



Aménagement Hydroélectrique de Ngoulmendjim

ETUDE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL

VERSION FINALE ANNEXE TECHNIQUE DE L'EIES UNIQUEMENT
ANNEXE 5 EVOLUTION TEMPORELLE DE LA QUALITE DES EAUX DANS LA RETENUE
ANNEXE 8 RAPPORT DE L'ETAT INITIAL DE LA ZONE DU PROJET DE TEREA (2017/2018)
ANNEXE 9 ESTIMATION DU DEBIT RESERVE
ANNEXE 11 RETOURS D'EXPERIENCE SUR LE RISQUE DE RUPTURE DU BARRAGE

ARTELIA / GEOGUIDE / Et BIOTOPE
Barrage, Hydraulique et Infrastructures

6, rue de Lorraine
38130 Echirolles

DATE : 07 - 2023

REF : 8210792



ARTELIA



GEO-GUIDE



biotope

Préparé pour :
LE CONSORTIUM FGIS/ERANOVE

Préparé par :
Groupement ARTELIA, GEO-GUIDE et BIOTOPE
 Représenté par **ARTELIA Eau & Environnement (SIRET N°. 503 646 572 00019)**
 6, Rue de Lorraine 38100 Echirrolles – France

ARTELIA Eau et Environnement - Ref. No. : 8 210 792					
<i>Révision</i>	<i>Statut</i>	<i>Établi par</i>	<i>Contrôlé par</i>	<i>Autorisé par</i>	<i>Date</i>
0.0	Draft pour relecture	Coralie GRIELL Anne LEVASSEUR Amandine LAFFONT Camille JOURDIN Guendalina BRUNI Jean Noël ARNAUD Betty STADLER Catherine ANDRE Rénald BOULNOIS	Frédéric MATHIEU Guillaume CAPDEVIELLE Sébastien DERRIEN	Christophe DERRIEN	24/01/2019
1.0	Draf revu avant restitution publique	Coralie GRIELL Anne LEVASSEUR Amandine LAFFONT Camille JOURDIN Guendalina BRUNI Jean Noël ARNAUD Betty STADLER Catherine ANDRE Rénald BOULNOIS	Frédéric MATHIEU Guillaume CAPDEVIELLE Sébastien DERRIEN	Christophe DERRIEN	15/05/2019
1.1	Version pour validation par les autorités	Coralie GRIELL Anne LEVASSEUR Amandine LAFFONT Camille JOURDIN Guendalina BRUNI Jean Noël ARNAUD Betty STADLER Catherine ANDRE Rénald BOULNOIS	Frédéric MATHIEU Guillaume CAPDEVIELLE Sébastien DERRIEN	Christophe DERRIEN	18/12/2019
1.2	Version finale	Frédéric MATHIEU Rénald BOULNOIS	Maud COTTET	Maud COTTET	12/07/2023

SOMMAIRE

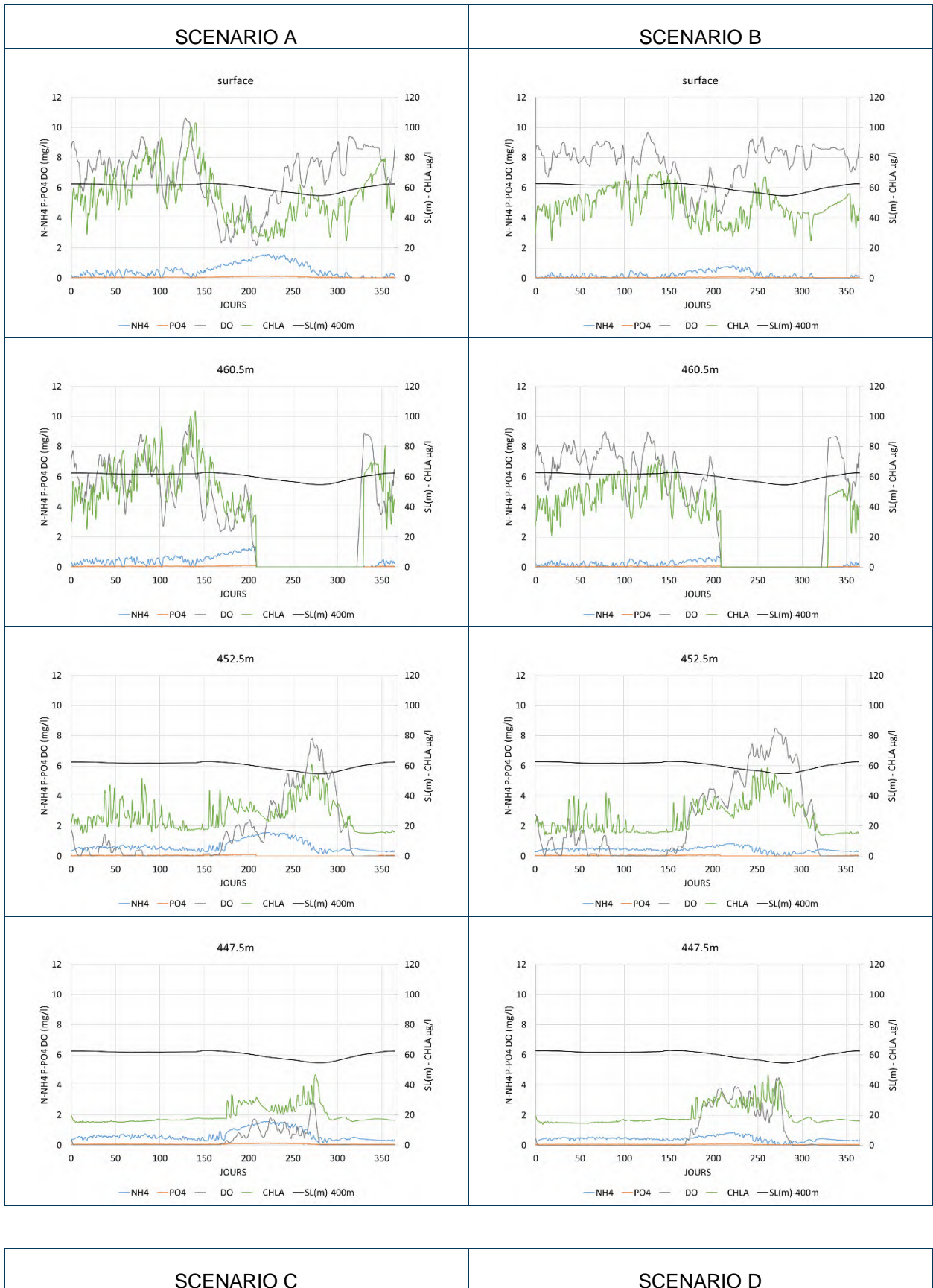
Préambule Général de L'EIES et des plans associés de l'aménagement hydroélectrique de Ngoulmendjim	a
Contexte général	b
LE CHOIX DU SITE DE NGOULMENDJIM	C
JUSTIFICATION DE L'ALTERNATIVE DE POSITIONNEMENT DE L'AXE DU BARRAGE	C
JUSTIFICATION DES ALTERNATIVES DE CONFIGURATION	C
Les études E&S du projet	e
MISE A JOUR DU PAB	E
MISE A JOUR D'E-FLOW	E
MODIFICATION DES ASPECTS SEDIMENTAIRES	F
DEVELOPPEMENT D'UN PEPP GLOBAL AU PROJET	F
DEVELOPPEMENT D'UN MGRP GLOBAL AU PROJET	F
DEVELOPPEMENT D'UN PLAN DE DEVELOPPEMENT COMMUNAUTAIRE	G
DEVELOPPEMENT D'UN PAR GLOBAL	G
General overview of the ESIA and associated plans for the Ngoulmendjim Hydropower Project	h
General context	i
CHOICE OF THE NGOULMENDJIM SITE	J
JUSTIFICATION OF THE OPTION FOR POSITIONING THE DAM AXIS	J
JUSTIFICATION OF CONFIGURATION OPTIONS	J
Project E&S studies	k
BAP UPDATE	K
E-FLOW UPDATE	K
CHANGES TO SEDIMENTARY ASPECTS	L
DEVELOPMENT OF A GLOBAL SEP FOR THE PROJECT	L
DEVELOPMENT OF A GLOBAL GRM FOR THE PROJECT	L
DEVELOPMENT OF A COMMUNITY DEVELOPMENT PLAN	M
DEVELOPMENT OF A GLOBAL RAP	M

