur l'écologie de cette espèce cible, nous ne sommes pas en mesure d'appliquer les méthodes holistiques ou micro-habitat. Seules les méthodes statistiques liées aux caractéristiques hydrologiques peuvent donc s'appliquer.

Le lit mouillé de la Sanaga dans la zone du TCC est environ 1700 m de large et forme 4 bras. Le débit minimum actuel d'étiage mensuel est d'environ 200 m³/s (sans Lom Pangar, mais avec les lâchers depuis Mbakaou). Sans lâcher depuis Mbakaou, les débits moyens journaliers entre 1973 et 2012 atteignent régulièrement 80 m³/s avec un minimum historique à 15 m³/s.

L'analyse des débits caractéristiques d'étiage (de l'ordre de 25 m³/s pour les VCN10,10 et QCN10,10, 35 m³/s pour le QMNA5,10, 47 m³/s pour le 1/20ème du module) et le fait que ce débit sera concentré sur une petite demi largeur de rivière (en rive gauche), conduit à proposer que 25 m³/s (légèrement supérieur

au 40^{ième} du module) soit la valeur minimale pour le débit réservé. La valeur de débit réservé pourrait donc se situer entre 25 et 47 m³/s.

Au niveau de connaissance actuelle, il est ainsi proposé (i) de canaliser le débit prioritairement vers le grand bras gauche de la Sanaga où la *Ledermaniella sanagensis* a été identifiée, (ii) de retenir 25 m³/s comme seuil minimum pour le débit réservé et (iii) de l'adapter (dans la limite de la fourchette prédéfinie) si la concentration du débit réservé rive gauche s'avérait insuffisante à la survie de la plante.

Il est aussi proposé que des études et des observations complémentaires soient poursuivies avec un protocole scientifique rigoureux afin d'améliorer la connaissance sur l'écologie de cette plante et identifier les éventuelles adaptations ou modulations nécessaires.

5.5. ETUDE DE L'INTÉRÊT D'UN RETRAIT DE LA VÉGÉTATION AÉRIENNE DANS L'EMPRISE DU RÉSERVOIR DE NACHTIGAL

5.5.1. Objectif

La présente note a pour objectif d'identifier les avantages et inconvénients d'un retrait total ou partiel de la végétation aérienne sur le site de Nachtigal, en se focalisant principalement sous l'angle de la qualité de l'eau et les gaz à effets de serre (GES) et à un degré moindre sur certains aspects sociétaux.

5.5.2. Résultats

Le volume du réservoir sera de 27,8 Mm³. Le temps de séjour des eaux dans le réservoir est faible : environ 12 h et la profondeur maximale sera 11 m au niveau du barrage. La zone ennoyée par le réservoir est faible : 220 ha (dont 112 ha de forêt en rive droite et îlots, 108 ha de savane arbustive en rive gauche). La forêt est très secondarisée avec des cultures de cacaoyer en sous-bois ; ce sont des habitats déjà fortement modifiés avec très peu de bois nobles.

La qualité de l'eau de la Sanaga est généralement bonne malgré l'influence des rejets d'une sucrerie et d'une distillerie en amont du futur réservoir (Mbandjock) puisqu'il y a une forte dilution due aux débits faibles des cours d'eau drainant ces rejets (~1 à 2 m³/s) par rapport au débit d'étiage de la Sanaga (200 à 650 m³/s sans et avec Lom Pangar, respectivement). Les concentrations en oxygène dissous sont bonnes (entre 5 et 8 mg/l) et les eaux sont très faiblement minéralisées. Les teneurs en DCO et DBO₅ peuvent être fortes, (jusqu'à 36 et 18 mg/l respectivement), résultant des apports de matière organique ; ces concentrations sont variables dans le temps. Les teneurs en nitrates sont faibles mais les teneurs en phosphates peuvent être importantes (pouvant être > 0,5 mg/l).

