



Projet : **NACHTIGAL AMONT**

Titre : **Stratégie des mesures d'accompagnement pour la conservation de *Ledermanniella sanagaensis* et *Ledermanniella thalloidea***

IH	NACHT-DEV	ES-DD	00046	B	BPE
-----------	------------------	--------------	--------------	----------	------------

Résumé : Ce document présente le plan d'accompagnement des deux espèces *Ledermanniella sanagaensis* et *Ledermanniella thalloidea* établi dans le cadre du projet hydroélectrique de Nachtigal amont. Il décrit plus particulièrement l'ensemble de différentes mesures qui visent à obtenir un impact positif sur les peuplements de ces deux espèces.

Objet de la révision :

Rédaction		Vérification		Approbation	
nom / fonction / date	sign.	nom / fonction / date	sign.	nom / fonction / date	sign.
JM. LOAEC		L. BECHE		C. DESCOURTIEUX	
OTP	: E124/SANAG1/E3HNDEV-ES	Note Technique	<input checked="" type="checkbox"/>	Compte Rendu	<input type="checkbox"/>
Classement	: Service environnement	Note de calcul	<input type="checkbox"/>		

Accessibilité (Cf. note EDF SA LA-255-V4.0)

Confidentiel (*)	<input type="checkbox"/>	(*) Lister nominativement en page 2 Diffusion, les personnes destinataires.
Restreint (*)	<input checked="" type="checkbox"/>	(*) Indiquer explicitement en page 2 Diffusion, les destinataires (nom ou fonction) ou de manière implicite le périmètre restreint retenu : Projet, groupe de personnes,....
Interne (*) :	<input type="checkbox"/>	(*) Indiquer le périmètre d'accès retenu : EDF SA, Direction, Division, Entité,
Libre	<input type="checkbox"/>	Accessible à tout public interne ou externe EDF SA.

Classification (Cf. procédure IH.PRO.8600)

Catégorie 1	<input type="checkbox"/>
Catégorie 2	<input checked="" type="checkbox"/>
Catégorie 3	<input type="checkbox"/>
Catégorie 4	<input type="checkbox"/>

**Stratégie des mesures d'accompagnement pour la conservation de *Ledermanniella sanagaensis* et
*Ledermanniella thalloidea***

LIEU DE CONSERVATION	
<i>Original papier</i>	<i>Original numérique</i>
Environnement et Société	GED

DIFFUSION PRINCIPALE INTERNE AU CIH			
<i>Destinataire</i>	<i>Département-service</i>	<i>nb ex</i>	<i>format</i>
F. NATHAN	DT ES	1	pdf
R. BAUDET	DAEI	1	pdf
B. PASCAL	DT ES	1	pdf

DIFFUSION COMPLEMENTAIRE INTERNE AU CIH			
<i>Destinataire</i>	<i>Fonctions</i>	<i>nb ex</i>	<i>format</i>
A. BARILLIER	Expert	1	pdf
S. TRIPOZ	Délégué technique DT ES	1	pdf

DIFFUSION EXTERNE AU CIH			
<i>Destinataire</i>	<i>Organisme</i>	<i>nb ex</i>	<i>format</i>
F ARDORINO	Nachtigal HPC	1	pdf
J COPREAUX	DPIH	1	pdf

**Stratégie des mesures d'accompagnement pour la conservation de *Ledermanniella sanagaensis* et
*Ledermanniella thalloidea***

SOMMAIRE

1.	OBJET DU DOSSIER	5
2.	PRESENTATION DU PROJET DE NACHTIGAL AMONT	6
3.	CONTEXTE HYDROLOGIQUE	7
4.	ENJEUX RELATIFS A LEDERMANNIELLA THALLOIDEA ET LEDERMANNIELLA SANAGAENSIS	9
4.1	ENJEUX RELATIFS A <i>LEDERMANNIELLA THALLOIDEA</i>	9
	4.1.1 <i>Description et écologie</i>	9
	4.1.2 <i>Répartition géographique</i>	10
	4.1.3 <i>Statut de conservation et de protection</i>	11
	4.1.4 <i>Niveau d'habitat critique</i>	11
	4.1.5 <i>Menaces et mesures de conservation</i>	13
4.2	ENJEUX RELATIFS A <i>LEDERMANNIELLA SANAGAENSIS</i>	13
	4.2.1 <i>Description et écologie</i>	13
	4.2.2 <i>Répartition géographique</i>	14
	4.2.3 <i>Statut de conservation et de protection</i>	14
	4.2.4 <i>Niveau d'habitat critique</i>	14
	4.2.5 <i>Menaces et mesures de conservation</i>	16
4.3	INVENTAIRES REALISES ET REPARTITION SUR LA ZONE DU PROJET	16
	4.3.1 <i>Rappel du contexte</i>	16
	4.3.2 <i>Campagne d'études de 2015</i>	16
	4.3.2.1 <i>Objectifs</i>	16
	4.3.2.2 <i>Dates et conditions de prospection</i>	17
	4.3.2.3 <i>Méthodologie et zones prospectées</i>	17
	4.3.2.4 <i>Résultats</i>	19
	4.3.3 <i>Campagne d'études de 2016</i>	22
	4.3.3.1 <i>Objectif</i>	22
	4.3.3.2 <i>Dates et conditions de prospection</i>	22
	4.3.3.3 <i>Méthodologie et zones prospectées</i>	22
	4.3.3.4 <i>Résultats</i>	22
	4.3.4 <i>Campagne d'études de 2017</i>	23
	4.3.4.1 <i>Dates et conditions de prospection</i>	23
	4.3.4.2 <i>Objectifs</i>	24
	4.3.4.3 <i>Méthodologie et zones prospectées</i>	24
	4.3.4.4 <i>Résultats</i>	24
4.4	COMPARATIF DES RESULTATS DES CAMPAGNES 2015, 2016 ET 2017	26
	4.4.1 <i>Synthèse des résultats</i>	26
	4.4.2 <i>Limites de l'étude et difficultés d'échantillonnage</i>	30

Stratégie des mesures d'accompagnement pour la conservation de *Ledermanniella sanagaensis* et *Ledermanniella thalloidea*

5.	IMPACTS DU PROJET SUR LE GENRE <i>LEDERMANNIELLA</i>	32
5.1	INFLUENCE DE LOM PANGAR ET CHOIX DE L'ETAT DE REFERENCE	32
5.2	EVALUATION DES IMPACTS POTENTIELS DU PROJET DE NACHTIGAL.....	33
6.	MESURES DE REDUCTION D'IMPACT	38
6.1	LUTTE CONTRE LA DEGRADATION DE L'HABITAT, LES POLLUTIONS ACCIDENTELLES ET LE RELARGAGE DE MES	38
6.2	RESTITUTION D'UN DEBIT RESERVE DANS LE TRONÇON COURT-CIRCUITE	39
7.	EVALUATION DES IMPACTS RESIDUELS	42
8.	MESURES D'ACCOMPAGNEMENT	43
8.1	INVENTAIRES DE LA DISTRIBUTION ET SUIVI DE LA RESILIENCE DES LEDERMANNIELLA	43
8.2	CONSERVATION DU PATRIMOINE GENETIQUE	46
8.3	RECREATION D'HABITATS FAVORABLES DU TRONÇON COURT-CIRCUITE.....	47
8.4	TRANSPLANTATION DE LEDERMANNIELLA	48
8.5	MISE EN PLACE D'UN COMITE DE SUIVI.....	53
8.6	BILAN DES MESURES PROPOSEES	53
9.	ANALYSE DES RISQUES MAJEURS ET ACTIONS DE MAITRISE ASSOCIEES	54
	CALENDRIER ET BUDGET	58
9.1	CALENDRIER.....	58
9.2	CHIFFRAGE DES MESURES.....	58

Stratégie des mesures d'accompagnement pour la conservation de *Ledermanniella sanagaensis* et *Ledermanniella thalloidea*

1. OBJET DU DOSSIER

Le projet de Nachtigal Amont 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 km en technique 225 kV jusqu'à Nyom (au Nord de Yaoundé). La puissance totale installée prévue est de 420 MW, correspondant à un débit d'équipement de 980 m³/s.

Le projet est porté par trois partenaires (l'État du Cameroun, EDF, SFI) dans le cadre d'un accord de développement conjoint signé le 8 novembre 2013. Le début de la construction est attendu en 2017 et la mise en service opérationnelle sera échelonnée jusqu'en 2021.

Le projet va générer des impacts environnementaux et sociaux relativement modérés du fait du mode d'exploitation de l'ouvrage au fil de l'eau et de l'emprise limitée de la retenue de surface faible.

Des risques d'impact ont été identifiés sur certaines espèces, notamment deux espèces de *Ledermanniella* dont l'habitat a été identifié comme « critique » au regard des standards de performance IFC PS6 « Conservation de la biodiversité et gestion durable des ressources naturelles vivantes » :

- *Ledermanniella thalloidea*
- *Ledermanniella sanagaensis*

Le statut de protection de ces deux espèces et leur positionnement vis-à-vis de la norme PS6 sont rappelés dans le tableau ci-dessous :

Espèce	Statut UICN et classe de protection camerounaise	Critère 1 : Espèces en danger critique d'extinction (CR) et/ou en danger d'extinction (EN)	Critère 2 : Espèces endémiques et/ou à distribution limitée
<i>Ledermanniella sanagaensis</i> CR	Statut Cameroun UICN : CR	Oui (1a)	Oui (2a)
<i>Ledermanniella thalloidea</i> EN	Statut Cameroun UICN : EN, endémique du Cameroun	Oui (1a)	Oui (2a)

Or, depuis la réalisation des études environnementales complémentaires et notamment le Plan d'Actions Biodiversité, les espèces de *Ledermanniella* ne semblent plus être présentes sur le site du Projet. Il est donc proposé un ensemble de mesures d'accompagnement qui visent à obtenir un impact positif sur les peuplements.

Le présent dossier vise à :

- rappeler l'écologie et l'état des populations de *Ledermanniella*, tant au niveau du projet que de la répartition globale de la plante ;
- présenter les incidences du projet sur ces deux espèces ainsi que les différentes mesures d'accompagnement proposées ;

Stratégie des mesures d'accompagnement pour la conservation de *Ledermanniella sanagaensis* et *Ledermanniella thalloidea*

- évaluer l'efficacité de ces mesures dans un objectif d'impact positif.

2. PRESENTATION DU PROJET DE NACHTIGAL AMONT

Le site du barrage de Nachtigal amont a été identifié dès les années 1950, et plus précisément décrit en 1974. 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.

En 2013, suite au changement de portage du Projet, les développeurs (le Gouvernement du Cameroun, EDF, IFC et RTA) ont décidé de lancer une étude d'avant-projet détaillé (APD) pour affiner les études précédentes et optimiser la conception.

Le projet est aujourd'hui porté par 3 partenaires (l'Etat du Cameroun, EDF, IFC), dans le cadre d'un accord de développement conjoint signé le 8 novembre 2013.

Il consiste à concevoir, construire et exploiter pendant la durée de la concession un barrage et une usine hydroélectrique sur le fleuve Sanaga, et plus particulièrement au niveau des chutes de Nachtigal amont (situées à 65 km au Nord-Est de Yaoundé), ainsi qu'une ligne d'évacuation 225 kV de 50 km 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 Nyom. Le barrage fonctionnera au fil de l'eau.

Stratégie des mesures d'accompagnement pour la conservation de *Ledermanniella sanagaensis* et *Ledermanniella thalloidea*

3. CONTEXTE HYDROLOGIQUE

L'aménagement hydroélectrique de Nachtigal exploitera le potentiel de la Sanaga qui constitue le fleuve le plus important du Cameroun avec un bassin versant de 129 000 km² de superficie, soit le quart de la superficie du Cameroun, et un module interannuel d'environ 2 100 m³/s à son embouchure (débit mesuré à la station d'Edéa). Elle mesure 918 km de long et son principal affluent est le Mbam, en rive droite.

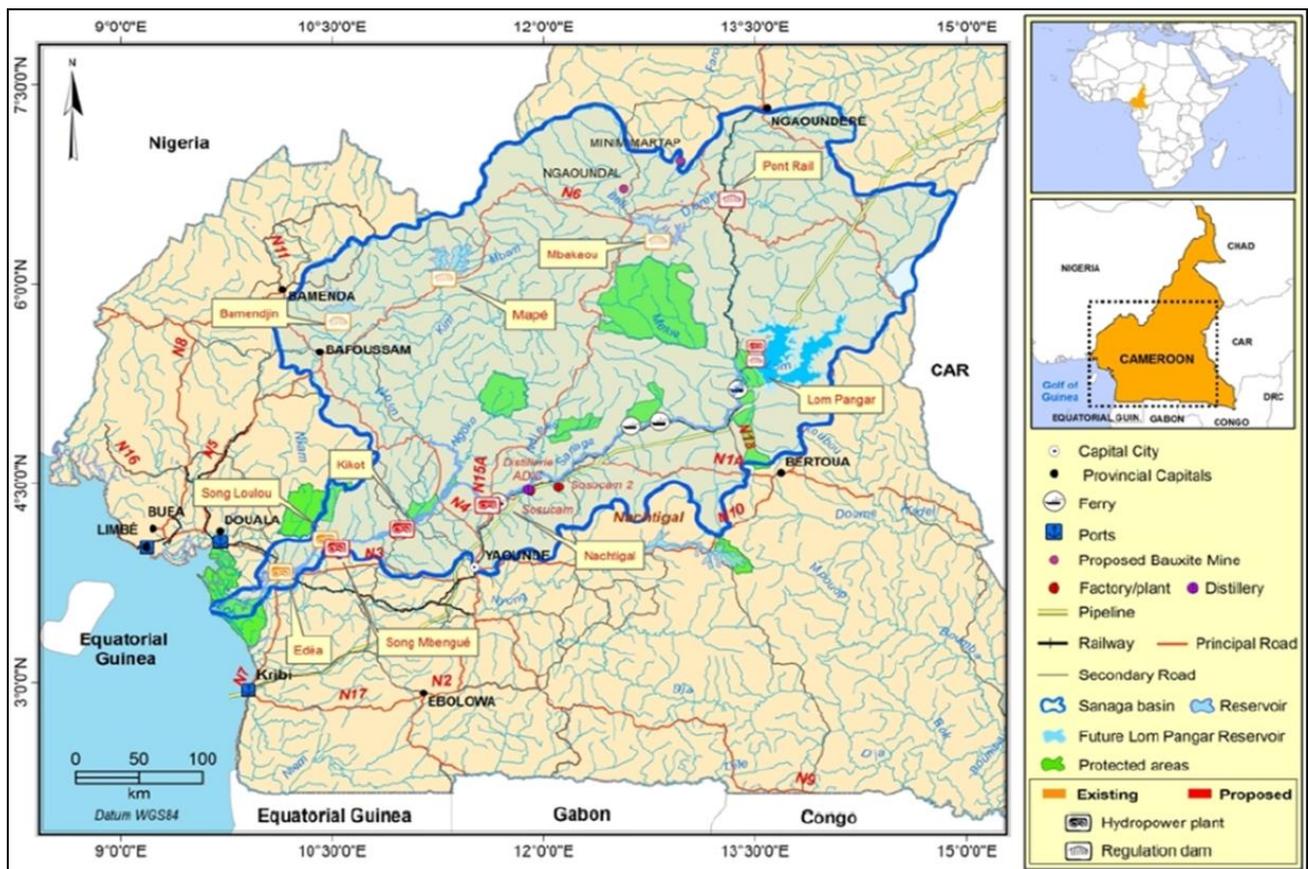


Figure 1 : Le bassin de la Sanaga (source : Banque Mondiale)

Le débit du fleuve Sanaga et de ses affluents est actuellement régulé par quatre barrages réservoirs à Mapé, Mbakaou, Bamendjin et plus récemment Lom Pangar dont la mise en eau du réservoir s'est déroulée du 26 septembre 2015 au 3 novembre 2016.

La construction du barrage-réservoir de Lom Pangar a sensiblement modifié l'hydraulique de la Sanaga et notamment sur le site de Nachtigal qui présentera dorénavant deux saisons hydrologiques 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),
- une saison humide de 20 semaines environ durant laquelle le débit entrant peut dépasser notablement le débit d'équipement de l'aménagement de 980 m³/s.

Stratégie des mesures d'accompagnement pour la conservation de *Ledermanniella sanagaensis* et *Ledermanniella thalloidea*

Les effets de la mise en eau du réservoir de Lom Pangar sur l'hydrologie de la Sanaga se font déjà sentir au niveau de Nachtigal puisque le débit minimal observé depuis fin décembre 2015 s'élevait à 400 m³/s, avec une période de 15 jours en mars 2016 pendant laquelle le débit est passé en dessous de 380 m³/s par rapport aux débits d'étiage précédents de l'ordre de 200 m³/s. Le débit minimal avoisine les 600 m³/s depuis début novembre 2016 et la fin de la mise en eau du barrage-réservoir.

Comme mentionné dans la suite du rapport, cette augmentation de débit d'étiage a entraîné la submersion de la majorité des stations de *Ledermanniella* recensées en 2015 au niveau de la zone d'étude. Ce nouveau contexte hydrologique doit donc être pris en compte dans l'évaluation de l'état initial des populations mais également la mise en œuvre des mesures environnementales proposées pour ces deux espèces.

Stratégie des mesures d'accompagnement pour la conservation de *Ledermanniella sanagaensis* et *Ledermanniella thalloidea*

4. ENJEUX RELATIFS A *LEDERMANNIELLA THALLOIDEA* ET *LEDERMANNIELLA SANAGAENSIS*

4.1 ENJEUX RELATIFS A *LEDERMANNIELLA THALLOIDEA*

4.1.1 DESCRIPTION ET ECOLOGIE

Description

Ledermanniella thalloidea est une plante aquatique faisant partie de la famille des Podostemaceae. Elle est annuelle et de petite taille.

Les *Ledermanniella* sont des phanérogames (plantes à fleurs) qui vivent immergés et dont le cycle de reproduction est lié au régime annuel du cours d'eau. Ils fleurissent quand le niveau de l'eau baisse suffisamment pour les exposer au soleil pendant la décrue (saison sèche), puis continuent leur vie végétative immergée à nouveau pendant les crues (saison pluvieuse).



Figure 2 : Plant de *Ledermanniella thalloidea*

Habitat

Ledermanniella thalloidea vit dans les rivières des milieux tropicaux et subtropicaux. Elle vit immergée en se fixant sur le substrat rocheux des eaux turbulentes (chute, cascade). Elle fleurit lorsque le niveau de l'eau s'abaisse permettant ainsi son exposition au soleil. Son cycle de développement nécessite donc une période d'immersion/émersion.

D'après les connaissances actuelles sur sa distribution, ces populations semblent être fortement fragmentées. Ainsi, il apparaît que *Ledermanniella thalloidea* croit généralement dans des rivières non connectées entre elles (qui ne sont pas des tributaires).