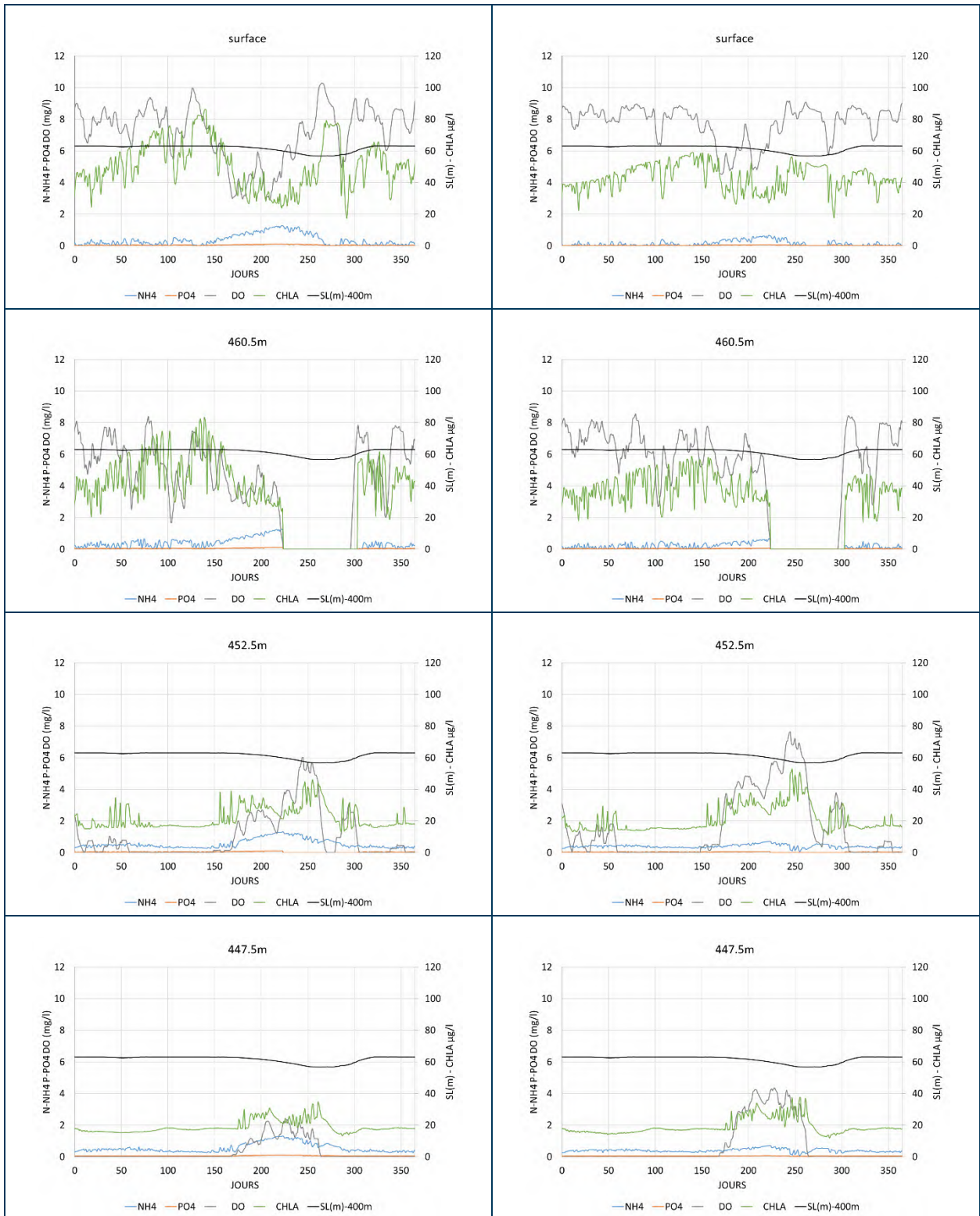
ANNEXE

ANNEXE 1	BIBLIOGRAPHIE
ANNEXE 2	TERMES DE REFERENCE ET RECOMMANDATIONS DE LA DGEPN
ANNEXE 3	COMPTE-RENDUS DES CONSULTATIONS INDIVIDUELLES, JUILLET 2018
ANNEXE 4	PROCES-VERBAUX DES REUNIONS D'INFORMATION PUBLIQUE, JUILLET 2018
ANNEXE 5	EVOLUTION TEMPORELLE DE LA QUALITE DES EAUX DANS LA RETENUE
ANNEXE 6	PLAN D'ENGAGEMENT DES PARTIES PRENANTES (PEPP)
ANNEXE 7	RAPPORT D'EXPERTISE ARCHEOLOGIQUE
ANNEXE 8	RAPPORT DE L'ETAT INITIAL DE LA ZONE DU PROJET DE TEREA (2017/2018)
ANNEXE 9	ESTIMATION DU DEBIT RESERVE
ANNEXE 10	ATLAS CARTOGRAPHIQUE
ANNEXE 11	RETOURS D'EXPERIENCE SUR LE RISQUE DE RUPTURE DU BARRAGE
ANNEXE 12	LISTE DES TEXTES RELATIFS AU DROIT FONCIER GABONAIS
ANNEXE 13	PLAN D' ACTIONS POUR LA PRESERVATION DE LA BIODIVERSITE
ANNEXE 14	ACCUSES DE RECEPTION DES INVITATIONS A LA CONSULTATION DU 29 JUILLET 2019 A KANGO
ANNEXE 15	SUPPORT DE PRESENTATION DE L'EIES LORS DE LA REUNION DE CONSULTATION DU 29 JUILLET 2019
ANNEXE 16	PV DE CONSULTATION ET LISTE DE PRESENCE DE LA REUNION DE CONSULTATION DU 29 JUILLET 2019

ANNEXE 5

Evolution temporelle de la qualité des eaux dans la retenue







ANNEXE 8

Rapport de l'état initial de la zone du projet de TEREA (2017/2018)



Etat initial du milieu naturel du projet d'aménagement hydroélectrique de Ngoulmendjim

Septembre 2018

Rapport final



TEREA

Terre | Environnement | Aménagement

BP 831 - Quartier Charbonnages - Libreville
+241 01 443 494 | gabon@terea.net

www.terea.net



Terre Environnement Aménagement

Projet

**Etat initial du
milieu naturel
du projet
d'aménagement
hydroélectrique
de
Ngoulmendjim**

AUTEUR

Rapport compilé par A. MORIN

Chargée de projet

TEREA

SOMMAIRE

1. RESUME EXECUTIF	19
2. PRESENTATION SOMMAIRE DU PROJET	26
2.1 Contexte.....	26
2.2 Parties prenantes	27
2.2.1 Initiateur du projet : le Consortium FGIS/GPC – ERANOVE	27
2.2.1.1 Le Fond Gabonais d'Investissements Stratégiques (FGIS).....	27
2.2.1.2 Le groupe ERANOVE	27
2.2.2 Le consultant mandaté par l'initiateur du projet, TEREA.....	27
2.3 L'étude.....	27
2.3.1 Objectif général	27
2.3.2 Localisation et descriptif du site.....	29
3. CONTEXTE LEGAL ET NORMES INTERNATIONALES	32
3.1 Législation nationale en lien avec l'étude	32
3.2 Cadre réglementant le travail mené sur le terrain	34
3.3 Conventions internationales relatives au projet.....	35
3.4 Référentiel Banque Mondiale.....	37
3.5 Protocole IHA	39
4. ELEMENTS DE METHODOLOGIE.....	41
4.1 Aire d'étude	41
4.2 Equipes de travail	41
4.3 Autorisation de recherche et autres documents de travail.....	43
4.4 Inventaires de terrain	43
4.5 Méthodologie d'inventaires et d'analyse des résultats	43
4.5.1 Milieu Aquatique	43
4.5.1.1 Qualité physico-chimique de l'eau	43
4.5.1.2 Macrofaune benthique	46
4.5.1.3 Ichtyofaune / Poissons	49
4.5.1.4 Ichtyofaune : cas particulier des Killies.....	56
4.5.1.5 Flore aquatique.....	57
4.5.2 Milieu Terrestre	57
4.5.2.1 Flore : principaux habitats.....	57
4.5.2.2 Flore : espèces menacées.....	61
4.5.2.3 Entomofaune (insectes).....	68
4.5.2.4 Héropétofaune (amphibiens et reptiles).....	71
4.5.2.5 Avifaune (oiseaux).....	71
4.5.2.6 Grande faune mammalienne	72
4.6 Autres outils utilisés	74

Figure 1 : Localisation à l'échelle nationale du projet, symbolisé par le point rouge (source : Google Map 2018).....	29
Figure 2 : Localisation du projet de Ngoulmendjim (source : FGIS, ERANOVE).....	30
Figure 3 : Aménagement hydroélectrique prévu de Ngoulmendjim (source : FGIS, ERANOVE, janvier 2018).....	31
Figure 4 : Outils d'évaluation du Protocole et points de décisions majeures (source : IHA, 2010).....	40
Figure 5 : Zone de prospection couverte durant l'étude menée sur le site de Ngoulmendjim, et zone d'impact potentielle du projet.....	42
Figure 6 : Exemple de filet Surber utilisé pour l'échantillonnage, à gauche ; échantillonnage à droite et en bas de la Macrofaune benthique.....	47
Figure 7 : Matériel utilisé pour la Macrofaune benthique.....	47
Figure 8 : Schéma de la chronologie des pêches.....	52
Figure 9 : Les différentes méthodes de pêche et laboratoire de campagne.....	54
Figure 10 : Mise en place de parcelles botaniques dans les différents types de forêt recouvrant le site du futur barrage de Ngoulmendjim.....	58
Figure 11 : Itinéraire et zone couverte lors de l'inventaire des habitats.....	59
Figure 12 : Localisation géographique des parcelles permanentes (points noirs) installées dans la vallée de la Mbé (Parc National des Monts de Cristal), la CFAD de la SEEF et des parcelles d'inventaire botanique installées pour la présente étude.....	61
Figure 13 : Archange Boupoya cherchant des Podostemaceae (à gauche et en bas) et Eric Akouangou pressant des spécimens.....	63
Figure 14 : Tropicos, la base de données du MBG : vue sur un échantillon.....	64
Figure 15 : Ombrière à orchidées à Libreville.....	67
Figure 16 : Exemples de supports utilisés pour la mise en culture des orchidées (Photos: V. Droissart).....	67
Figure 17 : Collecte à vue d'insectes.....	68
Figure 18 : Pièges à coléoptères.....	69
Figure 19 : Pièges à nymphalidées.....	69
Figure 20 : Pièges lumineux.....	70
Figure 21 : Piège malaise.....	70
Figure 22 : De gauche à droite, de bas en haut : Caméra-piège en position ; Fèces de potamochère ; Campement de chasse.....	73
Figure 23 : Page d'accueil de la Liste Rouge de l'UICN.....	74
Figure 24 : Principaux sigles, et leurs significations, utilisés par la Liste Rouge de l'IUCN.....	75
Figure 25 : Bassin forestier du Congo.....	77
Figure 26 : Contexte écologique général du site.....	78
Figure 27 : Localisation en jaune de l'écorégion de forêts côtières atlantiques équatoriales (source : https://www.worldwildlife.org/science/wildfinder/).....	80
Figure 28 : Du plus gros au plus petit, la biodiversité de l'écorégion Forêts côtières atlantique équatoriale est très diversifiée.....	80
Figure 29 : Ecorégions d'eau douce et localisation du projet.....	81
Figure 30 : Quelques espèces animales emblématiques : <i>Pan troglodytes</i> et <i>Loxodonta africana</i>	83
Figure 31 : Paysage Monte-Alen / Monts de Cristal (PFBC, 2008) et site d'étude (point rouge).....	83
Figure 32 : Picatharte du Cameroun (source photographique : http://carnetsdevoyages.jeanlou.fr/).....	84
Figure 33 : Localisation des stations de prélèvements des eaux et localisation des stations de prélèvement pour la recherche de mercure et des stations dont les résultats sont supérieurs au seuil de l'OMS pour le mercure.....	86
Figure 34 : Evolution des valeurs en O2 dissous, COD, COT et oxydabilité dans les eaux au cours des campagnes de suivi.....	93
Figure 35 : Evolution des concentrations en ammonium, nitrite, phosphate et nitrate dans les eaux au cours des campagnes de suivi.....	94