La future qualité de l'eau au droit du projet sera conditionnée par les lâchers du réservoir de Lom Pangar. Les déficits les plus importants en oxygène dus en grande partie à la décomposition de la matière organique noyée dans le réservoir de Lom Pangar généralement observés les premières années seront passés à la date de mise en eau du barrage de Nachtigal en 2020. En aval de l'aménagement de Lom Pangar, il est probable que celle-ci reste dégradée par rapport à la situation actuelle et que les teneurs en nutriments et matière organique augmentent. Malgré tout, les eaux devraient se réoxygéner à la faveur des rapides présents sur le cours de la Sanaga et se rééquilibrer avec les concentrations atmosphériques et la matière organique apportée sera dégradée ou utilisée le long de son parcours jusqu'à Nachtigal (soit plus de 250 km). Il est donc fort probable que les concentrations en oxygène resteront identiques à celle observées aujourd'hui.

En région tropicale, l'enlèvement de la biomasse paraît être la solution pour résoudre le problème de l'altération de la qualité de l'eau consécutive à la création d'un réservoir. Il a été, en effet, observé que la qualité de l'eau est tributaire du type et de la quantité de végétation submergée. Toutefois, les enseignements de la mise en eau de Nam Leuk au Laos et de Petit Saut en Guyane française montrent que la déforestation totale n'est pas suffisante pour améliorer la qualité de l'eau puisqu'une grande partie de la biomasse se trouve dans les sols. Les retours d'expérience en milieu tropical indiquent que la seule

solution efficace pour éviter l'altération de la qualité de l'eau serait d'enlever toute la végétation mais aussi de décaper le sol.

A Nachtigal, la modélisation des impacts de la mise en eau sur la qualité de l'eau montre que les conséquences de la dégradation de la végétation aérienne dans le réservoir entraineront une baisse faible et très temporaire de l'oxygénation de l'eau dans le réservoir de Nachtigal, ce qui ne justifie pas de conditionner le scénario de gestion du déboisement sur ce critère. En effet, le premier jour de la mise en eau, la consommation en oxygène due à la décomposition de la biomasse aérienne pendant 12h représente un peu moins de 14% de la quantité initiale (soit < 1 mg/l). Ce chiffre chute très rapidement pour atteindre environ 10% au bout d'un mois, 5% au bout de 4.5 mois et moins de 3% (soit environ 0.18 mg/l) au bout d'un an. Ces diminutions de taux d'oxygène sont comprises dans la gamme de variabilité naturelle constaté sur le site (i.e. 5 à 8 mg/l).

En termes d'émissions de gaz à effet de serre par le réservoir, on peut comparer deux scénarios avec ou sans retrait de la végétation aérienne (qui représente 38 600 tC noyé). Le gain d'un retrait de la végétation aérienne en terme de CO₂eq est **76 853 tCO₂eq** (= ce qui serait émis du réservoir sans action de retrait de la végétation). En revanche, si le bois extrait est brûlé alors le gain est négatif : les émissions de GES s'élèveraient à environ **94 100 tCO₂eq**. Par rapport au flux de biomasse (et/ou carbone) entrant dans le réservoir à l'échelle annuelle (estimée à environ **150 000 tC/an**) et leur dégradation dans le réservoir, les effets de la dégradation de la matière organique **noyée** sur la qualité de l'eau (consommation d'O₂ ou concentration en éléments dissous) et la production de gaz à effet de serre seront négligeables.

En prenant en considération les impacts sur la biodiversité aquatique, on peut considérer que la diversité et productivité piscicole en forêt inondée sont supérieures à celles du milieu en pleine eau, qui correspond à l'ancien cours d'eau du fleuve et où moins de bois sont présents puisque la forêt inondée regroupe la totalité des guildes trophiques. De plus, la forêt inondée crée des habitats favorables aux invertébrés, zooplancton et plancton et crée des caches pour les poissons.