A noter que selon l'étude de la floraison du genre *Ledermanniella* menée en 2015 par Jean-Paul Ghogue, biologiste et expert des Podostemaceae, et son équipe dans le cadre du projet de Nachtigal, *Ledermanniella thalloidea* succède à *Ledermanniella sanagaensis* sur un même site. Les deux espèces occupent donc les mêmes zones d'habitat dans la zone du projet.

Stratégie des mesures d'accompagnement pour la conservation de *Ledermanniella sanagaensis* et *Ledermanniella thalloidea*

Croissance et reproduction

La floraison de *Ledermanniella thalloidea* s'effectuerait au début de la décrue. Plusieurs fleurs peuvent éclore au cours d'une même journée.

Aucune information supplémentaire n'est disponible, à l'exception que la reproduction semble être discrète compte tenu de la taille des individus et limitée dans le temps.

4.1.2 REPARTITION GEOGRAPHIQUE

Ledermanniella thalloidea est une espèce dont la répartition géographique a été peu étudiée même si, comme illustré sur la figure ci-dessous, les données provenant de l'UICN indiquent une aire de distribution sur la majeure partie du Cameroun.

La présence de *Ledermanniella thalloidea* n'a cependant été localisée qu'au niveau de quatre secteurs géographiques du Cameroun au sein desquels ses populations seraient en fort déclin :

- Bakossi à Nyandong (point au nord-ouest sur la figure ci-dessous) ;
- Nkongsamba et près des chutes de la Sanaga à Edéa (point près du littoral sur la figure ci-dessous) ;
- Nachtigal (point au centre sur la figure ci-dessous) ;
- Bipindi (point au sud-ouest sur la figure ci-dessous).

Ces quatre sites sont identifiés par des points blancs sur la carte ci-après.

A noter que les stations localisées dans la partie sud-ouest du Cameroun sont également identifiées dans la base de données du Conservatoire et Jardin Botaniques de la Ville de Genève.



Figure 3 : Aire de répartition de *Ledermanniella thalloidea* (source : UICN et Herbar National du Cameroun)

Selon les observations du GBIF (*Global Biodiversity Information Facility*), des spécimens seraient ou auraient été présents dans le bassin versant de la Sanaga, au nord-est de Nachtigal mais la date d'observation n'est pas précisée. Sa zone d'occupation est estimée à moins de 10 km².

Stratégie des mesures d'accompagnement pour la conservation de *Ledermanniella sanagaensis* et *Ledermanniella thalloidea*

Cette donnée est localisée en jaune sur la carte ci-dessous.



Figure 4 : Donnée d'observation de *Ledermanniella thalloidea* mentionnée par le GBIF.

4.1.3 STATUT DE CONSERVATION ET DE PROTECTION

Depuis 2007, *Ledermanniella thalloidea* est classé EN DANGER (EN) selon le critère B2ab(iii) de la liste rouge mondiale de l'UICN.

4.1.4 NIVEAU D'HABITAT CRITIQUE

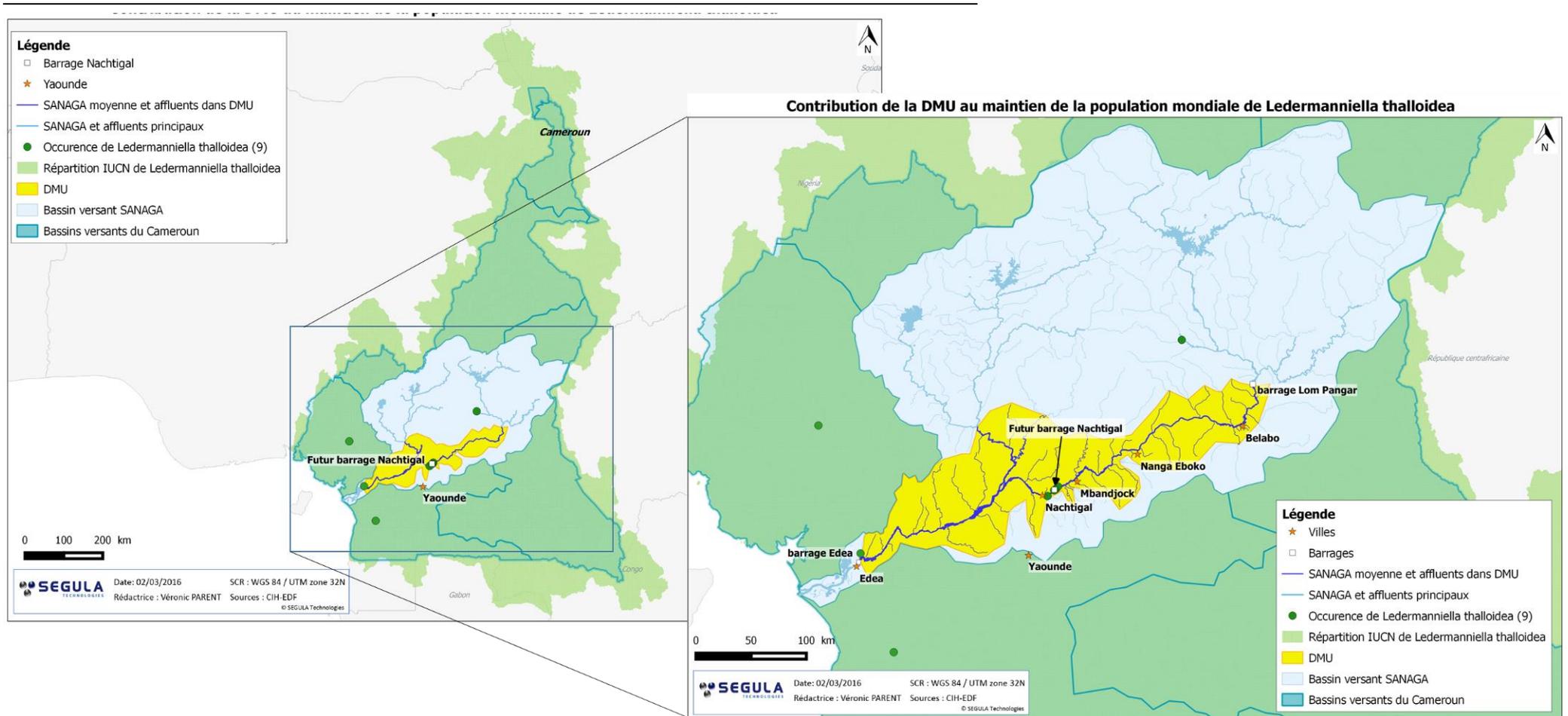
Conformément à NO65¹, une « unité de gestion discrète » (ou Discrete Management Unit - DMU) a été définie pour les espèces relevant des critères 1 à 3.

Pour *Ledermanniella thalloidea*, la DMU retenue est le « bassin versant de la moyenne Sanaga hors tête de bassin au nord ». Cette DMU représente 19 % du bassin de la Sanaga (en termes de linéaire de cours d'eau) et 9 stations y ont été recensées. Il convient toutefois de préciser que ce faible nombre de stations est davantage lié à un effort d'échantillonnage très réduit sur ce secteur puisque les inventaires menés en 2015 dans le cadre du projet de Nachtigal ont permis d'identifier 38 stations uniquement sur la zone du projet.

L'espèce relève des critères 1 et 2.

La DMU, délimitée sur la figure ci-dessous, a été évaluée comme un habitat critique selon le critère 1-niveau 1a pour l'espèce puisqu'elle correspond à plus de 10 % de la population mondiale et selon le critère 2-niveau 2b parce que plus de 1 % de la population y est localisé.

¹ NO65. Pour les Critères 1 à 3, le projet devra déterminer une limite raisonnable (écologique ou politique) définissant la zone d'habitat à prendre en considération dans le cadre de l'évaluation d'habitat critique. C'est ce que l'on appelle « l'unité de gestion discrète », une zone dotée d'une limite définissable au sein de laquelle les communautés biologiques et / ou les enjeux de gestion ont bien plus de points communs que ceux des zones adjacentes (adapté de la définition de ce qui constitue une unité discrète de l'Alliance extinction zéro).

Stratégie des mesures d'accompagnement pour la conservation de *Ledermanniella sanagaensis* et *Ledermanniella thalloidea*Figure 5 : Contribution de la DMU au maintien de la population mondiale de *Ledermanniella thalloidea*.

Plan de compensation pour *Ledermanniella sanagaensis* et *Ledermanniella thalloidea*

4.1.5 MENACES ET MESURES DE CONSERVATION

La principale cause de disparition pour cette espèce est liée à la perte d'habitat causée par les activités humaines (ex : constructions de barrage, activités touristiques,...).

Aucune mesure de conservation n'est mise en place pour le moment. Il est toutefois suggéré par l'UICN d'entamer des campagnes de sensibilisation sur l'intérêt patrimonial de l'habitat auprès des riverains, touristes et autres parties prenantes.

4.2 ENJEUX RELATIFS A *LEDERMANNIELLA SANAGAENSIS*

4.2.1 DESCRIPTION ET ECOLOGIE

Description

Ledermanniella sanagaensis appartient à la famille des Podostemaceae.

Elle est aquatique, annuelle et de petite taille. Elle vit immergée et fleurit lorsque le niveau de l'eau s'abaisse l'exposant ainsi au soleil. Comme *Ledermanniella thalloidea*, son cycle de développement nécessite donc une période d'immersion/émersion.



Figure 6 : Pied de *Ledermanniella sanagaensis*

Habitat

Selon l'étude de la floraison de *Ledermanniella* menée en 2015 par Jean-Paul Ghogue, expert des Podostemaceae, *Ledermanniella sanagaensis* se fixerait sur les fonds généralement rocaillieux, particulièrement formé de gneiss, dans une eau chaude.

Comme évoqué précédemment, elle utiliserait un site avant de laisser la place *Ledermanniella thalloidea*. Ce phénomène est fréquent chez les Podostemaceae.

La profondeur d'eau dans laquelle elle se trouve varierait entre 6 et 51 cm et la vitesse d'écoulement se situerait entre 0,13 et 2 m/s.

Croissance et reproduction

La floraison de *Ledermanniella sanagaensis* s'effectuerait au début de la décrue (généralement en janvier). Plusieurs fleurs peuvent éclore au cours d'une même journée. Comme évoqué précédemment, les

Plan de compensation pour *Ledermanniella sanagaensis* et *Ledermanniella thalloidea*

prospections de terrain permis d'observer que *L. sanagaensis* occupe en premier les sites et que *L. thalloidea* succède à cette dernière.

4.2.2 REPARTITION GEOGRAPHIQUE

Cette plante aquatique est une endémique stricte du Cameroun. Selon l'UICN (2010), cette espèce est strictement restreinte aux rochers de la Sanaga où son aire de répartition se limiterait aux chutes de Nachtigal. Selon l'UICN, cette dernière couvrirait une superficie totale de 300 m² environ. Des inventaires récents ont permis de mettre en évidence sa présence sur le Mbam (cf. §4.3).

4.2.3 STATUT DE CONSERVATION ET DE PROTECTION

Depuis 2007, *Ledermanniella sanagaensis* est classé en DANGER CRITIQUE D'EXTINCTION (CR) selon le critère B2ab(ii,iii) de la liste rouge mondiale de l'UICN.

4.2.4 NIVEAU D'HABITAT CRITIQUE

Pour cette espèce à très fort endémisme, une DMU spécifique a été proposée correspondant à son aire de répartition connue (par l'UICN). Celle-ci se limite donc au site de Nachtigal (de la zone de restitution à la queue de retenue). Dans cette zone, 38 stations de *Ledermanniella sanagaensis* ont été recensées en 2015.

L'espèce relève des critères 1 et 2.

La DMU, délimitée sur la figure ci-dessous, a été évaluée comme un habitat critique selon le critère 1-niveau 1a et le critère 2-niveau 1a pour l'espèce puisque la DMU correspond à l'aire de répartition.

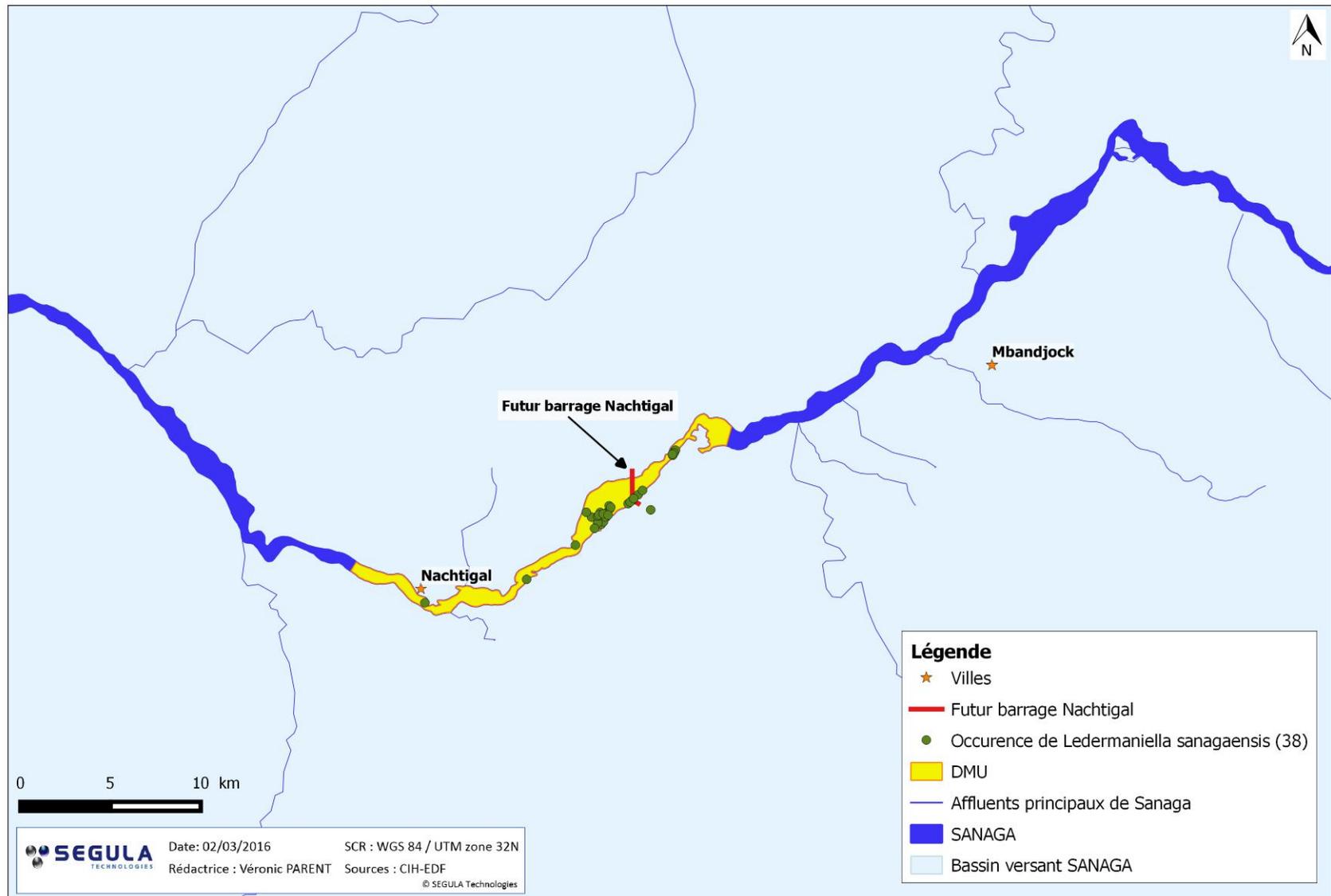
Plan de compensation pour *Ledermanniella sanagaensis* et *Ledermanniella thalloidea*

Figure 7 : Contribution de la DMU au maintien de la population mondiale de *Ledermanniella sanagaensis*

Plan de compensation pour *Ledermanniella sanagaensis* et *Ledermanniella thalloidea*

4.2.5 MENACES ET MESURES DE CONSERVATION

Selon l'UICN, un déclin continu existerait dans les effectifs de *Ledermanniella sanagaensis* et la qualité de son habitat se dégraderait.

Aucune mesure de conservation n'est mise en place pour le moment. Il est suggéré par l'UICN de réintroduire si possible l'espèce sur d'autres secteurs favorables.

4.3 INVENTAIRES REALISES ET REPARTITION SUR LA ZONE DU PROJET**4.3.1 RAPPEL DU CONTEXTE**

L'étude d'impact environnemental et social du projet Nachtigal amont a été réalisée en 2006, puis réactualisée en 2011. Des études environnementales complémentaires ont été menées en 2014, en particulier une étude sur la flore aquatique. Cet inventaire complémentaire a mis évidence la présence sur la zone du projet de *Ledermanniella sanagaensis*, espèce de Podostemaceae endémique du site et en Danger Critique d'Extinction (CR) selon la Liste Rouge de l'UICN.

Au vu de cette information, le maître d'ouvrage du projet a mandaté Jean-Paul Ghogue, expert des Podostemaceae et collaborant à l'Herbarium National du Cameroun, au Centre Africain de Recherches Forestières appliquées et de Développement (CARFAD) et au cabinet d'études Green Connexion, pour réaliser en 2015 une étude spécifique permettant de consolider les connaissances sur l'écologie des *Ledermanniella* et sa distribution dans la zone du projet.

Il convient de préciser que bien que fortement suspectée, c'est au cours de cette étude que l'autre espèce, *Ledermanniella thalloidea*, classée en Danger d'Extinction (EN) selon la Liste Rouge de l'UICN a également été découverte sur la zone du projet.

Des investigations complémentaires ont également été réalisées en 2016 et en 2017 de manière à compléter l'état initial pour les deux espèces et prendre en compte l'évolution des débits suite à la mise en eau du barrage-réservoir de Lom Pangar.

4.3.2 CAMPAGNE D'ETUDES DE 2015**4.3.2.1 Objectifs**

Si l'objectif global de cette étude visait avant tout à mieux comprendre l'écologie et la floraison de *Ledermanniella sanagaensis* et *Ledermanniella thalloidea*, les investigations avaient aussi pour objectif :

- d'établir une carte de distribution des *Ledermanniella* sur la zone du projet ;
- d'étudier la phénologie des desdites espèces, en particulier la périodicité et la fréquence de la floraison au niveau de 4 stations de suivi préalablement identifiées ;
- de suivre la ré-immersion des *Ledermanniella* ;
- d'étudier les conditions de vie et de reproduction des *Ledermanniella* en s'appuyant sur des mesures de paramètres physiques et chimiques (vitesse de courant, hauteur d'eau,...).

Plan de compensation pour *Ledermanniella sanagaensis* et *Ledermanniella thalloidea*

4.3.2.2 Dates et conditions de prospection

Les investigations de terrain ont été réparties en 5 missions :

	Objectif spécifique	Date
Mission 1	Inventaire botanique, identification des stations de suivi et géoréférencement des populations	18 au 25 mars 2015
Mission 2	Etude de la floraison des <i>Ledermanniella</i> et des conditions de l'habitat	31 mars au 4 avril 2015
Mission 3	Etude de la floraison des <i>Ledermanniella</i> et des conditions de l'habitat	13 au 16 avril 2015
Mission 4	Suivi de la ré-immersion des <i>Ledermanniella</i>	19 au 22 mai 2015
Mission 5	Etude des conditions de l'habitat	17 au 20 juin 2015

4.3.2.3 Méthodologie et zones prospectées

Etablissement de la carte de distribution des *Ledermanniella*

Lors de cette première mission, les inventaires ont été menés à bord de pirogues ou à pied lorsque le niveau de l'eau le permettait par une équipe de 7 personnes (le Chef de mission spécialiste des Podostemaceae pour l'identification *in situ* des espèces, l'expert en géomatique, le botaniste assistant, les deux conducteurs de canoë, le guide et le porteur).