Figure 36 : Evolution des concentrations en MES dans les eaux au cours des campagnes de suivi	95
Figure 37 : Evolution de la turbidité dans les eaux au cours des campagnes de suivi	95
Figure 38 : Evolution des pH dans les eaux au cours des campagnes de suivi.....	96
Figure 39 : Evolution des concentrations en baryum dans les eaux au cours des campagnes de suivi	96
Figure 40 : Evolution des concentrations en arsenic dans les eaux au cours des campagnes de suivi	97
Figure 41 : Evolution des concentrations en mercure dans les eaux au cours des campagnes de suivi	97
Figure 42 : Evolution des concentrations en nickel dans les eaux au cours des campagnes de suivi	98
Figure 43 : Evolution des concentrations en plomb dans les eaux au cours des campagnes de suivi	98
Figure 44 : Evolution des concentrations en manganèse dans les eaux au cours des campagnes de suivi.....	99
Figure 45 : Evolution des concentrations en fer et en aluminium dans les eaux au cours des campagnes de suivi	99
Figure 46 : Evolution des conductivités dans les eaux au cours des campagnes de suivi	100
Figure 47 : Evolution des concentrations en méthane et en hydrogène sulfuré dans les eaux au cours des campagnes de suivi.....	101
Figure 48 : Evolution des concentrations en anhydride carbonique dans les eaux au cours des campagnes de suivi	101
Figure 49 : Niveau de contamination moyen au Hg (mg/Kg Poids Frais) par régime trophique dans les 30 échantillons de poissons analysés (n= effectif analysé par groupe trophique ; ligne rouge : seuil OMS)	102
Figure 50 : Localisation des stations de prélèvements de la macrofaune benthique	105
Figure 51 : Station NGM01 (à gauche), et NGM02 (à droite)	106
Figure 52 : Station NGM04 (à gauche), et NGM05 (à droite)	106
Figure 53 : Station NGM06 (à gauche), et NGM09 (à droite)	107
Figure 54 : Station NGM07 (Komo amont) (à gauche), et NGM12 (Komo aval) (à droite).....	107
Figure 55 : Station NGM13 (Petite Tsibilé amont) (en haut à gauche), NGM16 (Petite Tsibilé cours moyen) (en haut à droite), NGM18 (Petite Tsibilé aval, à proximité de la confluence avec la Tsibilé) (en bas à gauche), et NGM20 (Tsibilé aval) (en bas à droite).....	108
Figure 56 : Principaux Ordres de macroinvertébrés échantillonnés en saison 1	109
Figure 57 : Principaux Ordres de macroinvertébrés échantillonnés en saison 2	110
Figure 58 : Diversité de Shannon, Equitabilité et indice de Simpson en saison 1	111
Figure 59 : Diversité de Shannon, Equitabilité et indice de Simpson en saison 2.....	111
Figure 60 : Distribution des groupes sensibles dans la zone d'étude en saison 1	112
Figure 61 : Distribution des groupes sensibles dans la zone d'étude en saison 2.....	112
Figure 62 : Photos de différentes stations d'échantillonnage	120
Figure 63 : Localisation des stations échantillonnées	121
Figure 64 : Relation entre la richesse spécifique et le nombre de spécimens (après transformation log). En vert, les deux missions ; en bleu, mission 2, en noir, mission 1. Rond : les Tsibilé ; Triangle : le Komo	128
Figure 65 : Relation entre la richesse spécifique et les CPUE (après transformation log). En vert, les deux missions ; en bleu, mission 2, en noir, mission 1. Rond : les Tsibilé ; Triangle : le Komo	128
Figure 66 : Relation entre la richesse spécifique et le nombre de spécimens par mission (après transformation log). En bleu, mission 2, en noir, mission 1. Rond : les Tsibilé ; Triangle : le Komo	128
Figure 67 : Relation entre la richesse spécifique et les CPUE (après transformation log). En bleu, mission 2, en noir, mission 1. Rond : les Tsibilé ; Triangle : le Komo.....	128
Figure 68 : Nombre d'occurrences des espèces sur les stations	129
Figure 69 : Classe de taille des spécimens de <i>Labeo annectens</i>	136

Figure 70 : Classe de taille des spécimens de <i>Labeobarbus</i> spp.	136
Figure 71 : Classe de taille des spécimens de <i>Labeobarbus progenys</i>	137
Figure 72 : Classe de taille des spécimens de <i>Enteromius martorelli</i>	137
Figure 73 : Classe de taille des spécimens de <i>Enteromius camptacanthus</i>	138
Figure 74 : Classe de taille des spécimens de <i>Distichodus hypostomatus</i>	138
Figure 75 : Stations inventoriées sur l'ensemble du bassin du Komo.....	142
Figure 76 : <i>Neolebias</i> cf. <i>unifasciatus</i> collecté sur trois stations.....	143
Figure 77 : <i>Enteromius camptacanthus</i> collecté sur deux stations.....	144
Figure 78 : Un spécimen de Cichlidae nouveau pour la science	144
Figure 79 : Les espèces en danger (EN) dans la zone considérée	153
Figure 80 : Les espèces vulnérables (VU) dans la zone considérée	154
Figure 81 : L'espèce quasi-menacée (NT) dans la zone considérée.....	155
Figure 82 : Quelques espèces remarquables du bassin du Komo	158
Figure 83 : De haut, en bas ; de gauche à droite : forêt exploitée et dégradée des Piémonts de Cristal (station N48) ; en arrière du rideau de parasoliers de bord de piste, forêt submontagnarde bien conservée (N43) ; Petite Tsibilé (N8) ; l'une des nombreuses cascade coulant dans la concession de la SEEF (N52) ; cours d'eau secondaires du piémont du massif presque stagnants (N17) ; lacs en bordure de piste d'exploitation (N41).....	162
Figure 84 : Localisation des stations d'échantillonnage et de la présence des killies (avec indication des stations de nouvelles espèces).....	165
Figure 85 : <i>Aphyosemion cameronense</i> est une espèce à robe très variable, largement répandue à moyenne altitude du sud du Cameroun au centre du Gabon.....	166
Figure 86 : <i>Aphyosemion mimbon</i> n'est connu que de quelques localités des Monts de Cristal ; c'est un endémique submontagnrd du groupe <i>cameronense</i>	166
Figure 87 : La nageoire dorsale d' <i>Aphyosemion</i> cf <i>etsamense</i> est colorée de bleu, alors que celle des autres espèces du sous-genre est entièrement jaune	167
Figure 88 : La systématique d' <i>Aphyosemion herzogi</i> est encore confuse, et les différents auteurs ne s'accordent pas sur sa synonymie avec <i>A. bochtleri</i>	167
Figure 89 : Les <i>Aphyosemion striatum</i> de la zone d'études sont très différents de ceux de la basse vallée de l'Avébé ou de la région de Lambaréné	168
Figure 90 : <i>Aphyosemion escherichi</i> fréquente des biotopes variables selon les régions ; il est ici inféodé aux ruisseaux d'eau claire de basse altitude	168
Figure 91 : <i>Aphyosemion</i> cf <i>callipteron</i> présente une tache jaune sur la nageoire anale, absente chez les autres populations du sous-genre.....	169
Figure 92 : <i>Epiplatys sexfasciatus</i> , fréquent dans les petites rivières de basse altitude de toute la région, résiste mieux que les autres killies à la dégradation de son milieu de vie et fréquente des biotopes variés dans la région d'étude	169
Figure 93 : Les populations à nombreuses bandes transversales, nommées temporairement <i>Epiplatys</i> cf <i>multifasciatus</i> (rapport mi-parcours), présentent un corps plus allongé qu' <i>E. sexfasciatus</i>	170
Figure 94 : <i>Epiplatys</i> cf <i>ansorgii</i> se distingue d' <i>E. sexfasciatus</i> par la présence de barres transversales plus fines intercalées entre les larges bandes sombres des flancs ; uniquement des femelles comme celle-ci ont été trouvées.....	170
Figure 95 : <i>Epiplatys</i> cf <i>singa</i> présente une caudale caractéristique, dont les rayons centraux sont nettement plus longs que les autres.....	170
Figure 96 : <i>Aphyoplatys</i> sp. semble appartenir à un genre répandu dans la cuvette congolaise, dont les affinités phylogénétiques sont encore obscures	171
Figure 97 : De récentes études sur les populations d' <i>Aplocheilichthys spilauchen</i> ont montré qu'il s'agirait en fait d'un group polyspécifique	171
Figure 98 : <i>Aplocheilichthys</i> sp. Avébé a été pêchée en sympatrie avec l'espèce précédente au niveau du débarcadère du bac de Ngoulmendjim.....	172
Figure 99 : <i>Plataplochilus ngaensis</i> est une espèce de taille assez grande pour le genre, proche de <i>P. chalcopyrus</i> des environs de Lambaréné.....	172
Figure 100 : <i>Plataplochilus pulcher</i> est aisément reconnaissable à sa ligne latérale rouge qui tranche sur fond bleu du corps Avébé.....	173

Figure 101 : La seule population de <i>Plataplochilus sp.</i> Avébé de la zone d'étude a été trouvée dans une rivière très calme de la route du bac.....	173
Figure 102 : Un jeune mâle de la seule population de <i>Plataplochilus sp.</i> Komo de la zone d'étude, trouvée dans le bassin inférieur du Komo, à l'est de Kango.....	173
Figure 103 : <i>Plataplochilus sp.</i> Komo semble appartenir à une espèce identifiée par l'expert lors d'une mission précédente (SIAT, concession de Kango (ici))	174
Figure 104 : Au vu de cette courbe, l'inventaire des killies semble être à peu près exhaustif ..	176
Figure 105 : Principales régions montagneuses ou paysages collinaires du Gabon. 1 : Monts de Cristal ; 2 : Monts de Ndjolé ; 3 : Monts Koumounabwali ; 4 : Massif Du Chaillu ; 5 : Monts Doudou ; 6 : Mayombe ; 7 : Monts Bélinga	179
Figure 106 : Types de végétation dominants, schématisés et définies par Caballé (1979). La flèche indique la zone concernée par le projet (en rouge). FDH semp. : Forêts denses humides sempervirentes.....	179
Figure 107 : Données d'inventaires des communautés d'arbres disponibles et analysées lors de différentes travaux réalisées dans le cadre du Programme Régional pour l'Environnement en Afrique Centrale. En rouge : zone du projet. Les parcs nationaux sont délimités en bleu.....	180
Figure 108 : Variation de la composition floristique au sein des données d'inventaires (voir Figure 107) examinée à l'aide d'une analyse factorielle des correspondances non symétrique. La figure du dessus montre la position des espèces selon les deux premiers axes de l'ordination.....	182
Figure 109 : Diversité locale au sein des données d'inventaires de la concession SEEF estimée par le nombre équivalent d'espèce ($k=2$) (Stévant & Dauby 2011, Dauby <i>et al.</i> 2014).....	183
Figure 110 : Boxplots des diversités locales estimée sur la base des données de transects récoltées dans plusieurs localités du Gabon (voir Figure 107 pour les données dans les Monts de Cristal) et par le nombre équivalent d'espèce ($k=2$) (Stévant & Dauby 2011, Dauby <i>et al.</i> 2014). La localité E (en rouge) se réfère à celle située dans la partie sud de la concession SEEF (Figure 107).....	183
Figure 111 : Itinéraire et zone couverte lors de l'inventaire de la flore (source : IRET).....	184
Figure 112 : Courbe d'accumulation des espèces pour l'inventaire botanique	185
Figure 113 : Représentativité des principales familles (a) et espèces (b) d'arbres recensées dans la zone du projet.....	186
Figure 114 : Représentativité des principales espèces présentes dans la zone nord de la CFAD de la SEEF et dans la vallée de la Mbé (Parc National des Monts de Cristal)	186
Figure 115 : Représentativité et effectifs d'arbres d'intérêt pour la conservation identifiés dans la zone d'étude	188
Figure 116 : Composition floristique des principaux types forestiers identifiés dans la zone d'étude basée sur les analyses multivariées des relevés botaniques de 31 parcelles de 1ha des forêts recouvrant la zone d'étude	189
Figure 117 : Cartographie des habitats rencontrés sur la zone d'étude	190
Figure 118 : Densités et surface terrière d'arbres des différents types de forêts identifiées dans la zone du projet du barrage Ngoulmendjim	191
Figure 119 : Structure diamétrique des effectifs et de la surface terrière d'arbres (diamètre supérieur à 10 cm) des principaux types forestiers recouvrant la zone du projet du barrage Ngoulmendjim, la zone nord de la SEEF et le Parc National des Monts de Cristal	192
Figure 120 : Localisation des stations (41) où ont été effectuées les 217 récoltes de la mission 1 d'inventaire (source MBG).....	197
Figure 121 : Tracé le long duquel les différentes récoltes ont été réalisées durant la deuxième mission d'inventaire ciblant les Podostémacées en particulier (source MBG)	198
Figure 122 : Carte des 21 spécimens représentant les 12 espèces CR ou EN collectés sur et à proximité du site.....	203
Figure 123 : <i>Epistemma sp. nov.</i> , spécimen Bidault <i>et al.</i> 3535.....	204
Figure 124 : Carte de localisation de la seule sous-population connue d' <i>Epistemma sp. nov.</i>	205
Figure 125 : Specimen type de <i>Grewia drummondiana</i> , collecté par Bates (numéro 459). Disponible à l'adresse https://www.kew.org/herbcatalog/136416.jpg	206
Figure 126 : Carte de localisation de la seule sous-population connue de <i>Grewia drummondiana</i>	207
Figure 127 : <i>Liparis joannis-kornasii</i> , spécimen D'Haijère <i>et al.</i> 15.....	207