La mise en eau d'un réservoir induit une perte d'une partie de la biodiversité terrestre, notamment de la microfaune ayant des vitesses de déplacement relativement faibles. La macrofaune terrestre est généralement capable de fuir la zone noyée à condition qu'elle ne se retrouve pas piégée et qu'elle trouve à proximité des habitats comparables. Le remplissage lent du réservoir sans déforestation permettra à la majorité des individus de la faune de s'enfuir, sans pour autant garantir une mortalité nulle. La déforestation provoque souvent une mortalité directe d'une partie de la faune. A contrario, les bois en place dans le réservoir une fois morts peuvent servir d'habitat à une partie de l'avifaune.

En conclusion, les aspects qualité de l'eau et GES ne justifient pas à Nachtigal le déboisement de la future retenue. D'autres aspects (pêche, navigation, paysage) pourraient nécessiter un déboisement partiel en vue d'une utilisation de certaines portions du réservoir par les populations locales. Cette déforestation partielle permettrait de faciliter les mesures mises en œuvre pour la valorisation du réservoir (pêche, navigation,...).

5.5.3. Recommandations

Quatre scénarios ont été considérés pour la gestion de la végétation : (i) défrichage total avec brûlage, (ii) défrichage total sans brûlage, (iii) défrichage partiel (de la forêt rive droite par exemple) ou (iv) aucune action. Il y également d'autres scénarios intermédiaires (défrichage des corridors d'accès sur les deux rives, ...) qui n'ont pas été évalués puisque l'objectif était de montrer dans les grandes lignes les avantages et inconvénients des principales orientations. Une analyse multicritère (AMC) a été menée pour fournir un outil d'aide à la décision, sur la base de 11 critères.

L'AMC permet de montrer que le retrait total (avec ou sans brûlage) est un choix défavorable avec peu d'intérêt pour le Projet. En revanche, la différence entre les scénarios d'un retrait partiel et le maintien de la végétation est faible. Le choix entre ces deux scénarios pourrait donc être motivé par d'autres considérations (aspects sociétaux, accès au réservoir, souhait des parties-prenantes, etc.). Un retrait partiel de la végétation faciliterait l'accès au réservoir pour la pratique de la pêche et aurait un impact plus

faible sur les aspects paysagers. En revanche, la productivité de la pêche semble relativement limitée compte-tenu du stock piscicole exploitable (estimé à 18 pêcheurs selon l'EIES de 2011).

Du point de vue environnemental, un déboisement, même partiel, ne se justifie pas pour ce Projet. En revanche, en prenant en considération les aspects sociétaux, des solutions intermédiaires pourraient être favorisées. Il est donc recommandé d'utiliser cette analyse pour engager des discussions avec les parties prenantes pour trouver le meilleur compromis.

6. ETUDES COMPLEMENTAIRES POUR MIEUX CONTROLER LES IMPACTS SUR LE MILIEU HUMAIN

6.1. ETUDE ET PLAN D'ACTION SANTÉ

L'objectif principal de ce plan d'action, réalisé par le Consultant CARFAD, est de proposer un ensemble de mesures d'évitement, atténuation et accompagnement en réponse aux impacts sanitaires du Projet. Il complète et précise le diagnostic et les mesures sanitaires identifiées dans l'étude d'impact de 2011.

Une analyse approfondie de la situation sanitaire de la zone du projet a été réalisée. La morbidité pour chaque district de santé de la zone du projet a notamment été établie. Tous les points d'eau et les latrines de la zone ont été recensés et analysés, y compris du point de vue des actions à entreprendre pour une remise en état de chacun d'entre eux. Tous les centres de santé et hôpitaux de la zone ont été listés et analysés : caractéristiques du plateau technique, besoins, manques par rapport au paquet d'activités minimum et complémentaire, état et besoins en personnel. Par ailleurs, une analyse des actions en matière de santé mises en place sur d'autres projets au Cameroun (Lom Pangar, alumineries d'Alucam) est proposée.