Figure 8 : Equipe en charge des prospections de terrain

Les prospections ont porté sur l'ensemble de la zone du projet, depuis l'amont de la future queue de retenue du barrage jusqu'au bac de Nachtigal en aval. Pendant ce parcours, toutes les stations de *Ledermanniella sanagaensis* (*L. thalloidea* n'avait pas été encore découverte) ont été géolocalisées à l'aide d'un GPS et la taille de ces populations a été estimée. Les données ont été consignées sur une fiche préparée à cet effet.

Au cours de cette mission, 4 sites ont également été identifiés en fonction de la disponibilité des plantes encore vivantes et de leur accessibilité.

Plan de compensation pour *Ledermanniella sanagaensis* et *Ledermanniella thalloidea*

Etude de la phénologie des *Ledermanniella*

Lors des deux missions successives sur le terrain, des observations ont été faites sur les quatre sites de suivi sélectionnés au cours de la mission de géoréférencement. Les mesures suivantes ont été relevées :

- la distance par rapport à la rive est mesurée à l'aide du télémètre laser, puis recoupée avec le décamètre ;
- la géolocalisation est relevée à l'aide du GPS et l'altitude à l'aide d'un altimètre électronique ;
- le nombre de pieds est compté ou estimé sur une surface de 30 cm², puis converti au m² et la densité calculée ;
- la taille de la population est généralement estimée, et celle des individus mesurée à l'aide d'une règle graduée ;
- l'état reproductif de la population se fait par simple observation de la présence ou non des organes floraux ;
- le nombre des fleurs se fait par simple comptage et leur état par l'observation des fleurs en anthèse.

Suivi de la ré-immersion des *Ledermanniella*

Lors de deux campagnes, les populations de *Ledermanniella* ont été suivies sur les quatre stations d'observation dans le but de déterminer à quelle période les *Ledermanniella* sont à nouveau submergées après l'étiage et quelles sont les conditions de l'habitat local. Pendant ces campagnes, les conditions d'habitat ont également été relevées, à savoir le faciès d'écoulement, la hauteur de l'eau, sa vitesse ainsi que le type de substrat de fixation des *Ledermanniella*.

Etude des conditions de l'habitat des *Ledermanniella*

Elle s'est faite au cours des quatre missions qui ont suivies la première mission de géoréférencement.

Sur le terrain, les paramètres suivants ont été étudiés :

- le faciès d'écoulement est noté par simple observation ;
- la hauteur de l'eau est mesurée à l'aide d'un fil à plomb et d'un mètre ruban
- la vitesse de l'eau est mesurée à l'aide d'un courantomètre électrique
- le type de substrat est donnée par identification de la roche d'ancrage des espèces et sa taille estimée ;

Lors de chaque mission, un échantillon d'eau a été collecté sur chaque site de suivi 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 des analyses physico-chimiques.

Plan de compensation pour *Ledermanniella sanagaensis* et *Ledermanniella thalloidea*

4.3.2.4 Résultats

Carte de distribution des *Ledermanniella*

47 points de données de présence d'espèces d'hydrophytes ont été relevés au cours de la mission de géoréférencement de mars 2015. La carte ci-dessous résume la distribution des 6 espèces de plantes typiquement aquatiques recensées.

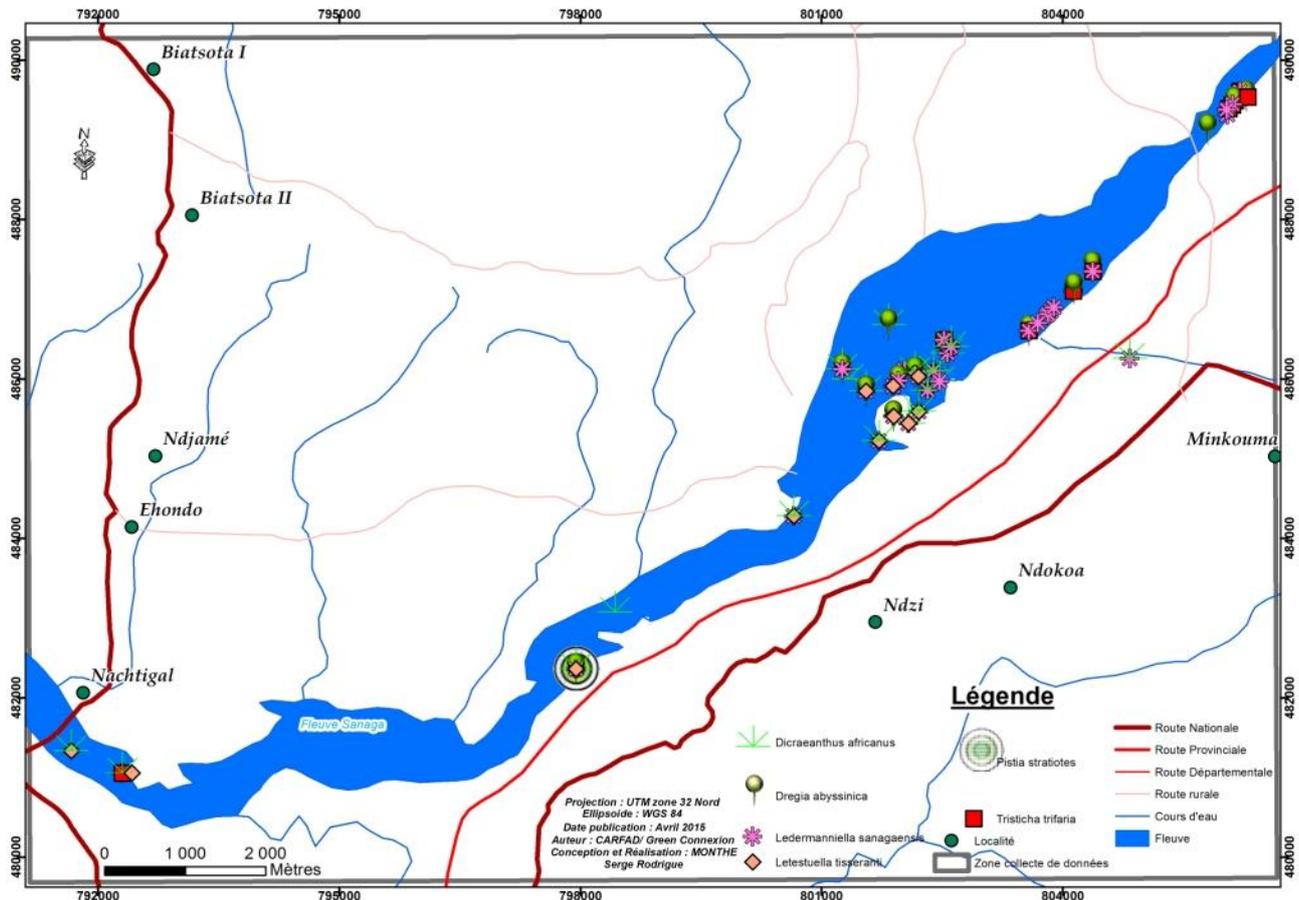


Figure 9 : Carte générale de distribution des espèces aquatiques rencontrées

A noter que si *Ledermanniella thalloidea* n'a été découverte qu'au mois de mai 2015, soit lors de la quatrième campagne de terrain. Cette découverte tardive s'explique par le fait que cette dernière s'installe lorsque *Ledermanniella sanagaensis* a disparu, les deux espèces occupant donc successivement les mêmes sites.

Les relevés floristiques ont permis de mettre en évidence la présence de 38 stations communes de *Ledermanniella thalloidea* et *Ledermanniella thalloidea*.

La figure ci-dessous présente la localisation et la taille relative des populations de *Ledermanniella* par unité de surface recouverte.

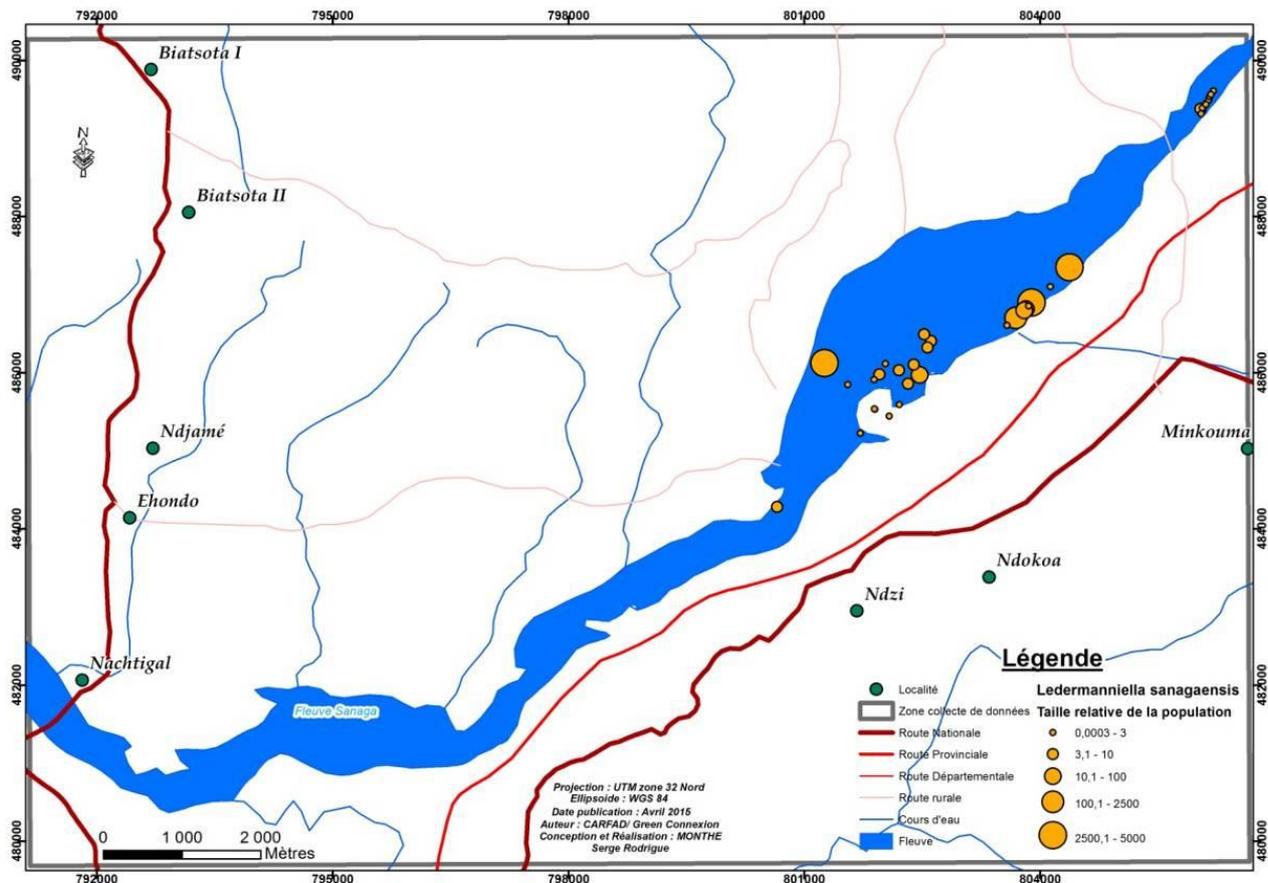
Plan de compensation pour *Ledermanniella sanagaensis* et *Ledermanniella thalloidea*

Figure 10 : Taille relative des populations par unité de surface recouverte de *L. sanagaensis* et *L. thalloidea*

Etude de la phénologie des *Ledermanniella*

Densité des individus

Sur une surface de 60 cm², le nombre d'individus de *Ledermanniella* varie entre 100-150, soit une densité comprise entre 16 000 et 25 000 individus au mètre carré. Cette densité est similaire pour *Ledermanniella thalloidea* et *Ledermanniella sanagaensis*.

Taille des individus

La taille des individus des espèces varie entre 0,4 à 0,5 cm de long. Cette taille n'est typique que des deux espèces en question, puisque la taille des individus dans le genre *Ledermanniella* est variable selon les espèces. Elle l'est encore plus dans la famille des Podostemaceae où certains genres (*Dicraeanthus*, *Macropodiella*) montrent des individus dont la taille peut aller parfois jusqu'à 1 m de long.

Floraison des individus

En raison de conditions hydrologiques défavorables, les observations sur la floraison des *Ledermanniella* n'ont pu être menées que lors d'une seule mission et se sont limitées à 2 stations de suivi. Les crues inattendues ont en effet perturbé les observations des troisième et quatrième stations où les plantes étaient déjà submergées lors de la première mission. Cette crue s'est accentuée entre temps et à la deuxième mission d'observation phénologique, les plantes n'étaient déjà plus visibles.

Plan de compensation pour *Ledermanniella sanagaensis* et *Ledermanniella thalloidea*

Ledermanniella sanagaensis et *L. thalloidea* une fois en maturité, portent de nombreux boutons floraux (entre 80-450 pour une surface de 60 cm²). Nous considérons comme floraison le moment où les fleurs atteignent l'anthèse, c'est-à-dire que les organes floraux (étamines et carpelles) déchirent l'enveloppe protectrice (spathelle) et se retrouvent à l'extérieur. La figure ci-dessous montre le nombre de fleurs épanouies sur une surface de 60 cm² par station d'observation et par jour:

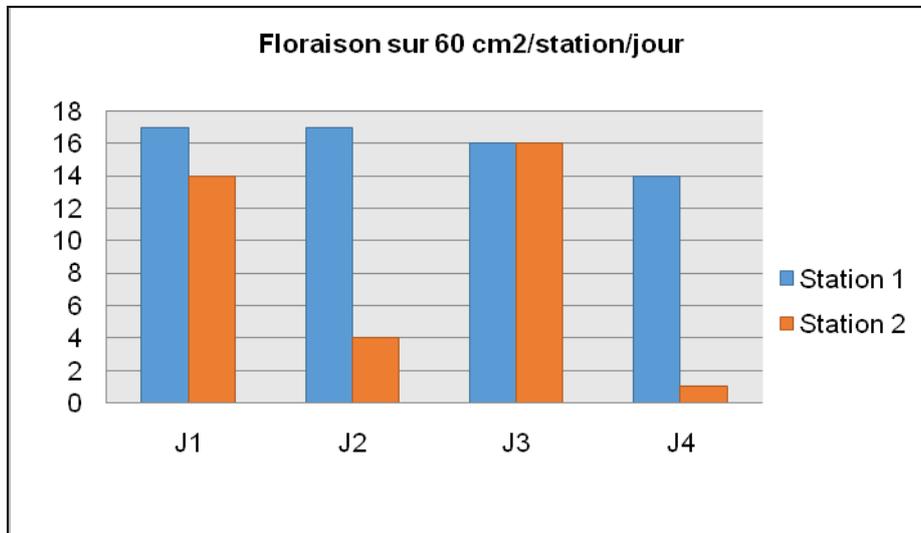


Figure 11 : Floraison de *Ledermanniella sanagaensis* entre le 31 mars et le 3 avril 2015

Suivi de la ré-immersion des *Ledermanniella*

Après l'étiage et jusqu'au 19 juin, les rochers sur les quatre sites de suivi n'ont pas été recouverts par l'eau. Il n'a donc pas été possible d'assurer ce suivi.

Etude des conditions d'habitat des *Ledermanniella*

Pour des raisons de clarté, seuls les principaux enseignements de cette étude sont présentés ci-dessous.

Position par rapport à la rive

La distance par rapport au bord du cours d'eau ou la rive n'influence pas leur distribution.

Substrat hôte

La roche hôte des Podostemaceae en général dans le site est le gneiss et leur taille dépasse rarement 5 m². *L. sanagaensis* a également été observé poussant sur la surface d'un tronc d'arbre mort, probablement un vieux *Terminalia*, couché en travers du courant.

Faciès d'écoulement

Il est généralement rocailleux, formé en particulier du gneiss. La hauteur de l'eau mesurée varie entre 6 - 51 cm, mais vraisemblablement, cette valeur pourrait doubler et même tripler par endroit quand les crues plus importantes reviendront. La vitesse mesurée varie entre 0,13 - 2 m/s et comme pour la profondeur, cette valeur pourrait augmenter notablement pendant les crues plus importantes. Elles poussent donc toujours dans des eaux rapides et préfèrent la surface du rocher proche du fond du cours d'eau.

Plan de compensation pour *Ledermanniella sanagaensis* et *Ledermanniella thalloidea*

4.3.3 CAMPAGNE D'ETUDES DE 2016

4.3.3.1 Objectif

Comme indiqué au paragraphe 4, la mise en eau du barrage-réservoir de Lom Pangar a considérablement modifié l'hydraulicité de la Sanaga à Nachtigal, notamment en période d'étiage.

Pour prendre en compte ce nouveau contexte hydrologique, NHPC (Nachtigal Hydro Power Company) a mandaté M. Ghogue afin de réaliser une nouvelle campagne d'études visant notamment à :

- identifier et mettre à jour la distribution ainsi que la cartographie des stations de *Ledermanniella* recensées en 2015 sur la zone du projet suite à l'augmentation de débit liée à Lom Pangar ;
- cartographier la distribution des *Ledermanniella* sur d'autres tronçons de la Sanaga et ses affluents.

4.3.3.2 Dates et conditions de prospection

Les investigations de terrain menées en 2016 ont également été réparties en 5 missions :

	Objectif spécifique	Date
Mission 1	Identification et cartographie des populations de <i>Ledermanniella</i> sur la zone du projet	14 au 19 février 2016
Mission 2	Identification et cartographie des populations de <i>Ledermanniella</i> sur la zone du projet et les affluents de la Sanaga	9 au 16 mars 2016
Mission 3	Identification et cartographie des populations de <i>Ledermanniella</i> sur la zone du projet et les affluents de la Sanaga	3 au 7 avril 2016
Mission 4	Identification et cartographie des populations de Podostemaceae sur le fleuve Mbam	17 au 21 avril 2016
Mission 5	Suivi des populations de <i>Ledermanniella</i> sur la zone du projet	17 au 20 juin 2016

4.3.3.3 Méthodologie et zones prospectées

Les inventaires de terrain et le travail cartographique ont été menés selon la même méthodologie que la campagne 2015. Les prospections ont eu lieu en équipe et, selon les stations, à pied ou à bord de pirogues.

4.3.3.4 Résultats

Les relevés de terrain réalisés à partir de février 2016 ont rapidement mis en évidence la submersion de la majorité des stations de *Ledermanniella* recensées en 2015 sur le site de Nachtigal.