Figure 128 : Distribution des 4 sous-populations connues de <i>Liparis joannis-kornasii</i>	208
Figure 129 : <i>Tetrorchidium gabonense</i> , jeune fruit (haut, gauche), inflorescence mâle (droite) et rameau feuillé (bas, gauche), spécimens Bidault <i>et al.</i> 3452 et 3454	209
Figure 130 : Carte de localisation des 4 sous-populations connues de <i>Tetrorchidium gabonense</i>	210
Figure 131 : <i>Palisota plicata</i> sp. nov., spécimens Bidault <i>et al.</i> 3561 et 3514.....	211
Figure 132 : Carte de localisation des 4 sous-populations connues de <i>Palisota plicata</i> sp. nov. ined	212
Figure 133 : <i>Crossandrella cristalensis</i> , spécimen Bidault <i>et al.</i> 3538	213
Figure 134 : Carte de localisation des 4 sous-populations connues de <i>Crossandrella cristalensis</i>	214
Figure 135 : Carte de localisation des trois sous-populations connues de <i>Ledermanniella letestui</i>	215
Figure 136 : Dessin original de <i>Ledermanniella letestui</i> publié dans Cusset (1984)	216
Figure 137 : <i>Inversodicraea cf. thollonii</i> , spécimen Boupoya & Kaparidi 1559.....	217
Figure 138 : Carte de localisation des 4 sous-populations connues d' <i>Inversodicraea thollonii</i> ..	218
Figure 139 : Dessin original de <i>Ledermanniella (Inversodicraea) tenuifolia</i> , publié dans Taylor (1953)	220
Figure 140 : Carte de distribution des 3 sous-populations connues de <i>Ledermanniella tenuifolia</i>	221
Figure 141 : <i>Sirdavidia solannona</i> , photo T. Couvreur / IRD.....	221
Figure 142 : Carte de distribution de 3 sous-populations connues de <i>Sirdavidia solannona</i>	222
Figure 143 : Dessin original d' <i>Agelaea gabonensis</i> , paru du Jongkind (1991).....	223
Figure 144 : Carte de distribution des 5 sous-populations connues d' <i>Agelaea gabonensis</i>	224
Figure 145 : Dessin original de <i>Bridelia wilksii</i> , paru du Breteler (2011)	225
Figure 146 : Carte de distribution des 3 sous-populations connues de <i>Bridelia wilksii</i>	226
Figure 147 : Une espèce potentiellement nouvelle de <i>Cyrtorchis</i> trouvée sur l'empreinte (JF 18)	227
Figure 148 : Localisation des stations d'échantillonnage de l'entomofaune.....	238
Figure 149 : Quelques stations d'échantillonnage de l'entomofaune	240
Figure 150 : Quelques représentants de Coléoptères inventoriés à Ngoulmendjim.....	242
Figure 151 : Courbe d'accumulation du nombre d'espèces de Cétoines observées en fonction du nombre d'individus collectés.....	246
Figure 152 : Quelques représentants des lépidoptères collectés sur Ngoulmendjim.....	248
Figure 153 : Localisation des stations d'échantillonnage de l'herpétofaune selon le type de collecte (reptiles, amphibiens, potentielles nouvelles espèces)	258
Figure 154 : Les <i>Hymenochirus boettgeri</i> de la zone d'étude présentent une coloration dorsale et ventrale brun caramel.....	259
Figure 155 : <i>Hymenochirus</i> sp. (en haut) présente un corps plus allongé et une coloration très différente de celle de <i>H. boettgeri</i> (en bas).....	260
Figure 156 : <i>Hymenochirus</i> sp. présente des lèvres supérieures claires et un dos gris tacheté de noir	260
Figure 157 : Ce jeune <i>Hymenochirus</i> récemment métamorphosé présente une coloration originale ; seules des analyses ADN permettront de savoir à quelle forme adulte le rattacher.....	260
Figure 158 : <i>Xenopus allofraseri</i> présente une tête assez étroite	261
Figure 159 : <i>Xenopus mello tropicalis</i> se reconnaît facilement aux spicules cutanés dorsaux qui lui donnent un aspect rugueux ; il préfère les eaux stagnantes	261
Figure 160 : <i>Xenopus parafraseri</i> se reconnaît généralement aux marques sombres irrégulières qu'il présente sur la nuque	261
Figure 161 : <i>Sclerophrys camerunensis</i> présente des pustules coniques pointues sur les flancs, caractéristiques ; la coloration générale du corps est variable.....	262
Figure 162 : <i>Sclerophrys gracilipes</i> est une petite espèce de sous-bois, qui s'aventure rarement en zones ouvertes	262
Figure 163 : <i>Sclerophrys latifrons</i> est une espèce forestière de taille moyenne, qui semble peu abondante : nous n'avons observé que des individus isolés.....	263

Figure 164 : <i>Sclerophrys tuberosa</i> est reconnaissable au premier coup d'œil par les très nombreuses glandes cutanées coniques qui ornent son dos.....	263
Figure 165 : <i>Arthroleptis adelphus</i> présente un tégument dorsal granuleux bien visible ici, caractéristique de cette espèce	264
Figure 166 : <i>Arthroleptis poecilonotus</i> a été trouvé de nuit au bord de la rivière, non loin du campement de Tsibilé.....	264
Figure 167 : Cet <i>Arthroleptis</i> sp. présente un tégument dorsal très granuleux et un tympan indistinct, associés à une coloration unie originale (photo E. POIRIER).....	264
Figure 168 : Les motifs dorsaux de <i>Cardioglossa elegans</i> permettent de reconnaître au premier coup d'œil cette magnifique petite espèce	265
Figure 169 : <i>Cardioglossa leucomystax</i> présente un dessin contrasté sur les flancs ; on notera le doigt démesuré à chaque main, caractéristique des mâles	265
Figure 170 : <i>Astylosternus batesi</i> présente un corps trapu et une grosse tête qui permettent de le reconnaître facilement.....	265
Figure 171 : <i>Leptodactylodon stevarti</i> présente le même habitus trapu que les autres espèce de la sous-famille, mais il ne dépasse pas 2,5 cm de long.....	266
Figure 172 : La face ventrale de <i>Leptodactylodon stevarti</i> est beaucoup plus colorée que le dos	266
Figure 173 : <i>Scotobleps gabonicus</i> est fréquent dans la zone d'études, où elle a été observée de nuit dans de nombreuses localités.....	266
Figure 174 : La sous-espèce <i>dorsalis</i> d' <i>Afrivalus dorsalis</i> est caractérisée par une bande brune médiodorsale continue des yeux à l'extrémité du corps.....	267
Figure 175 : <i>Afrivalus osorioi</i> présente une livrée diurne typique, avec une ou deux taches brunes dorsales sur fond crème.....	267
Figure 176 : <i>Afrivalus quadrivittatus</i> présente une bande claire médiodorsale.....	267
Figure 177 : La pupille d' <i>Alexteroon hypsiphonus</i> (ici en livrée diurne) est très allongée horizontalement	268
Figure 178 : <i>Cryptothylax greshoffi</i> présente une coloration variable, qui va du rose au gris et au roux.....	268
Figure 179 : La femelle d' <i>Hyperolius cinnamomeoventris</i> présente une livrée dorsale verte unie, limitée par un chapelet de taches sombres	269
Figure 180 : Le mâle d' <i>Hyperolius cinnamomeoventris</i> présente 2 bandes latérales claires avec rarement, comme ici, une bande médiodorsale discrète.....	269
Figure 181 : Les spécimens récoltés près du bac présentent la robe vert uni typique d' <i>Hyperolius concolor</i> , absente chez les espèces d'Afrique Centrale.....	269
Figure 182 : La coloration de type B d' <i>Hyperolius guttulatus</i> présente une livrée dorsale verte ou brune limitée parsemée de petites taches sombres	270
Figure 183 : La coloration de type C d' <i>Hyperolius</i> est au contraire brune ou orange unie, avec les <i>canthus rostralis</i> soulignés de noir	270
Figure 184 : Le mâle d' <i>Hyperolius kuligae</i> n'atteint même pas 2 cm de long à l'âge adulte, alors que la femelle peut faire presque le double.....	270
Figure 185 : Le mâle d' <i>Hyperolius ocellatus</i> est caractérisé par la présence d'un triangle clair sur le museau.....	271
Figure 186 : ce couple d' <i>Hyperolius phantasticus</i> a été observé en amplexus aux abords d'une cascade près de Tsibilé	271
Figure 187 : Proche d' <i>Hyperolius guttulatus</i> , <i>H. phantasticus</i> s'en distingue par les taches noirâtres irrégulières qui ornent son ventre (ici le mâle).....	271
Figure 188 : Cet <i>Hyperolius platyceps</i> présente les 2 lignes claires latérodorsales typiques de la morphe <i>pleurotenia</i> (BLD selon Amiet).....	272
Figure 189 : Ce spécimen d' <i>Hyperolius tuberculatus</i> présente la disposition des taches dorsales symétriques caractéristiques de la majorité des spécimens de cette espèce	272
Figure 190 : <i>Leptopelis aubryi</i> est une espèce arboricole forestière trapue, qui atteint une taille relativement importante.....	272
Figure 191 : <i>Leptopelis aubryoides</i> ne partage la présence d'éperons cornés sur les tarsi qu'avec <i>L. calcaratus</i> , une espèce beaucoup plus massive.....	273