Il apparait que les principales maladies vectorielles dans la zone sont le paludisme, la schistosomiase (transmise par les mollusques), l'onchocercose (transmise par les simules, petits insectes se reproduisant dans les remous de la Sanaga) et diverses maladies plus généralement rencontrées (troubles gastriques, etc.). Le paludisme est la première cause de morbidité. De nombreuses autres maladies hydriques sont présentes, telles que la fièvre typhoïde ou l'amibiase. Les IST telles que le VIH/SIDA sont également une cause importante de morbidité dans la zone.

On observe une faible distribution de points d'eau potable fonctionnels et une quasi absence de dispositifs de traitement des déchets. Le manque de points d'eau potable de qualité, de latrines et d'hygiène sont des causes importantes de morbidité dans la zone. La prolifération des maladies parasitaires et autres épidémies est en partie liée à la qualité de l'eau potable. La couverture en formations sanitaires est relativement faible. Par ailleurs, sur les 22 formations sanitaires visitées, seules 2 disposaient d'un plateau technique suffisant. Le matériel est souvent vétuste. Les manques en matière de personnel sont également très importants, tant du point de vue du nombre que de la formation initiale et continue, cette dernière étant inexistante.

Les impacts du projet sur la santé restent modestes comparés à d'autres projets hydro-électriques. Ils seront pris en compte et évités ou atténués. Par ailleurs, des mesures d'accompagnement supplémentaires seront mises en place, de manière à obtenir un impact positif sur la santé dans la zone. Les principaux impacts identifiés sont les suivants :

- Pollutions par les eaux usées et les déchets ;
- Légère augmentation possible du paludisme due à la retenue et légère diminution possible de l'onchocercose due à la destruction de sites de reproduction de la simule ;
- Augmentation possible des épidémies et de la pression sur les formations sanitaires dues à la présence et à la concentration de travailleurs et autres personnes attirées par les opportunités du chantier ;
- Augmentation possible de la contamination aux IST et en particulier VIH/SIDA pour les mêmes raisons ;
- Augmentation possible des accidents ;
- Pertes d'accès aux ressources forestières non ligneuses, notamment les plantes médicinales.

Pour répondre à ces impacts, un plan d'action sanitaire est proposé. Les mesures liées aux impacts du projet seront extraites du plan et incluses dans le PGES. Les mesures de bonification, elles, figureront dans le plan de développement local. En ce qui concerne la partie santé, des spécifications sanitaires précises ont été incluses dans les dossiers d'appel d'offre des entreprises de travaux. Elles figureront dans leurs contrats avec une valeur obligatoire.

Les principales mesures préconisées sont les suivantes :

En ce qui concerne la construction des ouvrages :

- La mise en place d'équipements et d'équipes sanitaires adaptés sur les zones de chantier ;
- La mise en place d'actions de prévention, prophylaxie et communication/formations en matière de santé sur les zones de chantier, tant pour les IST que pour les autres maladies ou épidémies ainsi que pour l'hygiène ;
- Le développement d'un partenariat avec des institutions locales, telles que l'hôpital d'Obala pour le traitement des urgences ;
- La mise en place d'un suivi et traitement sanitaire du personnel.

En ce qui concerne l'appui aux structures et villages environnants :

- Des actions de renforcement et mise à niveau de formations sanitaires, points d'eau potable et d'assainissement dans la zone ;
- Des actions de développement des capacités du personnel dans les formations sanitaires ; des actions de sensibilisation et formation sanitaires aux villageois ;
- Des actions de prophylaxie/prévention dans les villages ;