La brève décrue intervenue lors de la mission de mars 2016 a toutefois permis d'identifier 5 stations de *Ledermanniella* dans la zone du projet :

- 1 station de *Ledermanniella thalloidea* ;
- 2 stations communes de *Ledermanniella thalloidea* et de *Ledermanniella sanagaensis*.

Elles sont listées dans le tableau ci-dessous.

Plan de compensation pour *Ledermanniella sanagaensis* et *Ledermanniella thalloidea*

Station	J	M	A	fleuve	Latitude	Longitude	Espèces	Commentaires
1	10	3	2016	Sanaga	4.398722222	11.73680556	<i>Ledermanniella sanagaensis</i>	En reprise de croissance
2	10	3	2016	Sanaga	4.398722222	11.73680556	<i>Ledermanniella thalloidea</i>	En reprise de croissance
3	10	3	2016	Sanaga	4.39386	11.72907	<i>Ledermanniella sanagaensis</i>	En maturité
4	10	3	2016	Sanaga	4.39386	11.72907	<i>Ledermanniella thalloidea</i>	En maturité
5	10	3	2016	Sanaga	4.38688	11.72155	<i>Ledermanniella thalloidea</i>	En maturité

A noter enfin que, malgré de réelles potentialités (notamment sur le Mbam), les prospections menées en 2016 sur les secteurs de la Sanaga autres que Nachtigal ainsi que sur les affluents n'ont pas permis d'identifier d'autres stations de *Ledermanniella sanagaensis* et *Ledermanniella thalloidea*.

4.3.4 CAMPAGNE D'ETUDES DE 2017

NHPC a mandaté M. Ghogue afin de réaliser une nouvelle campagne d'études visant notamment à :

- identifier et mettre à jour la distribution ainsi que la cartographie des stations de *Ledermanniella* recensées en 2016 sur la zone du projet suite à une deuxième année d'augmentation de débit liée à Lom Pangar ;
- suivre les sites de translocation 2016 ;
- cartographier la distribution des *Ledermanniella* sur d'autres tronçons de la Sanaga et ses affluents.

4.3.4.1 Dates et conditions de prospection

Les investigations de terrain menées en 2017 ont également été réparties en 2 missions sur 5 cours d'eau :

Cours d'eau	Date(s)	Objectif(s)
Mbam	13-21/12/2016 3-10/1/2017	Recherche nouveaux sites <i>L. sanagaensis</i> / <i>thalloidea</i>
Avo'o	22, 23/12/2016	Recherche nouveaux sites <i>L. sanagaensis</i> / <i>thalloidea</i> Suivi des sites de translocation
Mbo'o	24, 27/12/2016	Recherche nouvelles sites <i>L. sanagaensis</i> / <i>thalloidea</i> Suivi des sites de translocation
Djikem	28, 29/12/2016	Recherche nouvelles sites <i>L. sanagaensis</i> / <i>thalloidea</i>
Sanaga	30/12/2016, 27/01/2017	Suivi d'une population de <i>L. sanagaensis</i> (tronc d'arbre)

Plan de compensation pour *Ledermanniella sanagaensis* et *Ledermanniella thalloidea*

4.3.4.2 Objectifs

Ces campagnes avaient pour but de rechercher à nouveau sur certains affluents de la Sanaga les populations de *Ledermanniella sanagaensis* et de *Ledermanniella thalloidea*, d'évaluer les données par rapport à la transplantation sur les rivières Avo'o et Mbo'o et de contrôler les sites connus d'implantation de *Ledermanniella* (dont le tronc d'arbre couché en travers de Sanaga) dans la zone du Projet.

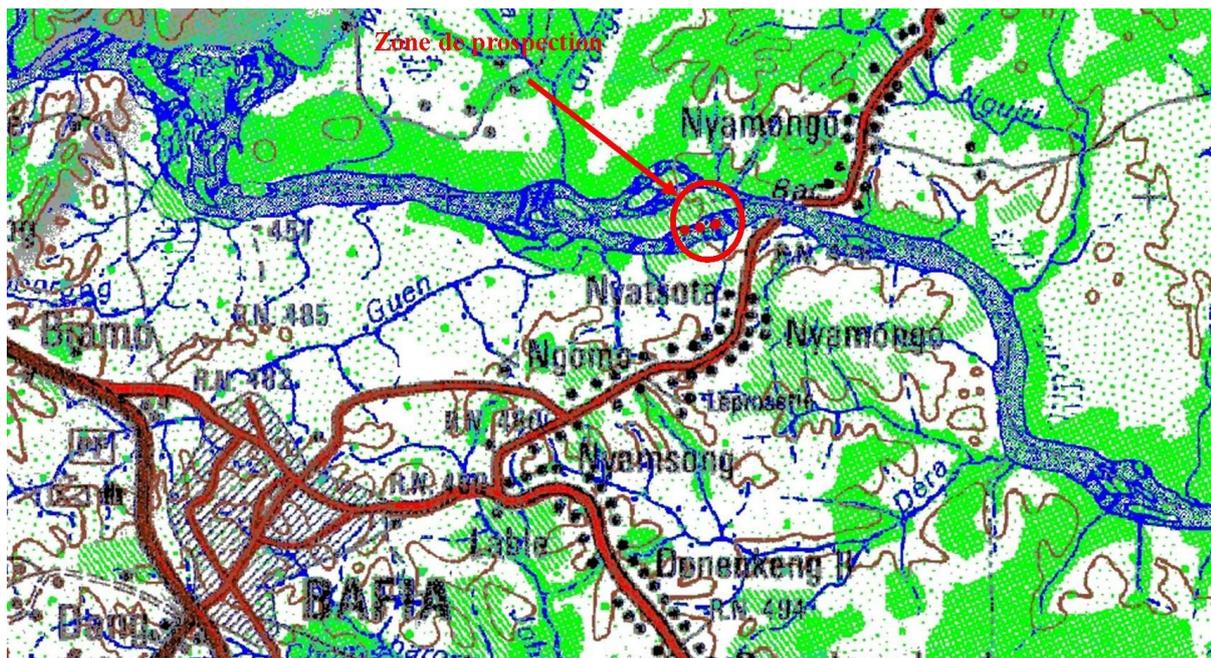
4.3.4.3 Méthodologie et zones prospectées

Les inventaires de terrain et le travail cartographique ont été menés selon la même méthodologie que la campagne 2015 et 2016. Les prospections ont eu lieu en équipe à pied.

4.3.4.4 Résultats

Prospection sur le Mbam

Ledermanniella sanagaensis a été observé sur le Mbam. Son identification est rendue difficile par sa proximité d'une autre espèce de Podostemaceae qui lui est proche (cette dernière constitue probablement une espèce nouvelle pour la science).



Localisation de la zone de prospection actuelle sur le Mbam.

Sur un linéaire prospecté de 8,55 km (surface 2.9 km²), sept stations distinctes de *Ledermanniella sanagaensis* ont été recensées sur le Mbam pour un total de 16 m². Les stations étaient toutes très proches les unes des autres. *L. thalloidea* n'a pas été trouvé. La densité variait entre 470-1500 individus/m².

Tableau résumant les populations recensées :

Populations	LatDéc	LongDéc	Surface occupée (Cm ²)
1	4.78775	11.2884167	40

Plan de compensation pour *Ledermanniella sanagaensis* et *Ledermanniella thalloidea*

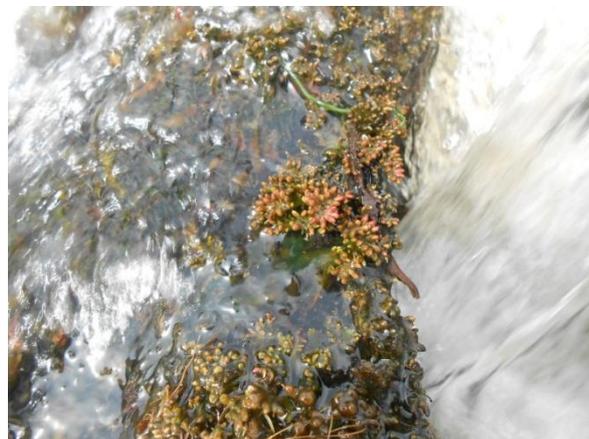
2	4.78791667	11.28855	50
3	5.3	11.45	60
4	5.3	11.4666667	25
5	5.3	11.4666667	230
6	4.78744	11.28644	150301
7	4.78699	11.28454	10100

Les caractéristiques de l'habitat où les populations de *L. sanagaensis* ont pu être observées sont les suivants :

- La hauteur de l'eau par rapport au substrat varie entre 2-15 cm
- la hauteur de la plante par rapport au fond du cours d'eau varie entre 20-110 cm
- Le faciès d'écoulement est généralement rapide
- La vitesse d'écoulement varie entre 2,4-7 Km/h



Ledermanniella sp. Nov. du Mbam (fin 2016)



Population sur le Mbam (Décembre 2016)

Prospections sur les autres affluents (Avo'o, Mbo'o, Djikem)

Les prospections de la Djikem à Mbandjock et de la Avo'o et Mbo'o ont été refaites ; les espèces cibles n'y ont pas été retrouvées. La Avo'o et Djikem contiennent d'autres espèces de Podostemaceae, ce qui démontre l'intérêt de ces sites pour ce groupe. Sur l'Avo'o sont présentes : *Ledermanniella boumiensis*, *Dicraeanthus zehnderi* et *Letestuelle tisseranti*. Sur la Djikem on trouve *Ledermanniella* sp.

Plan de compensation pour *Ledermanniella sanagaensis* et *Ledermanniella thalloidea*

Prospections sur la Sanaga

Pendant toute la période d'observation sur la Sanaga (décembre à janvier 2017), l'eau sur la Sanaga passait toujours par-dessus le tronc de *Erythrophloeum ivorense* couché en travers du courant, et sur lequel il avait encore des spécimens de *Ledermanniella sanagaensis* en 2016. En janvier 2017, l'espèce de Podostemaceae observée sur ce tronc d'arbre était *Tristicha trifaria* et non plus *Ledermanniella*. Les autres stations 2016 étaient également noyées complètement. Par conséquent, aucune observation de la présence et la couverture spatiale de l'espèce cible n'a pu être faite lors des campagnes de décembre 2016 et janvier 2017.

4.4 COMPARATIF DES RESULTATS DES CAMPAGNES 2015, 2016 ET 2017

4.4.1 SYNTHÈSE DES RESULTATS

Les résultats des relevés de terrain réalisés en 2015, 2016 et 2017 par l'équipe de M. Ghogue sont synthétisés dans le tableau ci-dessous.

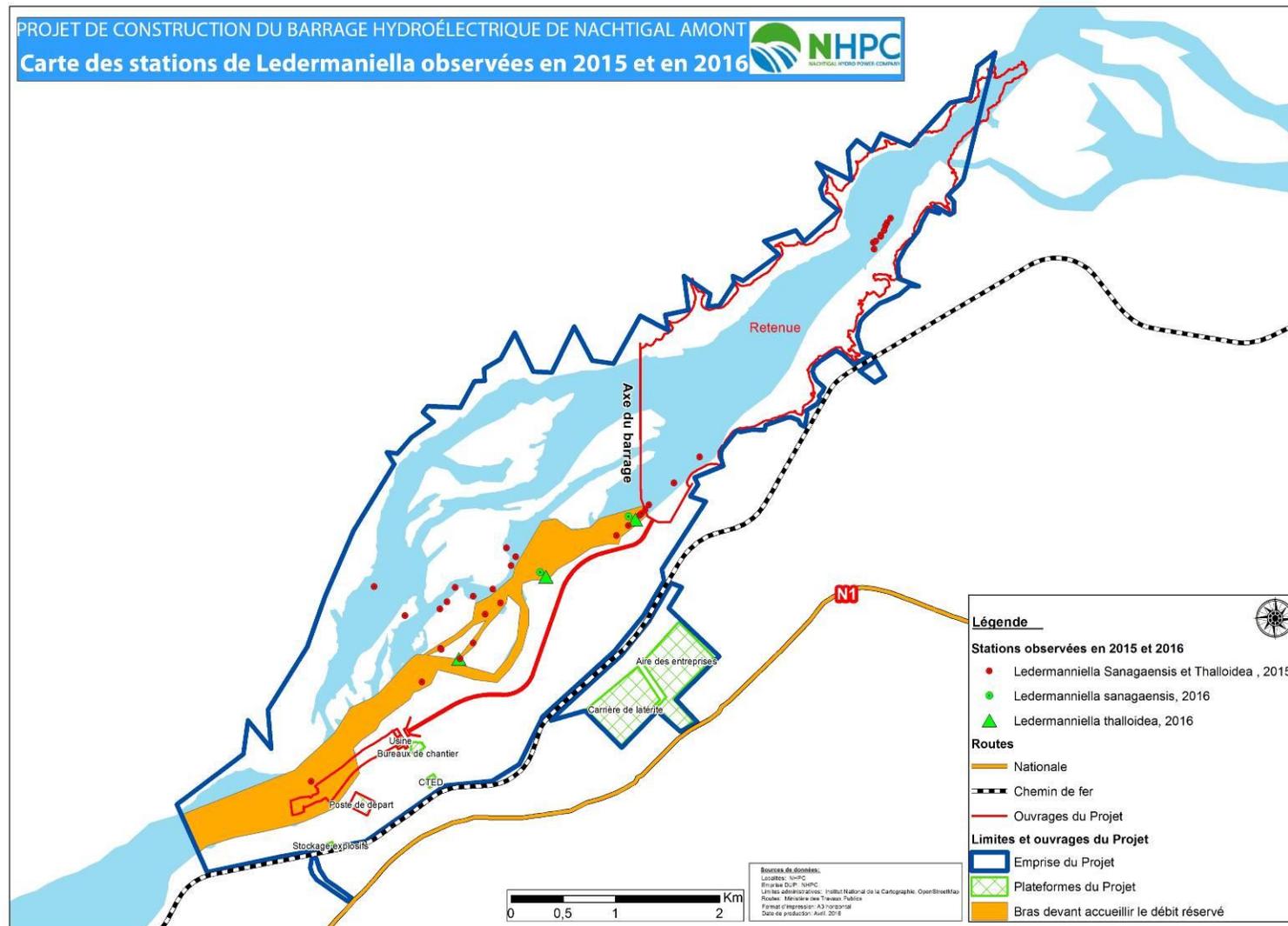
Espèces	Nombre de stations connues	Surfaces colonisées (en m ²)
DMU		
<i>Ledermanniella sanagaensis</i>	38	
<i>Ledermanniella thalloidea</i>	9	
Baseline 2015 - zone du projet		
<i>Ledermanniella sanagaensis</i>	35	206 000 m ²
<i>Ledermanniella thalloidea</i>	35	206 000 m ²
Baseline 2016 - zone du projet		
<i>Ledermanniella sanagaensis</i>	2	12 m ²
<i>Ledermanniella thalloidea</i>	3	10 m ²
Baseline 2017 - zone du projet		
<i>Ledermanniella sanagaensis</i>	0	0 m ²
<i>Ledermanniella thalloidea</i>	0	0 m ²

Ainsi, sur les 70 stations relevées en 2015 (avant la mise en service de Lom Pangar), seulement 3 stations de *Ledermanniella thalloidea* et 2 stations de *Ledermanniella sanagaensis* localisées en vert sur la carte ci-dessous ont pu être identifiées en 2016 ; aucune station de *Ledermanniella* n'a pu être observée en 2017 dans la zone du Projet.

On peut aussi noter que grâce aux prospections de terrain engagées sur 2015/2016/2017 dans le cadre du projet de Nachtigal, le nombre de stations de *Ledermanniella thalloidea* recensées (sur la zone du projet et en dehors de la zone du Projet) est plus important que celui recensé jusqu'à présent à l'échelle du pays.

Plan de compensation pour *Ledermanniella sanagaensis* et *Ledermanniella thalloidea*

Cette différence s'explique par un effort d'échantillonnage limité sur ce territoire, ce qui laisse à penser que la distribution réelle de l'espèce reste très méconnue.

Plan de compensation pour *Ledermanniella sanagaensis* et *Ledermanniella thalloidea*Figure 12 : Distribution des stations de *Ledermanniella* sur la zone du projet en 2015 et 2016.

Plan de compensation pour *Ledermanniella sanagaensis* et *Ledermanniella thalloidea*

Sur la base d'évaluations menées par M. Ghogue, les deux figures ci-après présentent une estimation des surfaces respectivement occupées par *Ledermanniella thalloidea* et *Ledermanniella sanagaensis* au niveau de la zone du projet en 2015 et en 2016. Pour rappel, aucune station n'a été observée en 2017 dans la zone du Projet.