Figure 192 : Le museau de <i>Leptopelis brevirostris</i> est particulièrement court, et a valu son nom à cette espèce (photo T. STEVART)	273
Figure 193 : Massive et pouvant dépasser 80 mm de longueur, la femelle de <i>Leptopelis rufus</i> est la plus grande rainette d'Afrique Centrale.....	273
Figure 194 : Beaucoup plus petit que sa femelle, le mâle de <i>Leptopelis rufus</i> est facilement reconnaissable à ses yeux disproportionnés	274
Figure 195 : <i>Leptopelis viridis</i> a été observée dans les marécages de la plaine inondable du Komo, à très faible altitude	274
Figure 196 : <i>Leptopelis sp.</i> possède un tympan de petite taille et un iris doré comme <i>L. rufus</i> , l'iris de <i>L. millsoni</i> étant rouge dans sa partie supérieure.....	274
Figure 197 : Mais <i>Leptopelis sp.</i> ne présente pas l'habitus massif de <i>L. rufus</i> , ni ses gros yeux, ni son museau court et arrondi, ni ses motifs dorsaux	275
Figure 198 : <i>Phlyctimantis leonardi</i> présente des cuisses et des bras vivement contrastées de jaune et de brun sombre.....	275
Figure 199 : <i>Phrynobatrachus africanus</i> a été trouvé actif de jour, à faible altitude, dans une raphiale sur la route du bac de Ngoulmendjim.....	276
Figure 200 : <i>Phrynobatrachus auritus</i> présente une grande variabilité de colorations, avec fréquemment un triangle clair sur le museau.....	276
Figure 201 : <i>Ptychadena perreti</i> présente une forme très aérodynamique ; il est presque impossible de la capturer de jour tant ses bonds sont impressionnants ; de nuit, aveuglée par une lampe, elle se laisse plus facilement approcher.....	276
Figure 202 : <i>Ptychadena pumilio</i> présente une forme plus trapue que <i>P. perreti</i> , et un plus grand nombre de cordons glandulaires dorsaux	277
Figure 203 : <i>Amnirana albolabris</i> présente des cordons dorsolatéraux épais.....	277
Figure 204 : Cette <i>Amnirana amnicola</i> se tenait de nuit à 2 m de haut dans la végétation surplombant un petit cours d'eau forestier	278
Figure 205 : <i>Amnirana lepus</i> est facilement identifiable à la coloration vert sombre marbré de noir limitée à ses flancs, et à son ventre vert jaunâtre	278
Figure 206 : <i>Chiromantis rufescens</i> présente une main originale, avec des doigts regroupés 2 par 2 en deux groupes très distants l'un de l'autre.....	278
Figure 207 : <i>Kinixys erosa</i> présente une carapace très bombée ressemblant superficiellement à celle de <i>K. homeana</i> , une espèce connue du Liberia au Cameroun et à l'ouest de la RCA ; les caractères de son écaillage confirment cependant qu'il s'agit bien de <i>K. erosa</i>	280
Figure 208 : <i>Cycloderma aubryi</i> est une tortue à carapace molle de grande taille, qui habite les lagunes et les fleuves du pays (ici une jeune du Fernan Vaz)	280
Figure 209 : <i>Crocodylus niloticus</i> (ici en Ouganda) peut atteindre exceptionnellement 7 m et peser une tonne ; un adulte présente un danger certain pour l'Homme, qui est pour lui une proie potentielle.....	281
Figure 210 : <i>Mecistops cataphractus</i> (ici au nord Congo) est caractérisé par un museau très allongé ; il peut atteindre 4 m de longueur totale (photo : S. TOINT).....	281
Figure 211 : Le crocodile nain <i>Osteolaemus tetraspis</i> n'atteint pas 2 m de long. Ce grand mâle a été relâché au lieu même de sa capture après quelques clichés (gueule fermée par une lien solide	281
Figure 212 : <i>Agama picticauda</i> est une espèce anthropophile très invasive, qui suit l'homme partout dans sa pénétration en zone forestière.....	282
Figure 213 : <i>Trioceros oweni</i> est caractérisé par une peau ample aux pattes postérieures, qui donne l'impression que son pantalon est trop grand (photo E. POIRIER).....	282
Figure 214 : Cet <i>Hemidactylus fasciatus</i> illustre un mode de défense passif très original : quand il est saisi par un prédateur, son épiderme fragile se déchire, et c'est un gecko tout rose qui s'enfuit !.....	283
Figure 215 : Dans la zone d'étude, <i>Hemidactylus mabouia</i> semble limité au camp des forestiers de Tsibilé et au village du piémont, mais ne pénètre pas en forêt.....	283
Figure 216 : Strictement ripicole, <i>Panaspis breviceps</i> est facilement identifiable aux ocelles clairs qui sont disposés régulièrement sur son dos	284

Figure 217 : Plusieurs <i>Varanus niloticus</i> (ici un jeune adulte) ont été observés, exposés au soleil sur les pistes de la zone d'étude	284
Figure 218 : <i>Python sebae</i> semble assez fréquent dans la zone d'étude, et les travailleurs de la SEEF voient souvent des individus de grande taille	285
Figure 219 : <i>Dipsadoboa viridis</i> est une espèce très élancée et timide, inoffensive, qui ne cherche jamais à mordre quand elle est manipulée	285
Figure 220 : Bien qu'elle soit aquatique, <i>Grayia caesar</i> est caractérisée par une queue beaucoup plus longue que celle des autres espèce du genre (photo E. POIRIER)	286
Figure 221 : Très agile, ce jeune <i>Hapsidophrys smaragdinus</i> a fui avant qu'il ne puisse être capturé	286
Figure 222 : <i>Dendroaspis jamesoni</i> est une espèce arboricole de grande taille, qui fuit à une vitesse déconcertante quand on l'approche	287
Figure 223 : <i>Naja melanoleuca</i> est un grand serpent qui peut dépasser 3 m de long ; bien que son venin soit redoutable, les morsures sont rares car cet animal fuit quand il le peut, ou bien se dresse dans une posture d'intimidation caractéristique avant de mordre. Le motif dorsal du capuchon de <i>Naja melanoleuca</i> est très variable (ici un jeune capturé près de Violaineville)	287
Figure 224 : <i>Natriciteres fuliginoides</i> est un petit serpent forestier qui se nourrit de poissons et de petits amphibiens	288
Figure 225 : <i>Bitis gabonica</i> est d'un naturel calme et mord rarement, même si on la manipule ; cependant son venin peut provoquer des nécroses mortelles	288
Figure 226 : <i>Bitis nasicornis</i> habite les bas-fonds humides de forêt	288
Figure 227 : Courbe d'accumulation des espèces d'amphibiens recensées durant les 2 missions	291
Figure 228 : Courbe d'accumulation des espèces de reptiles recensées durant les 2 missions ..	291
Figure 229 : Chemin parcouru pour l'inventaire de l'avifaune	294
Figure 230 : Pouillot de l'Ouganda (source : http://hbw.com)	296
Figure 231 : De gauche à droite : Guêpier à tête bleue, Apalis à calotte noire, Malimbe de Rachel (sources : N. BORROW)	297
Figure 232 : Picatharte du Cameroun (source : www://hbw.com)	297
Figure 233 : De gauche à droite : Rôle perlé, Bihoreau à dos blanc (sources : N. BORROW) ..	298
Figure 234 : De gauche à droite : Aigle de Cassin, Autour à longue queue, Autour de Toussenel (sources : N. BORROW)	299
Figure 235 : De gauche à droite : Grébifoulque d'Afrique (source : https://fr.wikipedia.org), Glaréoles auréolées (source : E. POIRIER)	300
Figure 236 : De gauche à droite : Martin-pêcheur géant (source : http://hbw.com), Martin-pêcheur azuré (source : N. BORROW)	300
Figure 237 : Chouette-pêcheuse de Bouvier photographiée à Ngoulmendjim par l'équipe Entomofaune (source : E. POIRIER)	301
Figure 238 : De gauche à droite : Canard de Hartlaub, Rôle à bec jaune (source : www://hbw.com)	302
Figure 239 : De gauche à droite : Cubla aux yeux rouges, Cubla à gros bec (source s: N. BORROW)	303
Figure 240 : De gauche à droite : Chevalier guignette, Chevalier cul-blanc (source : http://hbw.com)	305
Figure 241 : Bondrée apivore (source : N. BORROW)	305
Figure 242 : Emplacement des points d'échantillonnage par caméras-pièges et des reces-transects pendant la saison sèche (source : IRET)	307
Figure 243 : Parcours utilisés pour effectuer les reces-transects pendant la saison des pluies et emplacement des points d'échantillonnage par les camera-pièges dans la zone de prospection	308
Figure 244 : Localisation des reces-transects et des emplacements des caméras pièges	309
Figure 245 : Exemple d'une caméra piège envahie par l'humidité et dont les données de la carte mémoire n'ont pas pu être extraites	311

Figure 246 : Traces de quelques espèces présentant les enjeux les plus importants : A : crotte de buffle, B : empreinte de buffle, C : crotte d'éléphant, D : empreinte d'éléphant, E : empreinte de gorille et F : empreinte de panthère.....	313
Figure 247 : Localisation des caméras pièges et des prospections sismiques.....	313
Figure 248 : Les espèces de céphalopode qui ont été plus filmées dans la zone de prospection. (A) : Céphalopode bleu ; (B) : Céphalopode de Peter, et (C) : Céphalopode bai.....	315
Figure 249 : Taux de capture par espèce dans la zone de prospection (C. = céphalopode).....	315
Figure 250 : Courbes d'accumulation des espèces pendant toute la période d'échantillonnage (A), pendant la saison sèche (B) et pendant la saison des pluies (C) dans la zone de prospection..	316
Figure 251 : Quelques espèces photographiées à Ngoulmendjim, de gauche à droite, et de bas en haut : Buffle, Chevrotain aquatique, Potamochères	317
Figure 252 : Photos des 2 espèces en danger d'extinction (A : le gorille, B : le chimpanzé à haute) et des 6 espèces à haute valeur de conservation (C : le mandrill, D : la panthère, E : le buffle, F : le chevrotain aquatique, G : le potamochère et H : l'éléphant) inventoriées dans la zone de prospection.....	321