6.2. ETUDE ET PLAN D'ACTION DES CAPACITÉS LOCALES ET DE LA MAIN D'ŒUVRE

L'étude des capacités locales et de la main d'œuvre a pour finalité de maximiser les retombées du Projet en matière de main d'œuvre et de mobilisation des entreprises locales pendant les phases de construction et d'exploitation. Elle s'insère dans une démarche volontaire de responsabilité sociale du Projet. Il s'agit de répondre aux fortes attentes des parties prenantes en matière d'emploi, de formation et d'opportunités d'affaires. L'étude a pour objectif d'une part, de proposer des mesures pour maximiser l'impact positif du chantier en mobilisant les personnes et entreprises locales dans la fourniture de biens et de services ; d'autre part, de proposer des mesures de bonification du Projet relatives au développement économique local, notamment en matière d'appui aux producteurs et de développement rural.

L'étude a été réalisée par le Consultant spécialisé CARFAD. Elle résume les opportunités et besoins du projet en matière de main d'œuvre et de fourniture de biens et services : environ 1500 travailleurs en pointe, dont plus de la moitié seront des manœuvres ; fourniture de produits alimentaires et de première nécessité ; besoins en fourniture de services (restauration, coiffure, confection, transport, entretien et réparation de motos et véhicules, etc.).

Puis elle propose un état des lieux détaillé des capacités et potentialités existantes dans les 23 villages de la zone du projet : administrations, collectivités et associations professionnelles ; grandes et petites entreprises ; institutions financières, structures de placement, centres de formation, organisations de producteurs, état de la main d'œuvre. On observe que la zone dispose de nombreuses structures et organisations économiques, et une main d'œuvre qualifiée et non qualifiée relativement abondante (par exemple, 708 techniciens et ouvrier qualifiés). En revanche, il existe un véritable déficit de matériel au niveau des centres de formation.

Sur la base de cet état des lieux des besoins du projet et des potentialités de la zone, un plan d'actions est proposé. Les actions qui seront mises en œuvre par le projet figureront dans le PGES. Elles pourront comprendre notamment :

- La mise en relation du restaurateur et de la supérette de la base vie avec les producteurs locaux sur des produits agricoles de base;
- La mise en place de partenariats pour le renforcement des centres de formation, la mise en œuvre de formations, le développement des capacités ;
- L'emploi local sur le chantier, l'organisation de visites et de stages pour les apprentis, etc. ;
- Des formations aux personnes affectées par le projet sur la gestion du montant de leurs indemnités, et aux travailleurs sur la bancarisation ;
- Des arrangements concernant la mise en place d'agences de transfert de fonds et l'échelonnement des paiements des travailleurs.

6.3. PLAN DE GESTION DES AFFLUX SOCIAUX

La construction de l'aménagement mobilisera environ 800 travailleurs en moyenne pendant près de 5 ans, et environ 1500 travailleurs en pointe. Il est possible que des personnes cherchent à s'installer aux abords des installations en quête de nouvelles opportunités. Ceci peut être à la source de conflits et problèmes sociaux si le phénomène n'est pas anticipé ni géré convenablement.

Le Plan de Gestion des Afflux Sociaux a précisément pour but d'éviter, minimiser et gérer ces risques.

Pour cela, il s'agit :

- D'identifier les sources et destinations potentiels d'afflux ainsi que les impacts y afférents ;
- De définir des mesures pour prévenir ou minimiser les afflux incontrôlés;
- De définir les modalités d'emploi et en particulier de décentralisation des centres de recrutement;
- De proposer des modalités pour établir une collaboration efficace et continue avec les autorités et les communautés locales concernées pour les aider à faire face aux migrations;
- D'identifier les pressions sur les infrastructures et les services locaux induits par les afflux sociaux, et proposer des solutions pour les mettre à niveau en conséquence;