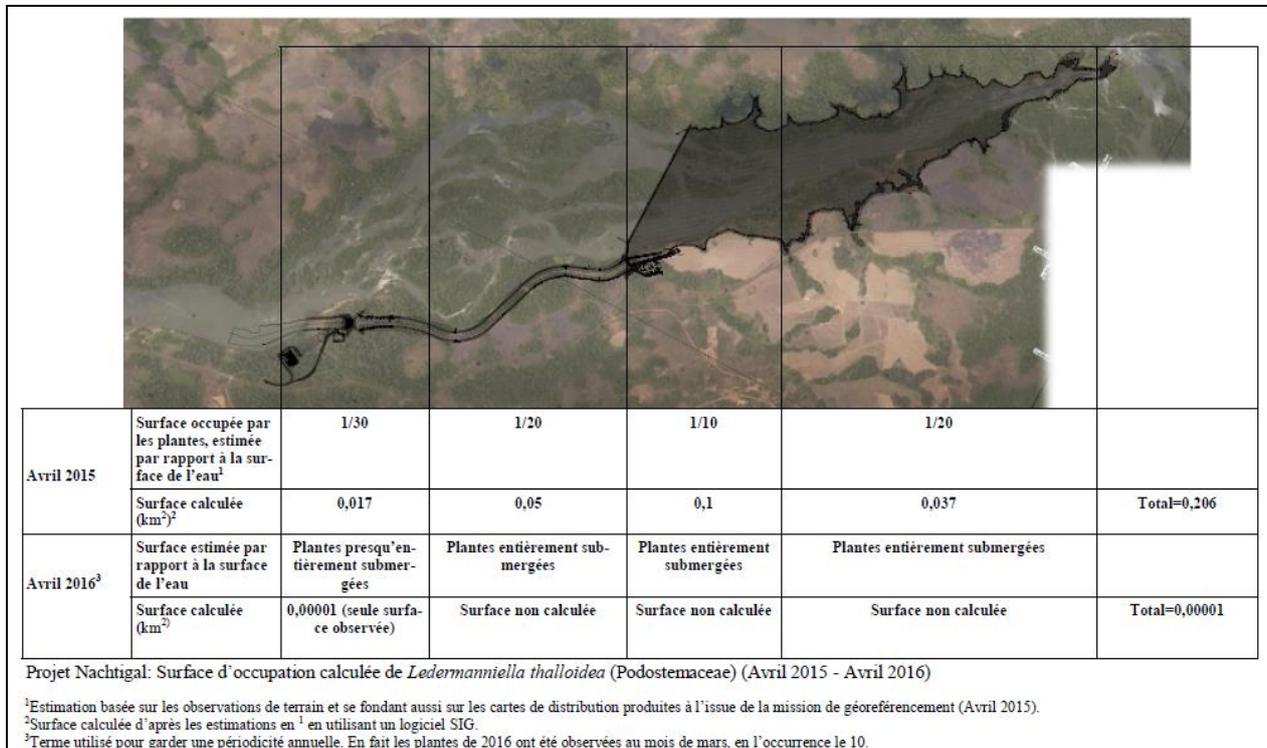


Figure 13 : Surface occupée par *Ledermanniella thalloidea* sur la zone du projet en 2015 et 2016

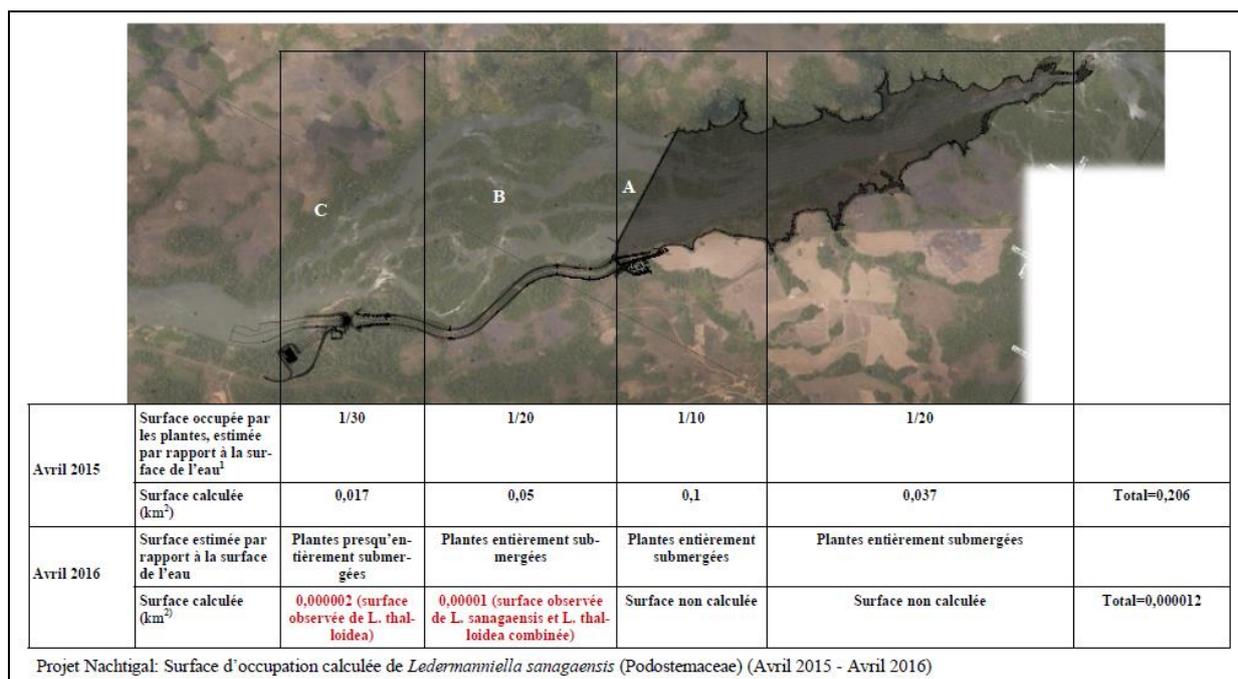


Figure 14 : Surface occupée par *Ledermanniella sanagaensis* sur la zone du projet en 2015 et 2016

Plan de compensation pour *Ledermanniella sanagaensis* et *Ledermanniella thalloidea*

Les *Ledermanniella* sont de petites plantes de fond qui sont, de fait, submergées dès que les débits deviennent trop importants. Ce seuil entraînant une submersion de l'intégralité des stations a été évalué à 400 m³/s pour le site de Nachtigal.

Sur ce dernier, le débit maximal pour assurer des conditions suffisantes au développement des *Ledermanniella* se situe donc autour de 375 m³/s. Il permet en effet une exondation des surfaces colonisées par ces deux espèces permettant ainsi la floraison et l'accomplissement du cycle de reproduction.

Comme illustré sur la graphique ci-dessous, la baisse des débits en deçà de cette valeur seuil observée entre la deuxième et la fin de la troisième semaine du mois de mars 2016 a permis de revenir à des conditions favorables à ces espèces, ce qui explique que de petites populations des *Ledermanniella* aient été observées.

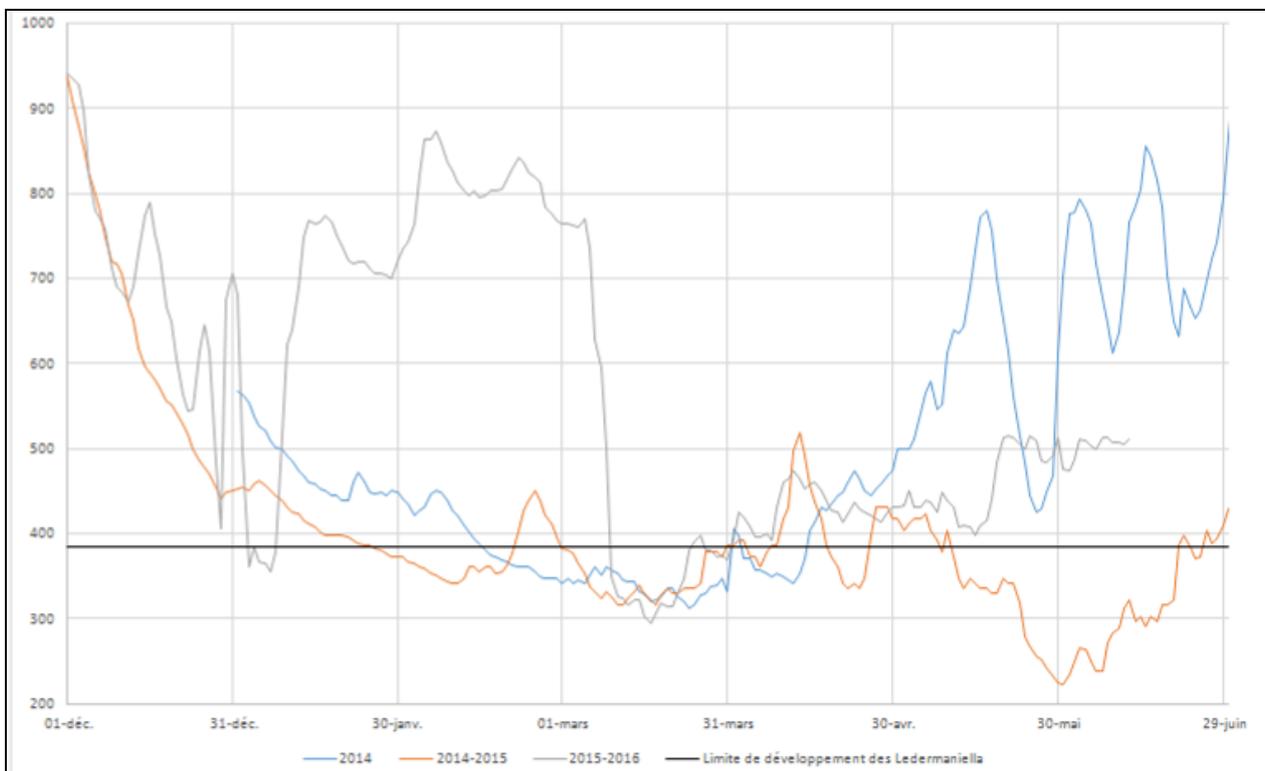


Figure 15 : Débits à Nachtigal au cours des 3 derniers étiages (2014, 2015 et 2016)

Depuis la mise en eau de Lom Pangar, l'émersion a néanmoins été très brève (une semaine environ) et les plantes observées ont de nouveau été submergées.

4.4.2 LIMITES DE L'ETUDE ET DIFFICULTES D'ECHANTILLONNAGE

Les forts débits liés aux lâchers d'eau de Lom Pangar constatés lors des prospections de 2016 ont provoqué une submersion d'une grande majorité des stations de *Ledermanniella* recensées en 2015. Les hauteurs d'eau générées par ces débits n'ont pas non plus permis de quantifier avec précision les densités et les surfaces occupées par les deux espèces au niveau des trois stations identifiées en 2016. Cette dernière donnée a donc été estimée.

Plan de compensation pour *Ledermanniella sanagaensis* et *Ledermanniella thalloidea*

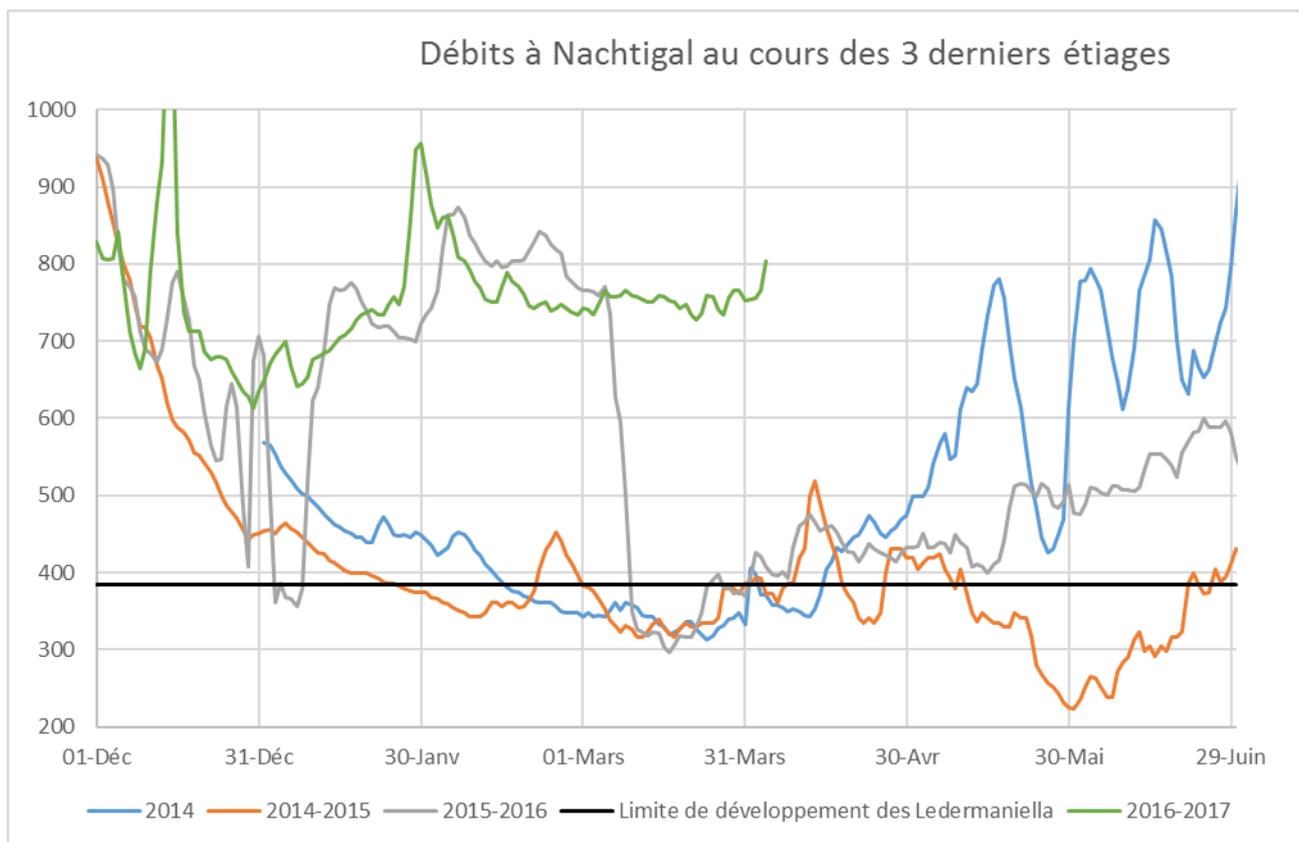
Par ailleurs, certaines zones n'ont pas pu être explorées en détail pour des raisons évidentes de sécurité (secteurs de chûtes et rapides, rochers glissants,...) et les inventaires se sont donc focalisés en priorité sur les zones accessibles et sécurisées.

Aussi, au vu de ces contraintes et des conditions hydrologiques rencontrées, cet inventaire ne peut être considéré comme totalement exhaustif, un certain nombre d'individus ayant pu échapper au recensement.

L'effort d'échantillonnage conséquent (près de 25 jours de prospections) associé à l'expérience de terrain de M. Ghogue ont néanmoins permis de disposer d'une base de données suffisamment robuste pour évaluer les impacts du projet de Nachtigal.

Pour consolider ces résultats, des reconnaissances complémentaires ont été réalisées au premier trimestre 2017.

Aucune station de Podostemaceae n'a été retrouvée dans la zone du projet. En effet, depuis la mise en service de Lom Pangar, la régularisation des débits de la Sanaga entraîne une submersion des stations incompatible avec le développement de la phase végétative des plantes : voir graphique ci-dessous : le débit minimal observé pendant la saison sèche 2016/ 2017 était de 626m³/s le 30 décembre 2016.



Plan de compensation pour *Ledermanniella sanagaensis* et *Ledermanniella thalloidea*

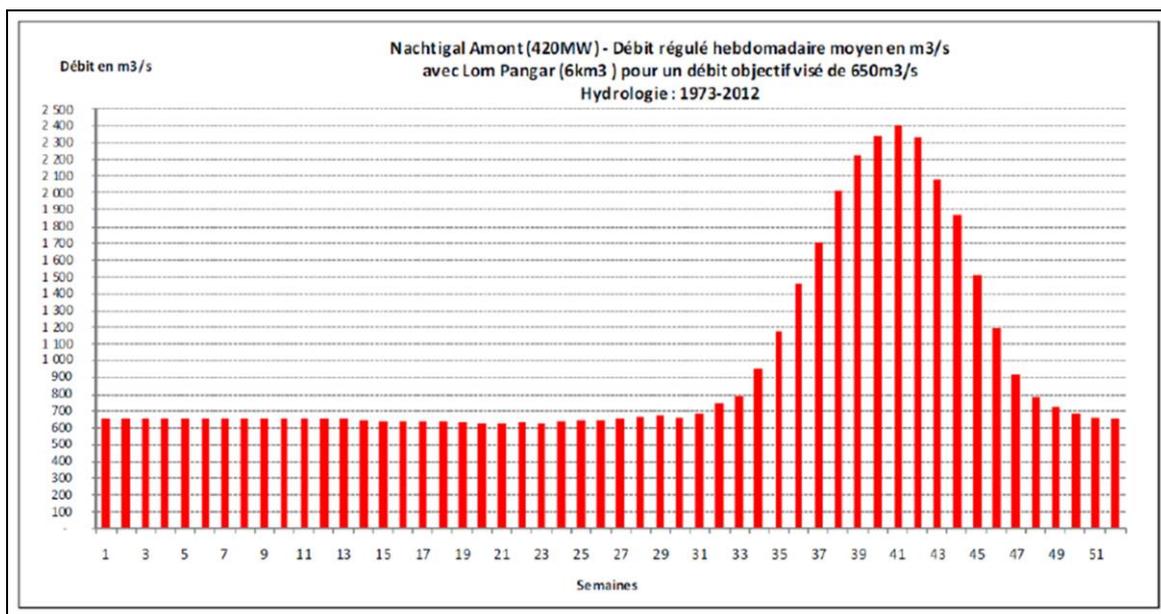
5. IMPACTS DU PROJET SUR LE GENRE *LEDERMANNIELLA*

5.1 INFLUENCE DE LOM PANGAR ET CHOIX DE L'ETAT DE REFERENCE

Comme présenté précédemment, les campagnes d'inventaires menées sur la zone du projet ont permis d'identifier 76 stations de *Ledermanniella* en 2015, contre seulement 5 stations en 2016, et aucune station en 2017.

Cette diminution très significative est liée à la mise en eau du réservoir de Lom Pangar (6 Mdm³) qui s'est achevée en début novembre 2016, l'apport hydrologique est à présent régulé à 650 m³/s sur le site de Nachtigal (en sachant que la mise en eau partielle initiée à la fin septembre 2015 générait déjà des débits avoisinant les 400 m³/s).

Le nouveau régime hydrologique envisagé à Nachtigal suite à la construction du projet de Lom Pangar est présenté sur la figure ci-dessous. Il se caractérise par deux saisons hydrologiques clairement marquées, avec une régulation à 650 m³/s par les retenues amont (Lom Pangar et Mbakaou) pendant la saison sèche (32 semaines environ) et par un débit entrant pouvant dépasser le débit d'équipement de l'aménagement de 980 m³/s lors de la saison humide (20 semaines environ).



Plan de compensation pour *Ledermanniella sanagaensis* et *Ledermanniella thalloidea*

Nachtigal. Avec la mise en service du barrage-réservoir de Lom Pangar, ces niveaux de débit sur le site de Nachtigal ne seront plus atteints.

Le manque de connaissances sur ces espèces ne permet pas de conclure avec certitude sur la disparition des stations existantes en raison de ces changements hydrologiques liés à l'aménagement de Lom Pangar mais l'enneigement ou l'assèchement permanent des stations risquent à terme d'entraîner leur disparition car ces espèces ont besoin d'une alternance exondation/inondation pour se développer.

S'il apparaît indispensable de poursuivre le suivi de ces stations après 2017 de manière à confirmer cet impact significatif du barrage-réservoir de Lom Pangar, l'évaluation des impacts imputables au projet de Nachtigal nécessite de prendre en compte ce nouveau contexte hydrologique. En effet, le projet n'est responsable que des impacts qu'il crée au-delà de la situation initiale observée à l'engagement de sa construction.

Dans ce contexte, les relevés de 2016 et début 2017 seront considérés comme l'état de référence pour évaluer les impacts potentiels du projet de Nachtigal amont.

Une analyse des risques d'incidences sur les stations de *Ledermanniella* liées au projet Nachtigal Amont est présentée pour information au paragraphe ci-dessous.

5.2 EVALUATION DES IMPACTS POTENTIELS DU PROJET DE NACHTIGAL

Il est à noter qu'actuellement, il n'est pas connu si *Ledermanniella* peut survivre plusieurs années en immersion (suite à la mise en eau de Lom Pangar et le soutien de débit d'étiage). Les impacts du Projet Nachtigal sur *Ledermanniella* n'auront lieu que si certains spécimens de *Ledermanniella* persistent jusqu'au début de la construction du barrage.

L'évaluation des impacts potentiels repose sur les connaissances actuelles de l'écologie et de la distribution du genre *Ledermanniella* ainsi que sur les caractéristiques techniques de l'aménagement hydroélectrique.

Les impacts que pourra avoir le projet se situent, d'une part, au niveau du barrage et de la retenue, et d'autre part, en aval du barrage.