TABLEAUX

Tableau 1 : Calendrier terrain des activités menées durant l'étude sur Ngoulmendjim.....	19
Tableau 2 : Classification des habitats au sens de la PS6 (résumé, source : TBC).....	38
Tableau 3 : Seuils numériques des critères 1 à 3, relatifs aux habitats critiques de niveau 1 et niveau 2 (Tier 1 et Tier 2) (source TBC, 2012)	39
Tableau 4 : Calendrier terrain des missions menées à Ngoulmendjim dans le cadre de l'état initial	43
Tableau 5 : Classes de qualité de l'eau issue du SEQ-EAU V2	45
Tableau 6 : Chronogramme classique des activités pour l'échantillonnage sur une station.....	52
Tableau 7 : Coordonnées GPS des stations de prélèvements des eaux (campagnes C01 et C02)	87
Tableau 8 : Coordonnées GPS des stations de prélèvements des eaux (campagnes C03 et C04)	87
Tableau 9 : Coordonnées GPS des stations de prélèvements pour la recherche de mercure dans la chair de poissons	87
Tableau 10 : Résultats des prélèvements d'eau de surface de la campagne de suivi C01	89
Tableau 11 : Résultats des prélèvements d'eau de surface de la campagne de suivi C02	90
Tableau 12 : Résultats des prélèvements d'eau de surface de la campagne de suivi C03	91
Tableau 13 : Résultats des prélèvements d'eau de surface de la campagne de suivi C04	92
Tableau 14 : Coordonnées GPS des stations échantillonnées durant l'inventaire de la macrofaune benthique	104
Tableau 15 : Synthèse des indices de tolérance à la pollution basée sur les macroinvertébrés benthiques, mission 1	114
Tableau 16 : Synthèse des indices de tolérance à la pollution basée sur les macroinvertébrés benthiques, mission 2	115
Tableau 17 : Coordonnées GPS et données concernant les stations d'échantillonnage	118
Tableau 18 : Caractéristiques physico-chimiques des eaux dans les sites d'échantillonnage. Les stations sont ordonnées de l'amont vers aval. En noir Mission 1 (M1) ; en bleu, Mission 2 (M2). P. = Paramètres mesurés, St. = Station ; Larg. = largeur du cours d'eau ; T° = Température ; C = Conductivité ; TS = Mesure par le Tube de Secchi ; O ₂ = pourcentage d'Oxygène dissous dans l'eau ; Vit = Vitesse mesurée au moment de la pêche. Cases grisées : Pas d'échantillonnage..	122
Tableau 19 : Résultats des captures par stations, par missions et par engins de pêche (E : épervier ; S : senne ; F : filets maillants ; T : trappe ; V : verveux)	124
Tableau 20 : Indices de diversité classique sur les CPUE des captures des filets classés de l'amont vers l'aval	127

Tableau 21 : Nombre d'occurrences par espèces selon le cours d'eau, la taille de la rivière et la localisation géographique en fonction des rapides (Amont/Aval).....	129
Tableau 22 : Nombre d'ordres, de familles et d'espèces connues du Komo.....	140
Tableau 23 : Liste des espèces nouvelles pour le Komo apportées par les missions TEREÀ Ngoulmèndjim. En vert : équipe « killies ».....	140
Tableau 24 : Caractéristiques des stations connues scientifiquement avant 2017 en amont de la zone d'étude. 1 = présence ; Gb = Gabon, GE = Guinée Équatoriale.....	141
Tableau 25 : Nombre d'espèces par ordres et par familles. En italique, les ordres plutôt d'origine marine ; en grisé, les données concernant les ordres	145
Tableau 26 : Liste des espèces connues de la zone considérée. Cases vertes : nouvelles espèces probables pour la science, Texte en orangée : mission « killies », Texte en vert : nouvelles espèces pour le Komo. LT = Longueur Totale maximale connue en mm. MI = Habitat : bp = benthopélagique, dé = démersal, pé = pélagique. ST = Statut : n = native, en = endémique, i = introduit. Milieu aquatique : M = Marin, S = saumâtre, E = eau douce. Mig = Migration, Po = Potamodrome, An = Anadrome, Cat = Catadrome, Am = Amphidrome. Intérêt commercial : P = pêcheries, F = aquaculture, A = aquarium ; com = commerciale H = hautement, sub = subsistance, pot = potentielle, exp = expérimental. Occurrence : Avant 2017 = données anciennes avant 2017, Amont = espèces anciennement connues en amont du futur barrage, TEREÀ = données collectées lors des missions TEREÀ (« killies » et « poissons »), Nouveau = nouveau pour le Komo	146
Tableau 27 : Nombre des espèces migratrices du bassin du Komo.....	150
Tableau 28 : Nombre des espèces d'intérêts économiques	150
Tableau 29 : Nombre des espèces selon les catégories UICN.....	155
Tableau 30 : Statut UICN des espèces décrites endémiques du Gabon. Occurrences = nombre d'occurrences avec coordonnées connues.....	156
Tableau 31 : Statut d'occurrence en fonction du statut UICN par famille. T = total, en = endémique, n = native, i = introduite	157
Tableau 32 : Stations d'échantillonnage des killies à Ngoulmèndjim	163
Tableau 33 : Coordonnées GPS des stations d'inventaire botanique	184
Tableau 34 : Résumé des indices de diversité de la zone de Ngoulmèndjim et des sites adjacents. Les valeurs entre guillemets correspondent aux limites de l'intervalle de confiance à 95%	187
Tableau 35 : Estimation et comparaison des paramètres structuraux de la forêt de terre ferme recouvrant le site d'étude et des sites adjacents (zone nord de la CFAD de la SEEF et vallée de la Mbé dans le parc national des Monts de Cristal)	191
Tableau 36 : Pour chaque zone d'étude, les nombres de récoltes disponibles, de taxons collectés, d'espèces préliminairement évaluées comme CR? (en danger critique), EN? (en danger d'extinction) et VU? (vulnérable), et nombre total d'espèces préliminairement évaluées comme menacées, dont le nombre d'entre elles uniquement représentées dans la zone	194
Tableau 37 : Les 26 espèces identifiées par l'analyse préliminaire comme étant potentiellement menacées et présentes sur l'empreinte du projet. La catégorie UICN préliminaire est donnée pour chacune d'entre elle après vérification manuelle des résultats du « Rapid Red Listing ». Le nombre de locations sensu UICN est indiqué, ainsi que les pays où ces espèces sont trouvées	194
Tableau 38 : Récapitulatif du nombre de collections botaniques effectuées lors des différentes missions du projet	195
Tableau 39 : Nombre d'échantillons et nombre d'espèces récoltées par famille lors des différentes phases de terrain du projet (entre parenthèses, pourcentage du total)	199
Tableau 40 : Tableau synthétique des 12 espèces menacées identifiées sur le site d'étude.....	202
Tableau 41 : Liste des orchidées collectées sur le terrain et mise en culture en ombrières à Libreville	228
Tableau 42 : Tableau synthétique des 27 espèces évaluées comme VU ou potentiellement VU	233
Tableau 43 : Coordonnées GPS des stations d'échantillonnage de l'entomofaune et type de pièges (en bleu, la 1 ^{ère} mission ; en orangé, la 2 ^{ème} mission)	237
Tableau 44 : Effort de collecte de l'entomofaune, par méthode de capture	241
Tableau 45 : Nombre de spécimens par groupes collectés à Ngoulmèndjim	241

Tableau 46 : Tableau de synthèse des cétoines collectées à Ngoulmendjim (Violaineville) durant les deux missions de terrain	244
Tableau 47 : Stations d'échantillonnage de l'herpétofaune à Ngoulmendjim	256
Tableau 48 : Coordonnées GPS des caméras pièges disposées à Ngoulmendjim.....	310
Tableau 49 : Liste des espèces de mammifères identifiées et potentiellement présentes dans la zone d'étude	311
Tableau 50 : Abondance relative des différentes espèces de mammifères recensées dans les reces-transects de la zone de prospection pendant la saison sèche (S) et pendant la saison des pluies (P) (IKA=indice kilométrique d'abondance)	314
Tableau 51 : Nombre de captures de chaque espèce par caméra pendant la saison sèche (S) et pendant la saison des pluies (P).....	318
Tableau 52 : Nombre d'espèces de mammifères terrestres (Primates, Carnivores, Artiodactyles, Proboscidiens et Rongeurs) dans la zone de prospection et 2 aires protégées du Gabon avec le même le relief.....	320
Tableau 53 : Statuts de conservation et protection nationale des espèces de mammifères recensées à Ngoulmendjim	322
Tableau 54 : Tableau récapitulatif des espèces représentant un enjeu au regard de la PS6, trouvée durant les inventaires sur l'ensemble de la zone étudiée	326

ACRONYMES

AOO	Area Of Occupancy
CENAREST	Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique
CFAD	Concession Forestière sous Aménagement Durable
COD	Carbone Organique Dissout
COT	Carbone Organique Total
CR	En danger critique d'extinction
DCO	Demande Chimique en Oxygène
DD	Manque de données
DGEPN	Direction Générale de l'Environnement et de la Protection de la Nature
ECP	Emerging Capital Partners
EIE	Etude d'Impact Environnemental
EIES	Etude d'Impact Environnemental et Social
EN	En danger d'extinction
EOO	Extent Of Occurrence
FGIS	Fond Gabonais d'Investissement Stratégique
GES	Gaz à Effet de Serre
GPC	Gabon Power Company
HVC	Hautes Valeurs de Conservation
IBGN	Indice Biologique Global Normalisé
IRAF	Institut de Recherche Agronomiques et Forestières
IRET	Institut de Recherche en Ecologie Tropicale
IUCN / UICN	Union Internationale pour la Conservation de la Nature
LC	Préoccupaiton mineure
MBG	Missouri Botanical Garden
MES	Matière En Suspension
NT	Quasi-menacée
PFBC	Partenariat pour les Forêts du Bassin du Congo
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
PS	Performance Standard (= Normes de performance)
SEEF	Société Equatoriale d'Exploitation Forestière
SFI	Société Financière Internationale (= IFC <i>en anglais</i>)
TDR	Termes De Référence
TNC	The Nature Conservancy
VU	Vulnérable

REMERCIEMENTS

TEREA souhaite remercier les autorités gabonaises centrales ainsi que les autorités locales ayant soutenu de près ou de loin l'étude, mais également le CENAREST pour l'autorisation de recherche délivrée dans le cadre de cette étude, en particulier Mme Flore KOUMBA.

L'ensemble des experts (et les spécialistes consultés par chacun d'entre eux) est également remercié ainsi que le personnel de terrain sans qui le travail aurait été difficile et toutes les personnes qui y ont participé de près ou de loin. Les spécialistes qui sont intervenus ont pour beaucoup fait preuve d'initiatives personnelles positives pour l'étude (recherche ADN, sensibilisation des plus jeunes, etc.), de compréhension et de patience. Certaines expertises sont également allées plus loin qu'attendu dans l'analyse des données.