Une étude bibliographique et une enquête de terrain ont été réalisées par le Consultant spécialisé Egis Cameroun. Elle met au jour certaines carences ou déficits des infrastructures d'éducation, d'eau potable et de structures d'hébergement proche de la zone de chantier. Elle identifie les parties prenantes clé pour la gestion des afflux sociaux, les tendances migratoires actuelles, la législation ainsi que le retour d'expériences comparables (oléoduc Tchad-Cameroun ; Lom Pangar). A Lom Pangar par exemple, un maximum d'environ 500 migrants a été comptabilisé, mais leur présence était également due à d'autres projets. Etant informés des modalités du recrutement, les chercheurs d'emploi sont assez rapidement repartis dans leur ville d'origine ou se sont fait enregistrer pour attendre d'éventuelles opportunités d'emploi. L'afflux observé à Batchenga et aux alentours pendant la phase de construction de l'oléoduc Tchad – Cameroun en 2001-2003 s'est établi à 17.8% par rapport à la population résidente : 604 migrants, ajoutés à 3389 habitants.

L'étude montre que la principale zone d'attrait des flux migratoires est comprise entre les villages de Batchenga et Minkouma, incluant les villages de Ndji, Ndokoa et Eman Batchenga. L'existence de voies de communications multiples et fonctionnelles facilite les flux migratoires. Les chefs-lieux de départements et d'arrondissements constituent également des lieux d'attrait des migrants opportunistes : Ntui, Mbandjock et Obala.

Trois scénarii de migration vers la Zone du Projet pendant la phase de chantier peuvent être considérés, conformément au guide de la SFI :

- **Scénario idéal** (risque faible de migration): effectifs chantier x 0.3, soit environ 450 personnes en pointe

Il suppose que toutes les mesures proposées de prévention et de gestion d'afflux soient mises efficacement en œuvre, et qu'elles soient étroitement suivies / respectées par les Entreprises sous-traitantes du Projet et par la population.

- **Scénario intermédiaire** (risque moyen de migration) : effectifs chantier x 1, soit environ 1500 personnes en pointe
Il suppose que les mesures de prévention et de gestion d'afflux soient mises en place, mais qu'il existe des problèmes en matière d'application pratique.
- **Scénario défavorable** (risque élevé de migration) : effectifs chantier x 3, soit environ 4500 personnes en pointe.
Dans ce scénario, les mesures de prévention et de gestion ne sont pas appliquées ou efficaces.

A partir de là, les principaux impacts potentiels anticipés sont les suivants :

- création de zones de peuplement spontané à l'entrée des sites de projet pouvant favoriser la propagation d'épidémies;
- modification du ratio hommes/femmes dans la zone du projet due à la présence d'un grand nombre de travailleurs en majorité masculins ;
- augmentation de la prostitution et des IST;
- augmentation de l'insécurité liée aux tensions entre la population résidente et les immigrants;
- intensification de la pression foncière, de l'exploitation concurrentielle des ressources naturelles et de conflits entre les immigrants et la population locale ;
- pressions accrues sur les infrastructures communautaires;
- inflation des prix alimentaires et des loyers.

Pour éviter, atténuer et gérer ces impacts, un plan d'actions est proposé. Les actions qui seront mises en œuvre par le projet figureront dans le PGES. Elles pourront comprendre notamment :

- L'établissement d'un partenariat avec le Fonds National de l'Emploi (FNE) pour maximiser et décentraliser le recrutement local et informer les populations sur ses modalités;
- Mettre à niveau les points d'eau, écoles et postes/centres de santé à proximité ;
- Aider les communes à délimiter les zones de constructions autorisées et non autorisées ;
- Aider les commerces locaux en matière d'hygiène ;
- Echanger avec les autorités locales pour assurer le contrôle des établissements humains spontanés ;
- Etablir des comités de liaison avec les villageois ; renforcer les comités de vigilance villageois existants et/ou en créer de nouveaux ;
- Des mesures pour limiter les épidémies et le VIH/SIDA (cf. plan d'action santé)
- Etablir des mesures de contrôle d'accès aux sites et installations du Projet ;
- Etablir et faire respecter un code de conduite pour les travailleurs du chantier et de la base vie