Au vu des éléments connus du projet et des relevés floristiques réalisés, deux grands types d'impacts sont possibles :

- Destruction de stations et d'individus de *Ledermanniella* par assèchement dans le TCC non-alimenté par le débit réservé, dans l'hypothèse où ces espèces peuvent survivre à l'immersion de plus d'un cycle écologique
- Altération des milieux de vie de la plante.

Ces impacts interviendront selon 2 composantes principales du projet :

- La construction du barrage et la mise en eau de la retenue ;
- La modification des conditions écologiques en aval du barrage en raison des modifications du régime hydraulique.

Ces deux éléments sont à prendre en compte dans l'évaluation des impacts potentiels du projet sur les deux espèces de *Ledermanniella*.

Plan de compensation pour *Ledermanniella sanagaensis* et *Ledermanniella thalloidea*

Destruction de stations de *Ledermanniella* au niveau du barrage

Si des spécimens de *Ledermanniella* arrivent à survivre plusieurs années en immersion suite à la mise en eau de Lom Pangar et le soutien d'étiage, ils peuvent être impactés de façon définitive par la construction du barrage. La construction du barrage aurait donc pour conséquence la destruction de certains spécimens. En revanche, la mise en eau de la retenue n'aura pas d'impact supplémentaire par rapport à Lom Pangar (dans les deux cas *Ledermanniella* est noyé définitivement dans la zone).

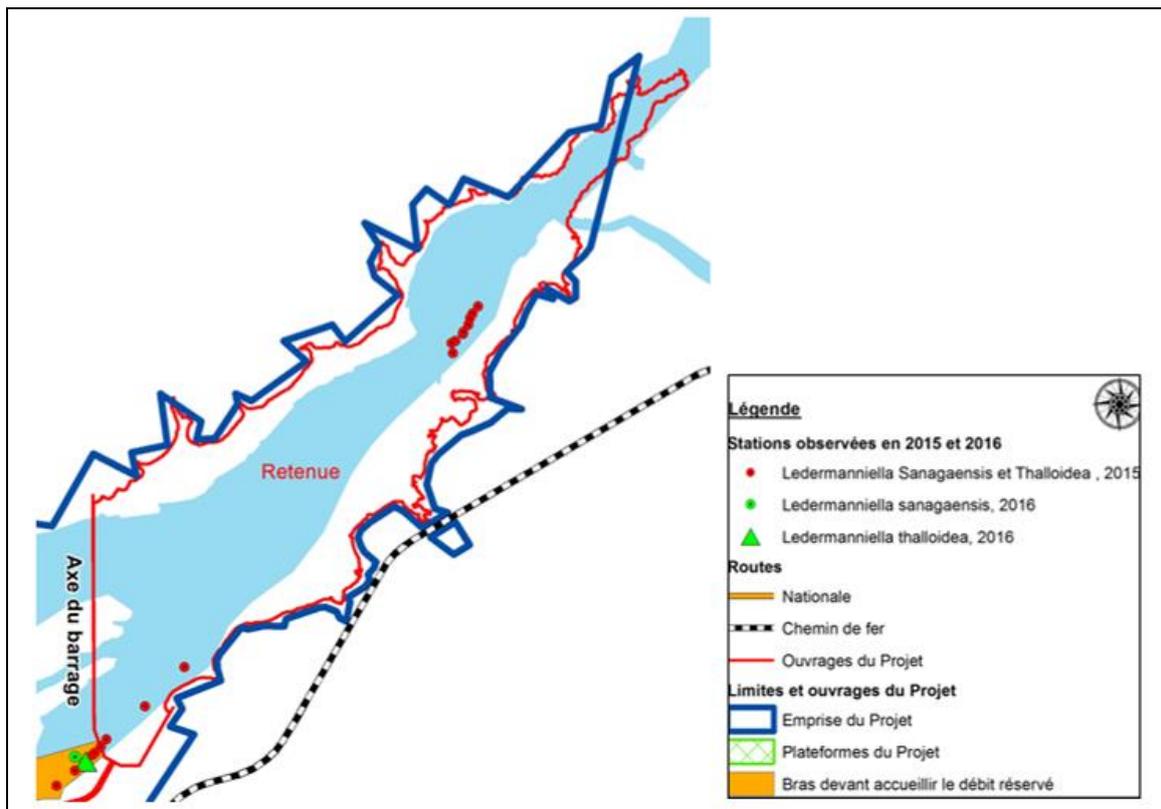
Plan de compensation pour *Ledermanniella sanagaensis* et *Ledermanniella thalloidea*

Figure 17 : Distribution au niveau de la retenue des stations de *Ledermanniella* recensées en 2015 et 2016

Les prospections de 2015 avaient permis d'identifier la présence de plusieurs stations communes de *Ledermanniella sanagaensis* et *Ledermanniella thalloidea* au niveau de l'emprise du barrage, recouvrant une surface de 10 hectares environ (cf. figures 13 et 14).

En 2016 et en 2017, les inventaires réalisés n'ont toutefois pas permis de retrouver ces stations en raison des débits générés par les lâchers d'eau de Lom Pangar.

Avec de tels niveaux d'eau, les stations sont entièrement submergées et le genre *Ledermanniella* ne trouve plus de conditions favorables à l'accomplissement de son cycle de reproduction. Si *Ledermanniella* ne peut pas persister plusieurs années en submersion, l'impact du Projet Nachtigal Amont sur ces peuplements serait alors nul. A l'heure actuelle, il n'y a aucune évidence ni étude permettant d'attester à la résilience des Podostemaceae à une immersion prolongée.

Altération des milieux de vie des *Ledermanniella* à l'aval du barrage

Le barrage représente un obstacle physique sur le cours d'eau qui, par dérivation d'une majorité du débit vers l'usine, entraînera une modification des conditions hydrauliques en aval. De telles modifications de débits sont susceptibles d'avoir une incidence sur les milieux naturels en aval du barrage. Dans le Tronçon Court-Circuité (TCC) de 3 km, une absence de débit réservé résultera en la destruction d'individus par assèchement, si des spécimens persistent plusieurs années après la mise en eau de Lom Pangar. Néanmoins, même sans barrage de Nachtigal amont, les conditions hydrologiques sont déjà modifiées par le soutien d'étiage de Lom Pangar ; les *Ledermanniella* qui y sont présentes seraient donc déjà vouées à destruction.

Plan de compensation pour *Ledermanniella sanagaensis* et *Ledermanniella thalloidea*

Au niveau du TCC, 22 stations communes aux deux espèces (soit 44 stations au total) ont été identifiées en 2015 pour une surface occupée de 67 000 m² mais seulement 5 stations (1 station de *L. thalloidea* et 2 stations communes de *L. thalloidea* et de *L. sanagaensis*) ont été retrouvées en 2016 et aucune en 2017.

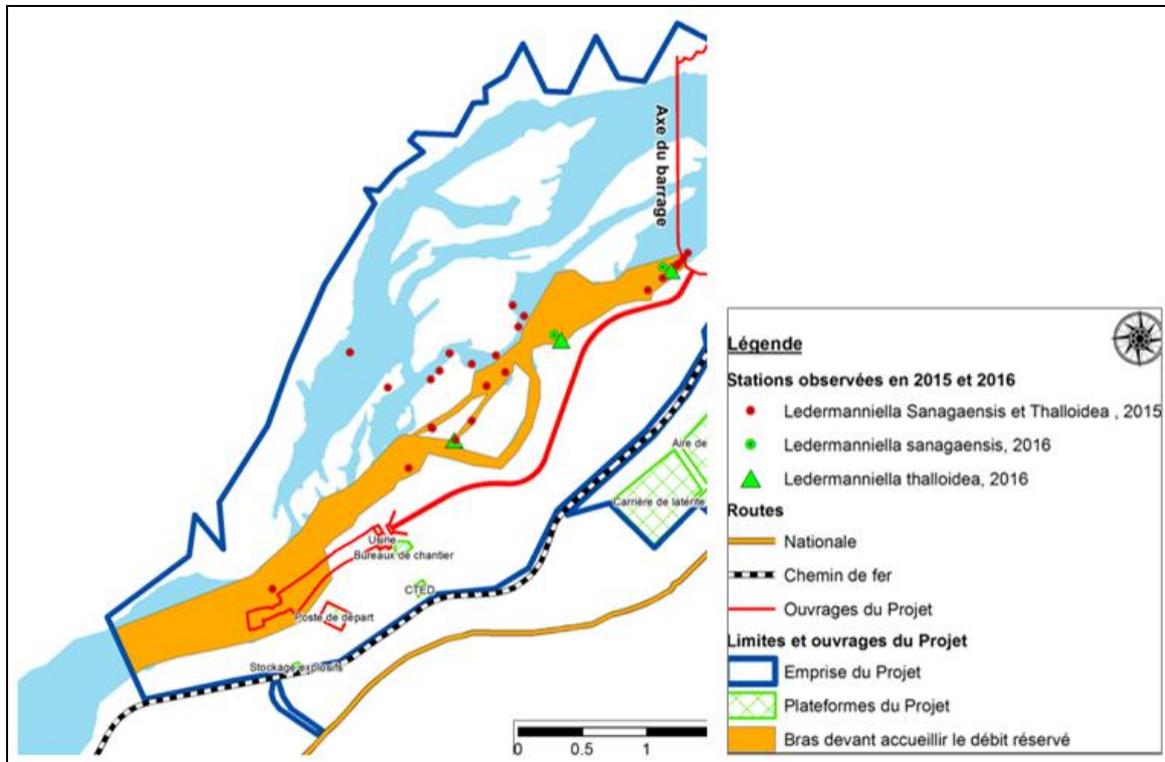


Figure 18 : Distribution à l'aval du barrage des stations de *Ledermanniella* recensées en 2015 et 2016

La surface occupée en 2016 par *Ledermanniella thalloidea* et *Ledermanniella sanagaensis* s'élève respectivement à 10 et 12 m².

Synthèse des impacts initiaux

En considérant l'année 2017 comme référence pour l'état initial, le tableau ci-après synthétise les impacts initiaux du projet sur les deux espèces de *Ledermanniella*.

Cause	Nature	Type	Quantification de l'impact initial	
			Nombre de stations	Surface concernée
<i>Ledermanniella sanagaensis</i>				
Construction du barrage et remplissage de la retenue	Destruction par submersion des stations et des milieux de vie de la plante	Direct et permanent	Aucune station identifiée (13 en 2015)	0 m ² (137 000 m ² en 2015)
Modifications écologiques engendrées en aval du projet (TCC)	Altération des milieux de vie de la plante (assèchement)	Indirect et permanent	Aucune station identifiée (2 stations identifiées en 2016 et 22 en 2015)	0 m ² (12 m ² en 2016 et 67 000 m ² en 2015)

Plan de compensation pour *Ledermanniella sanagaensis* et *Ledermanniella thalloidea*

Cause	Nature	Type	Quantification de l'impact initial	
			Nombre de stations	Surface concernée
<i>Ledermanniella thalloidea</i>				
Construction du barrage et remplissage de la retenue	Destruction par submersion des stations et des milieux de vie de la plante	Direct et permanent	Aucune station identifiée (13 en 2015)	0 m ² (137 000 m ² en 2015)
Modifications écologiques engendrées en aval du projet (TCC)	Altération et assèchement des stations et des milieux de vie de la plante	Indirect et permanent	Aucun station identifiée (3 stations identifiées en 2016 et 22 en 2015)	0 m ² (10 m ² en 2016 et 67 000 m ² en 2015)

Sans débit réservé, le projet aura donc pour effet la modification de milieux de vie, mais pas de destruction supplémentaire de *Ledermanniella* (par rapport à l'état initial avec le soutien d'étiage) :

Plan de compensation pour *Ledermanniella sanagaensis* et *Ledermanniella thalloidea*

6. MESURES DE REDUCTION D'IMPACT

Le présent chapitre a pour objet de rappeler le contenu (voir le Plan d'Action Biodiversité pour plus de détails) et présenter l'état d'avancement des principales mesures de réduction d'impact permettant d'atténuer les effets qui n'ont pu être évités.

Cette démarche s'inscrit dans le cadre de la séquence « éviter, réduire, compenser ». De ce fait, la compensation n'est envisagée qu'en dernier recours, une fois que des mesures d'évitement et de réduction des impacts ont été entreprises.

6.1 LUTTE CONTRE LA DEGRADATION DE L'HABITAT, LES POLLUTIONS ACCIDENTELLES ET LE RELARGAGE DE MES

Description

Afin d'éviter tout risque de pollution accidentelle du milieu naturel, des eaux superficielles et souterraines lors des travaux (pollution par des huiles, graisses, hydrocarbures...) ou de relargage de Matières En Suspension (MES), un certain nombre de mesures préventives ont été prévues pour minimiser le risque d'érosion, en particulier anticiper le risque accru en saison des pluies :

- Goudronner les pistes ;
- Etablissement d'un "Plan de gestion du déboisement" visant à minimiser les zones déboisées et décapées : la végétation sera au maximum maintenue notamment sur les sites où il n'y a pas de besoin de terrassement. Dans le cas où un simple déboisement suffit, la couverture végétale rasante et les systèmes racinaires seront maintenus. L'usage de véhicules à chenille sera interdit pour effectuer le déboisement dans ces zones ;
- Adapter l'aménagement des talus et les décaissements aussi bien en phase pérenne que lors des phases temporaires du chantier ;
- Adapter les méthodes de travail retenues pour tous les travaux de terrassement et de gestion des matériaux.

Sur les zones de chantier où le sol sera mis à nu, mettre en œuvre des mesures de contrôle de l'érosion basée en particulier sur les 2 solutions suivantes :

- Mettre en place un réseau de drainage du site récupérateur des eaux de pluie ou de ruissellement répondant aux objectifs suivants :
 - dévier et canaliser l'eau pour éviter un ruissellement non contrôlé des eaux de pluie ;
 - traiter les eaux de drainage avant rejet dans le milieu naturel ;
- définir des solutions de génie écologique (couvert végétal, plantations...) qui concourront de manière temporaire ou permanente à limiter l'érosion des sites.

Plan de compensation pour *Ledermanniella sanagaensis* et *Ledermanniella thalloidea*

Des dispositions visant à réduire l'apport de matières en suspension ou autres polluants dans les cours d'eau par la gestion des rejets d'eau de ruissellement par la mise en place de :

- mesures de traitement des eaux de ruissellement ;
- mesures de traitement des eaux drainées par les travaux souterrains ;
- mesures de traitement des eaux issues du lavage des bétonnières ou des centrales à béton ;
- mesures de traitement des eaux usées issues des sanitaires (toilettes et douches/lavabos) sur les sites de chantier.

Etat d'avancement

Cette mesure a été intégrée dans les spécifications du Dossier de Consultation des Entreprises pour le contrat de construction.

Elle sera mise en œuvre lors de la phase de construction.

Impacts traités par la mesure

Cette mesure vise à limiter l'impact des défrichements qui pourraient entraîner indirectement une érosion et/ou un relargage de MES préjudiciable aux populations de *Ledermanniella*.

S'agissant de dispositions préventives, le bénéfice attendu vis-à-vis des deux espèces est difficilement évaluable puisqu'il s'agit d'éliminer à la source le risque d'impact.

6.2 RESTITUTION D'UN DEBIT RESERVE DANS LE TRONÇON COURT-CIRCUITE

Description

Comme indiqué au paragraphe 5.2, l'influence du soutien d'étiage de Lom Pangar conduit à une destruction définitive des *Ledermanniella* dans la zone du Projet. Il y a donc une opportunité dans le tronçon court-circuité de 3 km (entre le barrage et l'usine) de restituer un débit réservé afin d'assurer des conditions de vie favorables à ces espèces sensibles.

Cette mesure consiste à maintenir à tout moment à minima un débit réservé modulé entre 25 m³/s (correspondant au 1/40ème du module) et 47 m³/s dans le bras rive gauche de la Sanaga (représenté en orange sur la figure ci-dessous) qui a accueilli les 5 stations de *Ledermanniella* recensées en 2016.

Plan de compensation pour *Ledermanniella sanagaensis* et *Ledermanniella thalloidea*

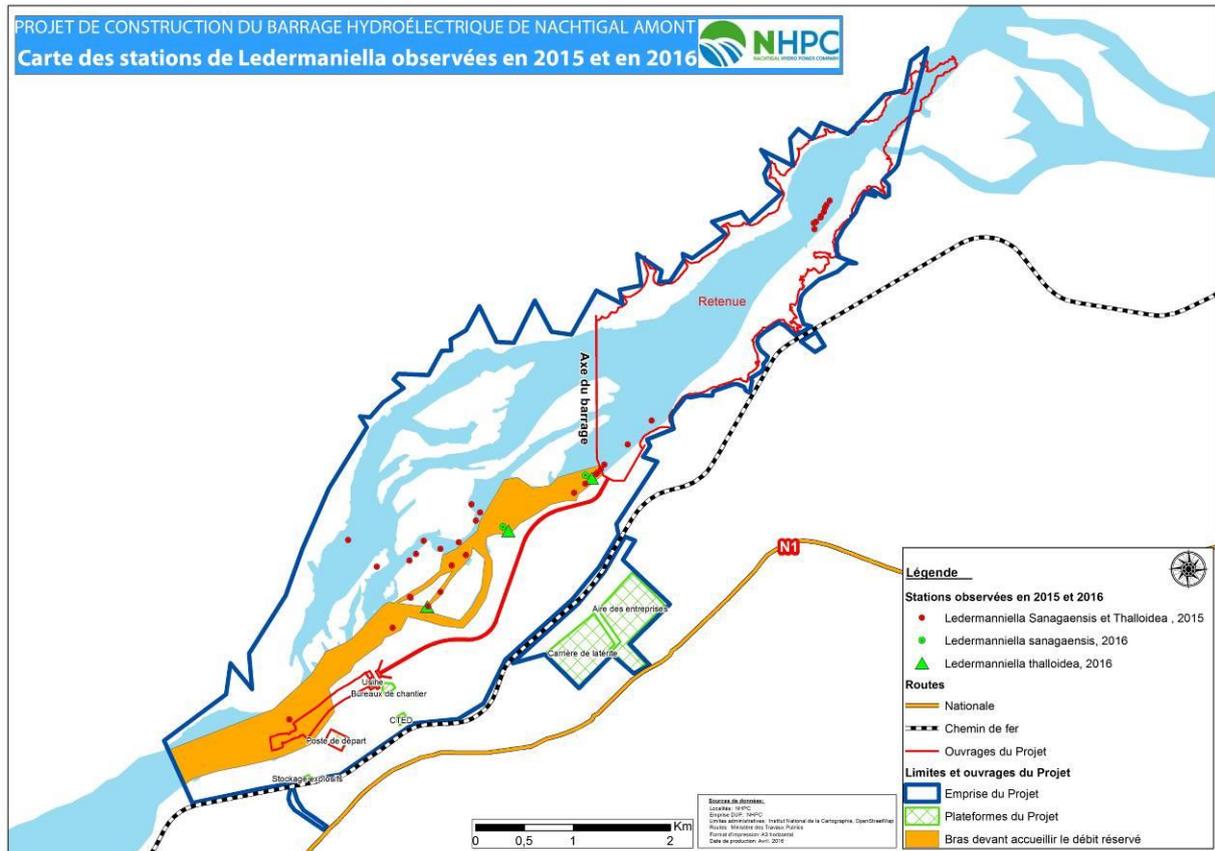


Figure 19 : Localisation du bras (en orange) qui recevra le débit réservé

Bien que le lit majeur de la Sanaga ait été identifié en rive gauche, à proximité de la zone où la restitution du débit réservé est envisagée, il sera potentiellement nécessaire d'effectuer quelques aménagements à l'aval immédiat du barrage afin de canaliser les écoulements.