Le bon déroulement des missions a été rendu possible par l'ensemble du personnel de la Société Equatoriale d'Exploitation Forestière (SEEF) à Libreville et sur site : les équipes sont vivement remerciées pour cela. La société GERI, Arnaud DUFFY y sont également pour beaucoup.

La réactivité du laboratoire Hydreco et de l'équipe de l'UMR CNRS EPOC 5805 de l'Université de Bordeaux a été appréciée.

Enfin, nous tenons à remercier le FGIS et ERANOVE d'avoir fait confiance à TERE A en lui confiant la réalisation de cette étude pluridisciplinaire. Toute notre équipe et les experts associés ont apprécié et été fiers de participer à une étude de cette envergure.



1. RESUME EXECUTIF

L'étude de l'état initial du milieu naturel du site de Ngoulmendjim a mobilisé 14 experts internationaux dont les missions, étalées sur un an, ont porté sur les volets d'expertise suivants :

- ◆ **Milieu Aquatique :**
 - Qualité physico-chimique de l'eau (4 campagnes), avec l'analyse de la présence du mercure dans les chairs de poissons
 - Macro-benthos (2 saisons)
 - Ichtyofaune / Poissons dont killies (2 saisons)
- ◆ **Milieu Terrestre :**
 - Flore (2 campagnes) :
 - Habitats et essences à valeurs commerciales
 - Espèces menacées
 - Faune :
 - Entomofaune / Insectes (2 saisons)
 - Herpétofaune / Reptiles-Amphibiens (2 saisons)
 - Avifaune / Oiseaux (2 saisons)
 - Grande faune mammalienne (1 suivi sur plusieurs mois)

Les inventaires se sont tenus entre juillet 2017 et mai 2018, afin de pouvoir tenir compte de la saisonnalité, conformément aux recommandations internationales (notamment la norme de performance 6 de l'IFC (PS6, Performance Standard) et sa note d'orientation (NO6)) qui préconisent des études de base incluant des inventaires de terrain couvrant plusieurs saisons. Par ailleurs, plusieurs outils ont été utilisés pour évaluer les espèces recensées sur le terrain, à savoir, entre autres, la Liste Rouge développée par l'UICN. Parmi les 9 catégories développées par l'UICN dans la Liste Rouge pour classer les espèces végétales et animales selon le degré de menace pesant sur elles (il est recommandé de se référer pour plus de précisions au document de l'UICN relatif aux Catégories et Critères de la Liste Rouge, dans sa dernière version), les principaux statuts utilisés dans le présent résumé exécutif sont :

- ◆ Espèces en danger critique (CR) : un taxon est dit CR lorsqu'il est confronté à un risque extrêmement élevé d'extinction à l'état sauvage ;
- ◆ Espèces en danger (EN) : un taxon est dit CR lorsqu'il est confronté à un risque très élevé d'extinction à l'état sauvage ;
- ◆ Espèces vulnérables (VU) : un taxon est dit VU lorsqu'il est confronté à un risque élevé d'extinction à l'état sauvage.

Sur l'ensemble de l'étude, les activités de terrain se sont globalement déroulées selon l'emploi du temps prévu initialement et les délais ont été tenus. Les missions se sont bien déroulées, la logistique ayant toutefois retardé certaines d'entre elles (accès au site).

Tableau 1 : Calendrier terrain des activités menées durant l'étude sur Ngoulmendjim

Spécialités	NGOULMENDJIM												
	juin-17	juil-17	août-17	sept-17	oct-17	nov-17	déc-17	janv-18	fev-18	mars-18	avr-18	mai-18	juin-18
Hydrologie													
Macrofaune benthique													
Ichtyofaune													
Habitats / Flore													
Espèces menacées / Flore													
Entomofaune													
Herpétofaune													
Avifaune													
Grande Faune													

Les points remarquables qui ressortent des missions de terrain menées à Ngoulmendjim (secteur Est des Monts de Cristal) sont résumés ci-après.

◆ Milieu Aquatique :

○ Qualité physico-chimique de l'eau :

La qualité des eaux a été réalisée sur 11 stations suivies durant 4 campagnes de prélèvements, sur une durée d'un an.

De manière générale, la qualité des eaux peut être considérée comme bonne, avec une eau bien oxygénée et des valeurs de carbone organique total et dissous faibles. Parmi les paramètres testés, beaucoup de valeurs de concentration sont inférieures aux seuils de détection des appareils de mesure et considérées comme négligeables. C'est le cas pour les matières azotées, phosphatées et les nitrates, la plupart des micropolluants minéraux.

Durant la campagne de suivi 2, en saison des pluies, on note une augmentation des matières en suspension sur quelques stations qualifiant la qualité des eaux sur ces stations de « très mauvaise » vis-à-vis de ces paramètres.

Par ailleurs, en campagne 2, on note des concentrations en nickel considérées comme moyenne sur certaines stations ainsi que 2 stations présentant des concentrations en plomb supérieures aux seuils de l'OMS (pour la santé humaine). L'origine de ces éléments peut être naturelle ou humaine (pollution via gaz d'échappements par exemple). Enfin, il faut noter la présence de mercure dans les eaux révélée en campagne de suivi 2 sur une station et via les prélèvements de chair de poissons sur 3 stations différentes, toutes situées sur le Komo (barrage et débarcadère d'entrée à la SEEF). La présence du mercure dans les eaux peut être, dans le cas présent, de deux origines : naturelle (présence dans les sols et relargage lorsque les sols sont mis à nu) ou humaine (orpaillage illégal).

Le fer et l'aluminium sont également présents de manière notable sur plusieurs stations. Il est fréquent au Gabon d'observer ces éléments dans les eaux. En effet, les sols contiennent naturellement du fer et de l'aluminium, et la dissolution de ces deux éléments est favorisée par des pH acides et des températures élevées.

Les gaz dissous ont été suivis sur 8 stations. Les analyses montrent que l'hydrogène sulfuré et le méthane sont en concentrations inférieures aux limites de détection des appareils et les concentrations en gaz carbonique (anhydride carbonique agressif, libre et équilibré) n'ont jamais dépassé 14 mg/L.

○ Macro-benthos :

L'inventaire macrofaune benthique s'est déroulé sur 2 missions en septembre 2017 puis en février 2018. Au total, 12 347 spécimens soit 880 prélèvements ont été prélevés permettant d'établir une liste faunistique de 13 Ordres, 75 Familles pour 107 espèces identifiées.

Il ressort que les différents cours d'eau échantillonnés (Komo, petite Tsibilé, Tsibilé) et leurs affluents présentent un même fond entomologique caractérisé par des peuplements similaires de Macroinvertébrés. La zone présente en outre une biodiversité élevée révélatrice de l'absence de pollution organique (groupe des EPT (Ephéméroptères, Plécoptères, Trichoptères) abondants, espèces de *Perla* sp. présentes sur tous les secteurs échantillonnés pour les deux missions, etc.).

Les indices de biodiversité calculés ainsi que les ratios EPT / Chironomidae sont tous révélateurs d'une bonne qualité des eaux. Les résultats entre les deux missions, de plus, laissent à penser que les crues et décrues influencent la structure des peuplements de Macroinvertébrés dans cette zone des Monts de Cristal.

○ Ichtyofaune / Poissons :

D'un point de vue terrain, une mission en hautes eaux, et une mission en basses eaux, soit un total de 26 jours effectifs sur le terrain, ont été réalisées. Le Komo (2/3 du temps) et les bassins des Tsibilés (1/3 du temps) ont été échantillonnés. Des 3 028 spécimens pêchés (64 espèces) sur 26 stations échantillonnées, il ressort :

- Le Komo est, dans sa globalité, plus riche en espèces que les Tsibilés. Certaines espèces n'apparaissent que dans le Komo et d'autres uniquement dans le bassin des Tsibilé ;
- La répartition des espèces n'apparaît pas comme uniforme. Le gradient amont-aval est probable avec la non-possibilité **pour certaines espèces** des bas cours de remonter les fleuves majeurs, les rapides étant alors des barrières difficilement franchissables ;
- Les petits ruisseaux sont moins riches, globalement, que les rivières plus larges avec la prédominance de quelques espèces en termes d'abondance, et certaines espèces peuvent avoir leurs effectifs répartis sur différents cours d'eau ;
- Il existe une variabilité par saison avec une augmentation de la diversité en basses eaux, ce qui était attendu. Par ailleurs, des pics, ou un pic de reproduction saisonnier, sont probables et attendus pour plusieurs espèces.

D'un point de vue global concernant le fleuve Komo (pêches + littérature), les points forts suivants ressortent :

- La composition spécifique du Komo comprend actuellement un minimum de 157 espèces pour 36 familles : un apport de 27 espèces via les présentes missions est à noter au regard des données disponibles et publiées antérieurement à 2017. Par ailleurs, la liste des espèces potentiellement nouvelles pour la science s'élève ainsi à 10 (dont 8 killies, voir ci-après) ;
- 19 espèces à l'échelle du bassin versant sont connues pour être migratrices (12 potamodromes (en eaux douces, et saumâtres, seulement) et 7 espèces d'origine plutôt marine mais tolérantes à tous les milieux (1 anadrome (remontée des rivières pour pondre), 2 catadromes (de l'eau douce vers la mer pour pondre), 4 amphidromes (de l'eau douce vers la mer, ou inversement, mais pas pour pondre)). Aucune espèce d'origine des eaux marines et/ou saumâtres n'est répertoriée en amont de la zone de barrage ;
- 3 espèces du bassin versant ont été introduites ;
- Enfin parmi les espèces représentant un enjeu fort en termes de conservation, sur base de la Liste Rouge de l'IUCN, sur les 4 espèces connues du bassin versant classées en danger (EN), 2 killies ne sont probablement pas présentes (espèces côtière, détermination incertaine).

Ces résultats sont à nuancer toutefois par plusieurs points notamment le manque de connaissances sur la biologie et la migration des espèces rendant difficile les conclusions, le temps restreint alloué au terrain au regard du projet, l'étendue de la zone et l'accessibilité aux stations.

Le relargage de l'eau du Komo dans les Tsibilé peut affecter, d'une part, de façon radicale les communautés de poissons des Tsibilé où certaines espèces s'y trouvent sans être présentes dans le Komo, ainsi que les remontées des espèces de par le changement probable de la qualité de l'eau et de son débit.

○ **Ichtyofaune, précisions additionnelles sur les killies :**

Deux missions d'inventaire pour les killies ont permis un échantillonnage large (plus large que la zone d'étude) sur un total de 55 stations localisées dans une grande partie des biotopes rencontrés sur site. Cet inventaire peut être considéré comme à peu près exhaustif, et met en évidence 3 nouvelles espèces et 5 potentielles pour la science. Parmi celles-ci, 5 ont été retrouvées uniquement dans la zone fortement impactée du barrage lui-même. Les espèces UICN sont résumées dans le paragraphe relatif aux poissons.