Ce débit réservé, qui bénéficiera également à la faune piscicole, sera délivré au maximum 200 m en aval de l'axe du barrage de manière à préserver le maximum de stations.

En phase d'exploitation, il sera régulé et mesuré quotidiennement dans le cadre de l'exploitation courante de l'ouvrage.

Etat d'avancement

La mise en place d'un débit réservé a été intégrée dans les spécifications du Dossier de Consultation des Entreprises pour le contrat de construction.

Les dispositions constructives de l'Entrepreneur, en particulier lors de la réalisation des ouvrages amont (barrages BCR, dérivations provisoires, batardeaux...) ont été définies pour tenir compte de cette exigence dès la phase chantier.

Plan de compensation pour *Ledermanniella sanagaensis* et *Ledermanniella thalloidea*

Un suivi scientifique des populations de *Ledermanniella* sera mené pendant les premières années d'exploitation afin de confirmer l'efficacité de cette modulation de débit. Le cas échéant, celui-ci pourra être réajusté.

Impacts traités par la mesure

Le principe de restituer un débit réservé modulé dans le Tronçon Court-Circuité permettra de réimplanter les espèces, si les tests sont concluants et d'éviter la disparition de ces espèces par assèchement, dans l'hypothèse où ces espèces peuvent survivre à l'immersion de plus d'un cycle écologique

Qui plus est, l'option consistant à délivrer le débit réservé dans le bras rive gauche où le plus grand nombre de stations a été retenue historiquement (inventaires de 2015 et 2016) de manière à préserver la totalité des stations recensées en 2016, à savoir :

- 3 stations de *Ledermanniella thalloidea*, pour une surface colonisée 10 m².
- 2 stations *Ledermanniella sanagaensis*, pour une surface colonisée 12 m².

Par ailleurs, la modulation du débit réservé entre 25 m³/s et 47 m³/s a été définie dans l'objectif de reproduire les niveaux d'étiage naturellement observés et suffisant à l'accomplissement du cycle biologique de la plante (exondation nécessaire à la floraison).

Ainsi, la restitution de ce débit réservé permettra de créer une surface mouillée de 170 000 m² favorable au genre *Ledermanniella*.

Par rapport à la situation actuelle, cette mesure entraînera donc une amélioration significative des conditions de développement des *Ledermanniella* qui ne sont aujourd'hui plus assurées suite à la régulation de débit à 650 m³/s assurée par les retenues amont (Lom Pangar et Mbakaou) pendant la saison sèche.

Dans l'hypothèse où ces espèces peuvent a priori survivre à l'immersion de plus d'un cycle écologique s'il n'y a pas d'envasement, le rétablissement de la qualité de leur milieu de vie à partir de 2019 (date de mise en fonctionnement du débit réservé) pourrait permettre la reprise des *Ledermanniella* qui ont pu résister aux débits élevés depuis 2016 ainsi que l'implantation des *Ledermanniella* transplantés.

Plan de compensation pour *Ledermanniella sanagaensis* et *Ledermanniella thalloidea*

7. EVALUATION DES IMPACTS RESIDUELS

Le tableau suivant synthétise les impacts permanents du projet sur les *Ledermanniella* après la mise en place de ces dispositions.

Typologie de l'impact	Impact initial par rapport à la situation 2017	Mesures de réduction d'impact	Impact résiduel
<i>Ledermanniella sanagaensis</i>			
Destruction par submersion des stations et des milieux de vie de la plante au niveau du barrage et de la retenue	Aucune station identifiée	-	-
Altération des milieux de vie de la plante en aval du projet	Aucune station identifiée (en 2016 : 2 stations <i>L. sanagagensis</i> , pour une surface colonisée 12 m ²)	1. Lutte contre les pollutions accidentelles et le relargage de MES 2. Restitution d'un débit réservé	0
<i>Ledermanniella thalloidea</i>			
Destruction par submersion des stations et des milieux de vie de la plante au niveau du barrage et de la retenue	Aucune station identifiée	-	-
Altération des milieux de vie de la plante en aval du projet	Aucune station identifiée (en 2016 : 3 stations de <i>L. thalloidea</i> , pour une surface colonisée 10 m ²)	1. Lutte contre les pollutions accidentelles et le relargage de MES 2. Restitution d'un débit réservé	0

Les mesures d'atténuation proposées, en particulier la restitution d'un débit réservé, permettront de restaurer l'intégralité des 5 stations (présentes en 2016) de *Ledermanniella* susceptibles d'être affectées par le projet, si elles persistent.

A ce titre et compte tenu du principe de proportionnalité, il ne semble pas justifié de proposer de mesures compensatoires.

Toutefois, l'habitat de ces deux espèces de *Ledermanniella* ayant été identifié comme « critique » au regard des standards de performance IFC PS6 « Conservation de la biodiversité et gestion durable des ressources naturelles vivantes » et dans un objectif de « net gain », des mesures d'accompagnement sont proposées.

Plan de compensation pour *Ledermanniella sanagaensis* et *Ledermanniella thalloidea*

8. MESURES D'ACCOMPAGNEMENT

Cinq mesures d'accompagnement sont proposées.

Pour la première (8.1), l'objectif est d'améliorer et consolider les connaissances de la distribution des *Ledermanniella* dans et surtout en dehors de la zone du Projet (sur les affluents majeurs).

La deuxième mesure (8.2) consiste à préserver et mieux comprendre le patrimoine génétique des *Ledermanniella* en créant des banques de graines et en réalisant des analyses génétiques des spécimens récoltés.

Pour les deux prochaines mesures (8.3 et 8.4), l'objectif est de conserver et renforcer les populations du genre *Ledermanniella* qui sont aujourd'hui fortement menacées par les niveaux d'eau observés suite à la mise en service du barrage-réservoir de Lom-Pangar.

La dernière mesure (8.5) s'inscrit dans un objectif de suivi de la mise en œuvre des mesures, d'amélioration et de partage des connaissances sur le genre *Ledermanniella*.

8.1 INVENTAIRES DE LA DISTRIBUTION ET SUIVI DE LA RESILIENCE DES LEDERMANNIELLA

Objectif et justification de la mesure

Cette mesure vise à améliorer les connaissances de la distribution de *Ledermanniella sanagaensis* et *Ledermanniella thalloidea* en dehors de la zone du Projet et à continuer à surveiller sa présence / absence dans la zone du Projet.

Cette mesure permettra également de suivre la recolonisation spontanée des *Ledermanniella* au niveau du tronçon court-circuité (et les éventuelles translocations) suite à la mise en place du débit réservé. Il s'inscrit dans une volonté d'amélioration des connaissances sur la biologie et l'écologie de ces deux taxons et d'alimenter en retour d'expériences les différents acteurs de la conservation.

Description et mise en œuvre

Inventaires

L'objectif étant d'améliorer les connaissances sur la distribution de ces deux espèces, encore mal connues, l'accent est mis sur l'étendue spatiale inventoriée pendant la période d'étiage (décembre/janvier à avril). Etant donné la distribution actualisée de *Ledermanniella sanagaensis* (§4) et sa découverte récente sur le Mbam, il est proposé de continuer les recherches de populations sur ce cours d'eau pour mieux connaître son étendue spatiale. Dans toute cette aire d'étude et en même temps, *L. thalloidea* sera recherché.

Les zones à prospecter incluent :

- La zone du Projet et les affluents dans cette zone : partant d'environ 15 km en amont des chutes amont de Nachtigal et jusqu'à l'aval de la confluence avec le Meloko en aval. Une prospection complète des affluents dans ce périmètre (et légèrement au-delà) sera également réalisée.
- le Mbam vers Bafia, à plusieurs endroits considérés propices à leur installation ;
- dans le Parc National du Mpem et Djim : les rivières Mpem et Djim.

Plan de compensation pour *Ledermanniella sanagaensis* et *Ledermanniella thalloidea*

Dans les zones d'étude, un inventaire des habitats potentiellement favorables aux Podostomaceae sera réalisé en début des inventaires et fera l'objet d'une cartographie et un compte-rendu. Dans la zone du Projet, les stations déjà inventoriées depuis 2014 seront également prospectées.

Une estimation de la surface occupée (en m²) par chaque espèce de *Ledermanniella* (et/ou d'autres Podostomaceae) sera réalisée et cartographiée. La surface mouillée totale du milieu sera également estimée à partir des mesures de largeur du lit mouillé et distance du linéaire parcouru.

Lors de ces prospections, en plus de la mise à jour de la cartographie (pour permettre la prise en compte des nouvelles populations), les caractéristiques suivantes de la plante et son habitat seront déterminées à des stations déjà identifiées :

- Description générale de sa localisation (rive, distance à la berge, etc.) ;
- Géolocalisation (coordonnées GPS, RGC 2012) ;
- Nb de pieds et densité (estimation) ;
- Surface occupée (m²) ;
- Taille moyenne des individus (mesurée) ;
- Etat reproductif des plantes (en fleur ou pas) ;
- Etat des fleurs (nombre, etc.) ;

La localisation des deux espèces de *Ledermanniella* (et d'autres Podostomaceae) sera définie avec une géolocalisation précise (utilisant un GPS) de chaque individu (ou groupe d'individus).

Lors de chaque prospection, si une des espèces cibles de *Ledermanniella* est rencontrée, **les conditions hydrauliques et les caractéristiques de l'habitat où elle est présente seront quantifiés**. A minima, les mesures suivantes seront prises :

- Débit mesuré à la station hydrométrique d'Elang le jour de l'observation pour les stations de la Sanaga ;
- Faciès d'écoulement (rapide, chute, ...) ;
- Hauteur et vitesse de l'eau (min/max/moyenne) là où l'espèce est ancrée ;
- Hauteur du substrat d'encrage par rapport au fond de la rivière ;
- Substrat : Type, origine géologique et taille du substrat de support et substrat autour ;
- Physico-chimie de l'eau in-situ : température, conductivité, oxygène dissous, pH, turbidité

Les inventaires sont prévus selon le programme suivant (d'autres cours d'eau ou années pouvant être ajoutés en fonction des résultats obtenus).

Cours d'eau / Site	2017	2018
Sanaga (zone du Projet)		
Affluents dans la zone du Projet : Djikelm, Avo'o		En fonction des résultats 2017
Mbam		
Mpem et Djim		

Plan de compensation pour *Ledermanniella sanagaensis* et *Ledermanniella thalloidea*

Suivi de la recolonisation / reprise de transplantation

Compte tenu des caractéristiques écologiques de l'espèce et des mesures d'accompagnement envisagées, c'est la dynamique dans l'espace et dans le temps de ce processus de recolonisation qu'il convient de mesurer à travers un protocole suffisamment simple et adaptable, notamment en lien avec les conditions d'accès et les surfaces en jeu empêchant l'installation de tout repère visuel.

Dans ce contexte, il est proposé d'effectuer un carroyage de l'ensemble du tronçon court-circuité et des sites où des transplantations seront réalisées afin de replacer les observations annuelles des deux espèces dans un cadre géographique délimité et d'en suivre l'évolution spatiale via une typologie simple :

- absence ;
- présence sporadique (1 - 10 individus) ;
- présence significative (10 - 100 individus) ;
- présence très importante (> 1000 individus).

L'exemple illustré ci-après repose sur un maillage de 25 mètres de côté où chaque maille est colorée en fonction des données brutes qui lui sont associées.

Ce protocole permet de visualiser rapidement le processus de recolonisation au rythme des apparitions / disparitions de stations et, dans la mesure du possible, l'évolution quantitative des populations avec l'estimation de la densité des stations (nombre de mailles « à présence significative » et « très importante »), tout en conservant les données de terrain brutes (données GPS).

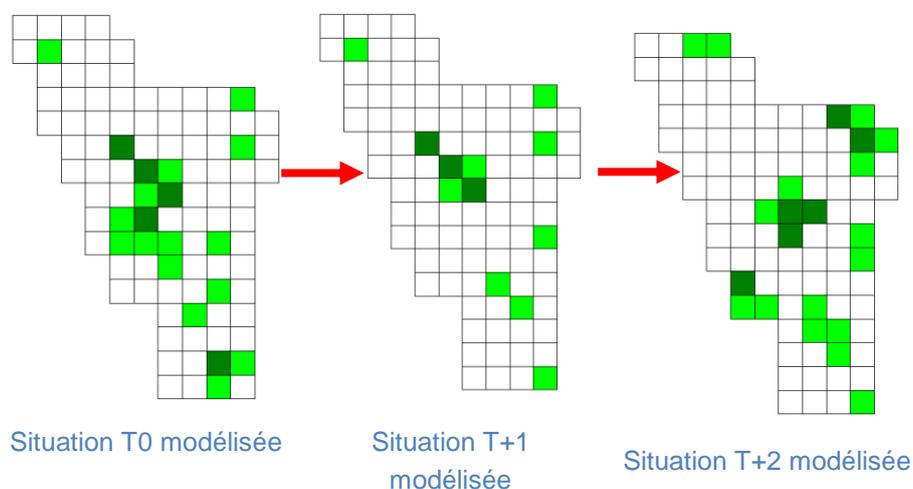


Figure 20 : Exemple de modélisation des présences / absences proposée pour le suivi des *Ledermanniella*

Ce système implique un échantillonnage exhaustif dans la mesure où chaque maille doit être visitée et la présence des deux espèces doit y être vérifiée chaque année. Deux à trois passages par an d'une équipe de botanistes en période d'étiage devraient permettre de couvrir la surface du TCC et les affluents. Il s'agira de pointer systématiquement au GPS tous les individus de *Ledermanniella* présents. Un dénombrement des individus affectés à chacun des pointages sera effectué.

Suivi de la mise en œuvre et de l'efficacité de la mesure

Inventaires

Plan de compensation pour *Ledermanniella sanagaensis* et *Ledermanniella thalloidea*

Les inventaires seront réalisés au moins jusqu'en fin 2018, mais pourront être prolongés dans le temps et dans l'espace en fonction des résultats obtenus. Un rapport de suivi sera rédigé chaque année et transmis au comité de suivi.

Suivi de la recolonisation

Ce suivi durera au moins pendant trois années consécutives puis à l'année N+5. La fréquence devra bien entendu être adaptée en fonction des résultats de ces suivis. Un rapport de suivi sera rédigé chaque année et transmis au comité de suivi.

8.2 CONSERVATION DU PATRIMOINE GENETIQUE**Objectif et justification de la mesure**

L'objectif est de sauvegarder le matériel génétique local via la création et maintien d'une banque de graines.

Description et mise en œuvre

A notre connaissance, aucun lot de graines de ces espèces n'est actuellement conservé.

La première étape consistera à récolter des graines et éventuellement des plants des deux espèces de *Ledermanniella* concernées. Ce prélèvement s'effectuera en priorité au niveau des individus impactés par le projet de Lom Pangar, sous réserve de la possibilité d'y accéder et en deuxième priorité sur des individus à d'autres endroits dans leur distribution connue (par ex : Mbam pour *L. sanagaensis*, Sanaga plus en aval pour *L. thalloidea*).

Une fois les semences récoltées, il s'agira de procéder à une série d'opérations visant à contrôler et assurer dans le temps la viabilité du lot récolté : tri et nettoyage, séchage et conservation, rédaction des modes opératoires,...

Des tests de germination des graines seront réalisés dans le but d'acquérir un premier retour d'expérience et confirmer qu'une partie du stock de graines récoltées peut être mis en culture.

Des tests génétiques seront également menés sur les spécimens (plants et/ou graines) afin de vérifier la détermination des espèces et alimenter la banque génétique.

Suivi de la mise en œuvre et de l'efficacité de la mesure

L'organisme qui réalisera ces opérations produira un compte rendu d'opération à chaque étape clé du processus : à l'issue des récoltes, à l'issue des procédures conservatoires (tri, séchage et autres traitements préalables à la mise en chambre froide) puis à l'issue des tests de germination (si nécessaires).

Deux laboratoires hôtes ont été identifiés pour la conservation des graines :

- Le Herbarium National du Cameroun
- Le Conservatoire Botanique de Brest (Dr. Bouard, expert des plantes aquatiques, responsable de l'action).

Ces actions seront suivies par le comité de suivi, qui recevra les rapports techniques d'avancement (phase récolte, phase mise en banque de graines).

Plan de compensation pour *Ledermanniella sanagaensis* et *Ledermanniella thalloidea*

8.3 RECREATION D'HABITATS FAVORABLES DU TRONÇON COURT-CIRCUITE**Objectif et justification de la mesure**

Pour rester dans une approche « habitat », il est proposé d'assurer une gestion du tronçon court-circuité (près de 3 km) visant à recréer des conditions favorables au développement de l'espèce pendant la durée de vie du projet (soit au moins 40 ans).

En augmentant ainsi la disponibilité d'habitats, l'objectif de cette mesure est de conserver les populations du genre *Ledermanniella* qui sont aujourd'hui fortement menacées par les niveaux d'eau observés suite à la mise en service du barrage-réservoir de Lom-Pangar.

Description

La conservation durable des populations de *Ledermanniella* dans la Sanaga passe par la restauration et le maintien dans le temps des capacités d'accueil pour les deux espèces, en particulier sur le plan hydrologique.

La mesure s'appuie sur trois leviers :

1. Le rétablissement de niveaux d'eau permettant la reproduction de l'espèce au travers la restitution d'un débit réservé modulé ;
2. Un renforcement initial des populations par la réalisation d'opérations de transplantation dans le TCC ;
3. Un suivi scientifique pour évaluer l'efficacité des mesures proposées (cf. mesure d'accompagnement) et, le cas échéant, pour adapter le plan d'actions.

Comme présenté au paragraphe 6.2, il est proposé de restituer un débit réservé, modulé entre 25 m³/s et 47 m³/s, dans le bras rive gauche du futur tronçon court-circuité.

Au-delà de la préservation des stations de *Ledermanniella* recensées en 2015 et 2016 (et potentiellement présentes même si non-observables en 2017), cette modulation vise principalement à reproduire des niveaux d'étiage favorables à l'accomplissement du cycle biologique de la plante (alternance d'une phase inondation/exondation nécessaire à la floraison).

Une amélioration des capacités d'accueil du genre *Ledermanniella* sur une superficie d'environ 170 000 m² est donc attendue.

Pour avoir une population viable, il convient également de s'assurer de la présence d'un nombre de stations suffisant pour permettre, lorsque les conditions d'habitats seront redevenues plus favorables, la dissémination et le renforcement des deux espèces. Le cas échéant, des translocations seront menées pour repeupler la Sanaga, suivant la méthodologie décrite en §8.4).

Au niveau du bras recevant le débit réservé (cf. figure 19), il est rappelé que :

- 22 stations communes de *Ledermanniella thalloidea* et de *Ledermanniella sanagaensis* ont été relevés en 2015 ;
- 3 stations de *Ledermanniella thalloidea* et 2 stations de *Ledermanniella sanagaensis* ont été recensées en 2016 ;
- 0 stations de *Ledermanniella thalloidea* et de *Ledermanniella sanagaensis* ont été recensées en 2017.

Plan de compensation pour *Ledermanniella sanagaensis* et *Ledermanniella thalloidea*

Si la présence de ces stations constitue une bonne base pour la dissémination de ces espèces au sein du tronçon court-circuité, le manque de retour d'expérience quant à l'impact de leur inondation prolongée (liée aux lâchers d'eau de Lom Pangar) ne permet pas de conclure avec certitude sur leur capacité de survie et de reprise végétative au moment du démarrage de travaux sur Nachtigal (2019).

Dans ce contexte et par précaution, il est proposé de réaliser au préalable un renforcement de populations par la mise en œuvre de transplantations de stations localisées sur les secteurs du tronçon court-circuité qui seront asséchés (potentiellement 10 stations d'après les relevés 2015). Si aucune station n'est retrouvée sur la Sanaga, des plants pourront être collectés au niveau des stations localisées sur les affluents, notamment sur le Mbam (cf. §4.3.4) et protocole détaillé en §8.4.

Mise en œuvre et état d'avancement

La mise en place d'un débit réservé modulé a été intégrée dans les spécifications du Dossier de Consultation des Entreprises pour le contrat de construction.

Comme présenté au chapitre suivant, l'identification des sites hôtes pour la transplantation de stations existantes et des essais expérimentaux ont été réalisés.

Un suivi scientifique des populations de *Ledermanniella*, détaillé au paragraphe 8.1, sera mené pendant les premières années d'exploitation afin de confirmer l'efficacité de cette modulation de débit. Le cas échéant, celui-ci pourra être réajusté.

Suivi de la mise en œuvre et de l'efficacité de la mesure

Les modalités de suivi sont précisées au paragraphe 8.1.

8.4 TRANSPLANTATION DE LEDERMANNIELLA

Objectif et justification de la mesure

Cette mesure consiste à réaliser une transplantation de plants récupérés sur le Mbam (ou autres affluents selon le résultat des prospections) vers le TCC de Nachtigal pour essayer de préserver la présence de l'espèce sur le cours de la Sanaga. Cette mesure sera mise en place pendant le chantier de construction, en même temps que le débit réservé.

La méthodologie de transplantation sera la même que celle employée lors des essais expérimentaux en 2016, cf. descriptif ci-dessous.

Essai expérimental de transplantation en 2016

Compte tenu du manque de retour d'expérience et du caractère innovant concernant ce type d'opération sur le genre *Ledermanniella*, un essai de transplantation a été organisé en collaboration M. Ghogue et le cabinet Green Connexion.

Cette expérimentation a consisté à récupérer des plants de *Ledermanniella* issus d'une station localisée sur le site de Nachtigal et de les transplanter sur les rivières Mbo'o et Avo'o qui présentent des conditions d'habitat favorables et similaires à la Sanaga.

L'opération a été menée du 20 au 22 juin 2016 par une équipe de 6 personnes de Green Connexion, dont M Ghogue.

Plan de compensation pour *Ledermanniella sanagaensis* et *Ledermanniella thalloidea*

Après avoir localisé à Ekombitié un tronc d'arbre de l'espèce *Erythrophleum ivorense* couché en travers du courant et dont la surface était recouverte de *Ledermanniella spp*, 7 morceaux de bois d'environ 20 cm² ont été prélevés à l'aide d'une tronçonneuse, sur la partie la plus prometteuse du tronc, puis transportés sur la rive.



Figure 21 : Photographies des opérations de prélèvements des échantillons

De manière à lester ces morceaux de bois et éviter qu'ils ne soient transportés par le courant, des coffres en bois de 40 x 40 x 10 cm ont été confectionnés. Les morceaux de bois ont par la suite été disposés dans les 6 coffres, puis coulés dans du béton de telle sorte que la surface contenant les échantillons soit avantageusement orientée vers la surface.



Figure 22 : Moulage des échantillons

Le dispositif ainsi constitué est resté durcir sur place pendant trois jours, puis décoffré et transporté en voiture puis à pied vers le site d'accueil.

3 échantillons ont été implantés dans la rivière Mbo'o et 3 autres dans l'Avo'o. Ils ont été disposés dans des endroits soigneusement sélectionnés et aménagés dans le courant du fleuve hôte.

Plan de compensation pour *Ledermanniella sanagaensis* et *Ledermanniella thalloidea*



Figure 23 : Installation des échantillons

Suite à cette opération, une campagne de suivi a été mise en place afin d'observer le comportement des populations des *Ledermanniella* dans leur lieu de transplantation.

La première visite a été menée le 10 Septembre 2016, soit 3 mois environ après la transplantation, dans l'objectif d'évaluer sur le terrain un début de croissance des échantillons.

Sur les six échantillons qui avaient été transplantés, seuls quatre ont été retrouvés (2 par rivière). Les deux autres n'ont pas été retrouvés à cause de la profondeur très importante de l'eau au lieu où ils avaient été déposés. Sur les quatre, trois étaient restés en bon état tandis que l'eau avait emporté le bois sur le dernier.

Une fois un échantillon retrouvé, celui-ci n'est pas enlevé. Sa surface est alors explorée en tâtant de la paume de main sous l'eau en vue d'identifier la présence éventuelle des plantes.

Dans la rivière Mbo'o, un début de croissance végétative des *Ledermanniella* sur un échantillon a pu être noté. Il n'a pas été possible d'identifier précisément l'espèce car, vue la forme linéaire des feuilles observées en tout début de croissance, la plante pourrait indifféremment être *Ledermanniella thalloidea* ou *L. sanagaensis*. Par contre, l'observation faite sur les deux supports retrouvés dans la rivière Avo'o n'a révélé la présence d'aucune trace de Podostemaceae à cette date.

A noter qu'un suivi du tronc de *Erytrophloeum ivorense* localisé sur le site de Nachtigal et ayant servi de support source des échantillons de *Ledermanniella* est également réalisé. En raison du débit lié à la mise en eau du barrage-réservoir de Lom Pangar, il était entièrement submergé par l'eau. Aucun suivi n'a donc pu être mené.

Plan de compensation pour *Ledermanniella sanagaensis* et *Ledermanniella thalloidea*



Figure 24 : Photographie du tronc de *Erythrophloeum ivorense* submergé

Une deuxième visite de suivi a été réalisée le 10 octobre 2016.

Seuls 2 échantillons ont été retrouvés dans la rivière Mbo'o mais les observations réalisées n'ont pas permis d'identifier la présence de *Ledermanniella*.



Figure 25 : Recherche des échantillons sur la Mbo'o

Par contre, sur la rivière Avo'o, aucun échantillon n'a pu être retrouvé en raison des niveaux d'eau très élevés générés par les pluies torrentielles.

Comme lors de la première visite, le tronc était encore submergé dans la Sanaga, rendant impossible toute prospection.

Plan de compensation pour *Ledermanniella sanagaensis* et *Ledermanniella thalloidea*

Figure 26 : Niveau de l'eau sur la rivière Avo'o lors de la deuxième visite de suivi

Une troisième visite de suivi a été organisée le 15 décembre 2016 et le compte rendu est en cours de rédaction. Suite à la baisse des débits, l'ensemble des échantillons transplantés sur les fleuves Mbo'o et Avo'o ont été retrouvés. Certains ont été détruits par le courant mais sur ceux restés en état, *L. sanagaensis* et *L. thalloidea* n'ont pas poussé. Seul *Tristicha trifaria* a pu se développer. Cela serait dû à la qualité moyenne des plants transplantés.

Le suivi de ces échantillons transplantés va être poursuivi mais les premiers retours d'expérience issus de cette expérimentation illustrent la nécessité de disposer des échantillons initiaux de qualité et quantité suffisante, ce qui implique de disposer d'un « pool » de stations suffisamment important pour pouvoir sélectionner les stations présentant le meilleur état de conservation. Cette condition n'est cependant pas réunie dans le contexte hydrologique actuel car la majorité des stations situées dans la zone du projet sont inondées.

Suivi de la mise en œuvre et de l'efficacité de la mesure

Les modalités de suivi sont précisées au paragraphe 8.1.

Plan de compensation pour *Ledermanniella sanagaensis* et *Ledermanniella thalloidea*

8.5 MISE EN PLACE D'UN COMITE DE SUIVI

Le suivi du plan de compensation constitue une étape clé puisqu'il contribue en effet à :

- valider la pertinence des actions mises en œuvre en s'assurant qu'elles sont conformes au plan initial ;
- vérifier l'efficacité des mesures proposées ;
- améliorer les connaissances sur les interactions entre ce type de projet et les espèces végétales aquatiques.

Les retours d'expérience techniques et environnementaux concernant le genre *Ledermanniella* restent à l'heure actuelle limités puisqu'il s'agit d'espèces peu documentées. Les connaissances sur leur distribution et leur capacité de résilience demandent en particulier à être améliorées.

Dans ce contexte, il apparaît important de bénéficier des retours d'expérience des mesures et suivis environnementaux qui seront menées dans le cadre du projet de Nachtigal Amont et de les partager avec les acteurs locaux et scientifiques.

Il est donc proposé de créer un comité de suivi environnemental. Il pourra rassembler des autorités publiques, des acteurs locaux et des experts du monde scientifique dans l'objectif de caractériser objectivement les enjeux associés aux mesures compensations concernant les *Ledermanniella*. Il est d'ailleurs proposé que le comité soit composé d'un expert local et un expert externe qui sont également responsables d'une partie de la mise en œuvre de ce plan :

Expert local	M. Jean-Paul Ghogue, Green Connexion et Herbarium National du Cameroun	Inventaires et suivi de <i>Ledermanniella</i> , récolte des graines, tests de translocation
Expert externe	Dr. Stéphane Buord, Conservatoire Botanique de Brest	Suivi des actions du plan Ledermanniella, création banque de graines

Ce comité de suivi sera destinataire des bilans environnementaux et pourra par exemple valider les protocoles d'études, examiner les résultats des suivis environnementaux et établir des recommandations. Ce comité sera instauré dès le démarrage du chantier. La composition, l'organisation et la fréquence des réunions de ce comité seront définies ultérieurement.

8.6 BILAN DES MESURES PROPOSEES

Le Projet de Nachtigal amont n'a pas d'impact supplémentaire sur *Ledermanniella* en considérant les impacts liés à la mise en service de Lom Pangar et en s'appuyant sur les relevés floristiques de 2017 comme état de référence. Néanmoins, le Projet de Nachtigal amont vise un impact positif du Projet sur *Ledermanniella* par rapport l'état initial de 2017, qui montrait l'absence de *Ledermanniella* dans la zone d'impact du Projet.

Plan de compensation pour *Ledermanniella sanagaensis* et *Ledermanniella thalloidea*

9. ANALYSE DES RISQUES MAJEURS ET ACTIONS DE MAITRISE ASSOCIEES

Bien que les mesures proposées aient un effet positif sur la situation actuelle, une analyse de risques permet de mettre en évidence des risques potentiels du programme et les parades associés. Ce paragraphe présente donc une analyse des risques susceptibles de remettre en cause la réalisation et/ou l'efficacité des mesures d'accompagnement proposées.

Pour chacun des risques, seront présentés les événements redoutés et les mesures qui seront mises en place pour réduire la probabilité d'occurrence de ces événements.

L'exposition aux risques a été appréciée sur la base d'une combinaison entre la probabilité d'occurrence et la gravité de l'impact. Cette combinaison est également réalisée avant et après identification des stratégies de maîtrise des risques.

Le tableau suivant présente les cinq risques majeurs pour la mise en œuvre des mesures d'accompagnement ainsi que les mesures de maîtrise prévues pour réduire leur probabilité d'occurrence et/ou leur gravité.

Plan de compensation pour *Ledermanniella sanagaensis* et *Ledermanniella thalloidea*

Risque	Description du risque	Facteur de risque initial	Stratégie de réduction du risque	Facteur de risque résiduel
R1	Incertitude sur l'exhaustivité de l'échantillonnage lors de l'état initial en raison de difficultés opérationnelles (accès, niveaux d'eau, sécurité,...)	Moyen	<p>Un effort d'échantillonnage conséquent</p> <p>De nombreuses sorties de terrain ont été organisées pour pallier aux difficultés d'échantillonnage. 5 missions (représentant 22 jours de terrains) ont été organisées en 2015, 7 missions (correspondant à plus de 25 jours) de terrain ont été réalisées en 2016 et 2 missions (correspondant à plus de 20 jours ont déjà été réalisés en 2017). Ces missions ont déjà permis d'identifier l'existence de populations de <i>L. sanagaensis</i> sur le Mbam.</p> <p>Une équipe nombreuse et compétente</p> <p>Pour effectuer les campagnes d'inventaires et de suivi, Jean-Paul Ghogue, biologiste et expert des Podostemaceae, a réuni une équipe pluridisciplinaire d'une dizaine de personnes composée de botaniste, environnementaliste, guide,...</p>	Faible
R2	Indisponibilité ou insuffisance de plants de <i>Ledermanniella</i> pour la réalisation des transplantations vers la Sanaga (TCC du Projet) si nécessaire	Fort	<p>Présence de <i>Ledermanniella</i> en dehors de la Sanaga</p> <p><i>Ledermanniella sanagaensis</i> a été recensé sur le Mbam, ce qui peut constituer une source de plants pour la transplantation. D'autres sources de <i>L. thalloidea</i> peuvent encore être trouvées (cf. sa distribution connue plus large).</p>	Moyen
R3	Efficacité des opérations de transplantation	Fort	<p>Réalisation d'essais expérimentaux</p> <p>Compte tenu du caractère innovant des transplantations sur le genre <i>Ledermanniella</i>, des essais ont été menés sur les affluents Mbo'o et Avo'o. Le projet bénéficiera ainsi du retour d'expérience et des enseignements tirés de ces expérimentations pour les transplantations prévues à plus</p>	Moyen

Plan de compensation pour *Ledermanniella sanagaensis* et *Ledermanniella thalloidea*

			grande échelle.	
R4	Défaut ou retard dans la restitution du débit réservé	Faible	<p>Une maîtrise de la conception et du cadre contractuel</p> <p>La mise en place de l'ouvrage de restitution du débit réservé modulé a été intégrée dans les spécifications du Dossier de Consultation des Entreprises pour le contrat de construction prévoyant des garanties de performance et des pénalités pour retard. Les équipements prévus sont de conception classique et largement éprouvés. Un système de supervision et un programme de maintenance seront enfin mis en place pour éviter toute défaillance.</p>	Nul
R5	Dérive ou insuffisance du budget	Moyen	<p>Des procédures de contractualisation claires et une provision des risques</p> <p>Comme sur les autres marchés, la société de projet s'engagera dans un processus de contractualisation clairement défini et intégrant des prix fermes pour chacune des prestations nécessaires à l'exécution du programme de compensation. Le budget intègre par ailleurs des provisions permettant s'assurer une couverture suffisantes des risques.</p>	Faible

Plan de compensation pour *Ledermanniella sanagaensis* et *Ledermanniella thalloidea*

Ces analyses ont permis une identification ainsi qu'une évaluation de probabilité d'occurrence et de leur gravité des principaux risques projet pour chaque phase. Ces risques ont ensuite été hiérarchisés principalement en fonction de leurs impacts économique et planning, directs ou indirects, pour le projet.

Après application des mesures de maîtrise et de réduction des risques, l'analyse met en évidence deux risques résiduels « moyens », tous deux liés à la transplantation de *Ledermanniella* :

- Indisponibilité ou insuffisance de plants de *Ledermanniella* pour la réalisation des transplantations ;
- Efficacité des opérations de transplantation.

Cela montre la difficulté inhérente de cette mesure et l'importance de favoriser la conservation de ces espèces dans leurs habitats et leur distribution actuelle (ex : sur le Mbam). En ce qui concerne l'action de transplantation vers le TCC, une attention particulière sera apportée à la localisation des stocks suffisants (sur le Mbam par exemple) pour être utilisé pour des opérations de transplantation des deux espèces ainsi qu'au suivi de la résilience des deux espèces.

Plan de compensation pour *Ledermanniella sanagaensis* et *Ledermanniella thalloidea*

CALENDRIER ET BUDGET

9.1 CALENDRIER

Les grandes étapes envisagées pour la mise en œuvre des mesures compensatoires et d'accompagnement sont indiquées ci-après :

Mesures compensatoires

- **MA 1 : Inventaires de la distribution et suivi de la résilience des *Ledermanniella***
 - Inventaires Mbam : 2017 et 2018 ; Inventaires Mpem et Djim : 2018
 - Suivi de la résilience post-mesures : 2020 à 2022 (N+1 à N+3) puis 2024 (N+5)
- **MA 2 : Conservation du patrimoine génétique**
 - Collecte des graines : 2017 et 2018
 - Mise en « banque » des graines (Cameroun et France) : 2017 et 2018
- **MA 3 : Recréation d'habitats favorables et gestion conservatoire du tronçon court-circuité**
 - Gestion conservatoire du TCC (débit réservé modulé) : pendant toute la durée de la concession
- **MA 4 : Transplantation de *Ledermanniella***
 - Essais expérimentaux de transplantation (de la Sanaga vers d'autres affluents) : juin 2016 à janvier 2017
 - Transplantation des stations du Mbam (ou d'autres sources) vers le TCC de la Sanaga : dès 2019
- **MA 5 : Expertise externe et comité de suivi** : date du 1^{er} comité à définir

Ce calendrier est bien entendu conditionné au bon déroulement du planning du projet.

9.2 CHIFFRAGE DES MESURES

Les mesures de réduction des impacts (restitution du débit réservé, lutte contre les pollutions accidentelles,...) ont été intégrées au sein même du projet dès sa phase de conception. Aucune estimation des dépenses n'est donc nécessaire.

Le budget relatif aux mesures d'accompagnement concernant les *Ledermanniella*, inclus dans le Plan d'Actions Biodiversité, est récapitulé dans le tableau ci-dessous.

Ce chiffrage est donné à titre indicatif et sous réserve des modalités de mise en œuvre, du calendrier et des ajustements qui pourraient être apportés au fil du temps.

Plan de compensation pour *Ledermanniella sanagaensis* et *Ledermanniella thalloidea*

MESURES	COUT (kXAF)	COUT (€)
MESURES DE REDUCTION D'IMPACT		
Lutte contre la dégradation de l'habitat, les pollutions accidentelles et relargage de MES	-	-
Restitution d'un débit réservé dans le tronçon court-circuité	-	-
MESURES D'ACCOMPAGNEMENT		
Opérations de transplantation (récupération des supports, translocations,...)	142 800	217 691
Suivi (suivi des stations, comité de suivi,...)	577 500	880 369
TOTAL (k€)	720 300	1 098 060