◆ Milieu Terrestre :

○ Flore :

■ Habitats et essences à valeurs commerciales :

La prospection de terrain pour cette expertise s'est tenue en 2 phases, permettant l'échantillonnage de 31 parcelles d'1 ha chacune réparties autour du site d'implantation du barrage ainsi qu'en amont de celui-ci et sur la piste principale de la SEEF (base-vie Tsibilé / base-vie Violaineville).

Les principaux habitats caractérisés sont au nombre de 3 à savoir forêts denses sempervirentes de basse et moyenne altitude du Gabon ; mélange de forêts potentiellement inondables et de forêts de terre fermes perturbées ; et forêt dense de terre ferme ayant été intensément exploitée. Par ailleurs, le site d'étude, comparé à des secteurs similaires suivis via des placettes permanentes (Parc National des Monts de Cristal, concession SEEF), présente des paramètres structuraux significativement plus faibles qui traduisent un effet de reconstitution d'un peuplement après perturbation (exploitation forestière).

Enfin cette expertise, a permis d'identifier quatre espèces protégées par la législation nationale, ainsi que trois espèces en danger (EN) selon l'UICN. Ces trois espèces sont à ajouter aux 10 espèces classées EN identifiées par la mission « espèces menacées » (cf ci-après) qui cible le monde végétal au sens large (ainsi on obtient 13 espèces classées EN pour la Flore).

■ Espèces menacées :

Une mission « principale » s'est tenue sur la zone d'étude ciblant la flore de manière générale et plus particulièrement les 26 espèces évaluées lors de la revue bibliographique préliminaire (desktop study) préliminaire comme potentiellement en danger critique (CR), en danger (EN), vulnérables (VU) ou potentiellement VU (VU ?). Une seconde mission s'est tenue à une saison plus propice afin de cibler les Podostémacées, entre autres. A la suite de cette étude de terrain, 14 espèces menacées ou potentiellement menacées supplémentaires ont été identifiées.

Au total, pour l'empreinte du projet de Ngoulmendjim, 39 espèces menacées (CR, EN, VU ou VU ?) sont reconnues, dont 2 espèces en danger critique d'extinction (CR), 10 espèces en danger (EN), et 27 espèces vulnérables (VU) ou potentiellement VU (VU ?).

Parmi les espèces en danger critique (CR) ou en danger (EN), déclencheuses d'habitats critiques* au sens de la norme de performance 6 de l'IFC (PS6), 5 espèces ont été identifiées uniquement via la revue bibliographique et non sur le terrain. Les 7 autres espèces en danger critique (CR) ou en danger (EN) ont été révélées par les prospections de terrain. Six espèces potentiellement nouvelles pour la science ont été recensées (certaines sont connues d'autres secteurs que Ngoulmendjim). Une potentielle nouvelle espèce d'orchidées a également été observée à l'état fertile, et des recherches taxonomiques sont en cours pour déterminer si c'est une nouvelle espèce, auquel cas elle pourrait être considérée comme en danger critique d'extinction (CR) (car alors connue d'une seule sous-population localisée dans la zone ennoyée).

Enfin en ce qui concerne les Podostémacées (famille de plantes à l'écologie restrictive et inféodées aux habitats aquatiques), il faut considérer qu'elles sont peu connues au Gabon (comparé par exemple au Cameroun du fait de multiples études menées en lien avec les nombreux projets de développements hydroélectriques). La découverte d'espèces non signalées au Gabon ou nouvelles pour la science est donc attendue. Le temps alloué pour cette partie de l'étude est insuffisant et les experts recommandent des études complémentaires en saison sèche qui pourraient permettre de confirmer ou infirmer leur statut.

**Remarque : De manière succincte, les habitats critiques selon la norme de performance 6 (PS6) sont des aires ayant une valeur élevée en biodiversité, notamment (i) les habitats d'une importance cruciale pour les espèces classées en danger critique (CR) et en danger (EN) à l'UICN, les aires d'importance pour (ii) les espèces endémiques ou à distribution limitée, et (iii) abritant de grandes concentrations d'espèces migratoires et/ou uniques. Pour plus de*

détails (notamment sur les autres critères), le lecteur est invité à consulter la suite du présent rapport ainsi que la PS6 et sa note d'orientation (NO6).

○ Faune :

▪ **Entomofaune / Insectes**

Un total de 26 jours effectifs de terrain, divisés en deux missions, a permis d'échantillonner ce vaste groupe. L'expertise a retenu l'Ordre des Coléoptères (scarabés) (famille des cérambycides et des cétoniins) et l'Ordre des Lépidoptères (papillons) (nymphalides, sphingidés, saturniidés). Tout confondu, 285 espèces ont été identifiées dont un spécimen aberrant (de par sa coloration) pouvant s'avérer être une nouvelle espèce de sphingidés (des analyses ADN permettraient de conclure sur le statut taxonomique).

Les collectes de lépidoptères démontrent globalement une forte biodiversité indicatrice de milieux forestiers anciens et bien conservés. De nombreuses espèces en sont d'ailleurs tributaires. Le groupe des coléoptères permet de faire les mêmes conclusions quant aux types de milieux rencontrés. En revanche, les résultats montrent que l'inventaire est incomplet comparé aux espèces connues.

Ngoulmendjim fait partie d'un ensemble cohérent en matière de biodiversité avec les Monts de Cristal où les espèces inventoriées se retrouvent par ailleurs.

▪ **Herpétofaune / Reptiles-Amphibiens :**

Les 2 missions ont été complémentaires pour l'herpétofaune permettant d'augmenter significativement le nombre d'espèces lors de la 2^{ème} mission. Aussi bien pour les amphibiens que pour les reptiles, les inventaires ne sont toutefois pas complets d'après les courbes d'accumulation des espèces (plus d'espèces peuvent être attendues).

Un total de 45 espèces **d'amphibiens** a pu être recensé soit presque la moitié des espèces connues du Gabon. Ceci indique une forte biodiversité de la zone d'étude. Parmi les espèces inventoriées, 3 espèces sont potentiellement nouvelles pour la science et une espèce nouvelle pour le pays déjà collectée récemment près de Ntoum a également été identifiée. Par ailleurs, une population d'une espèce classée en danger d'extinction (EN) à la Liste Rouge de l'UICN a été découverte, à proximité de l'emplacement du barrage. Cette espèce n'était connue jusqu'alors que d'une station, située également au Gabon. La présente localité représente donc la deuxième station connue de cette espèce. Au regard du projet et de l'emplacement des stations, cette espèce et les 3 espèces potentiellement nouvelles sont les plus sensibles.

Du côté des reptiles, 21 espèces ont pu être identifiées dans la zone d'étude, ce qui correspond à une biodiversité moyenne : les résultats de l'inventaire laissent à penser que seule la moitié des espèces réellement présentes a été identifiée. Le site abrite une espèce de crocodile classée vulnérable (VU) d'après la Liste Rouge de l'UICN. Il est fortement possible que les deux autres espèces (dont une classée en danger critique d'extinction (CR)) soient également présentes (identifiées par le personnel de la SEEF). Par ailleurs, une espèce de tortue identifiée comme vulnérable (VU) est également présente. A noter, les 3 espèces de crocodiles sont intégralement protégées au niveau national.

▪ **Avifaune / Oiseaux :**

Les missions avifaune se sont tenues en juillet puis en novembre 2017. Les résultats de ces deux missions mettent en évidence un total de 208 espèces d'oiseaux sur Ngoulmendjim. A titre de comparaison, le Parc National des Monts de Cristal situé non loin en compte 255, recensées sur des inventaires réalisés sur une plus longue période. A noter, à l'échelle du Gabon, qu'il n'y a pas d'espèce d'oiseau menacée par la destruction de son habitat ou par la chasse.

Pour résumer, une espèce classée en danger d'extinction (EN) est présente sur la zone d'étude (perroquet jaco). Au Gabon, toutefois, les conditions sont favorables pour cette espèce, comme expliqué. Elle est connue du reste du pays et n'est pas concernée par les menaces qui pourraient peser sur elle dans d'autres pays où elle est connue.

Enfin un canard rare à distribution très limitée, et fortement lié aux habitats aquatiques, le canard noirâtre *Anas sparsa*, a également été activement recherché sans pour autant avoir été trouvé.

▪ **Grande faune mammalienne :**

Les inventaires par recensements-transects et caméras-pièges pendant 2 campagnes ont permis l'identification de 27 espèces de mammifères. Ces résultats sont comparables à ce qui est connu des Parcs Nationaux comme les Monts de Cristal situés à proximité du site d'étude. Ils s'expliquent par le fait que la zone est difficile d'accès aux hommes lui conférant une protection naturelle, et, bien qu'une exploitation forestière y opère, les règles instaurées en matière de chasse (interdiction), permettent de préserver la faune de manière générale, et les grands mammifères plus particulièrement victimes la plupart du temps du braconnage.

Deux espèces ressortent de cette liste étant classées en danger critique (CR) et en danger (EN) à la Liste Rouge de l'UICN. S'y ajoutent 4 espèces vulnérables (VU), et à l'échelle nationale, 7 espèces intégralement protégées.

Ces espèces, plus mobiles que d'autres, sont connues des zones adjacentes comme le Parc National des Monts de Cristal.

Tableau récapitulatif des espèces représentant un enjeu au regard de la PS6, trouvée durant les inventaires sur l'ensemble de la zone étudiée (sont considérées les espèces CR, EN à la Liste Rouge de l'UICN, les espèces nouvelles ou potentiellement nouvelles pour la science et les espèces soumises à une réglementation particulière à l'échelle nationale)

Section du rapport	Nom scientifique	Statut UICN	Statut au Gabon	Nouvelle espèce	Endémisme (en l'état actuel des connaissances)	Commentaires		
Milieu aquatique								
Poissons	<i>Fontitrygon ukpam</i>	EN				répertoriée dans le bassin versant d'après la littérature, non collectée		
	<i>Chromidotilapia sp</i>			X		nouvelle pour la science, collectée		
	<i>Neolebias cf. unifasciatus</i>			X		potentielle nouvelle espèce pour la science		
	<i>Pentanemus quinquarius</i>	VU				répertoriée dans le bassin versant, non collectée		
Poissons / killies	<i>Plataplochilus chalcopyrus</i>	EN				répertoriée dans le bassin versant d'après la littérature, non collectée détermination toutefois des spécimens connus incertaine / révision du genre nécessaire		
	<i>Aphyosemion alpha</i>	EN			X	répertoriée dans le bassin versant d'après la littérature, non collectée durant les missions espèce côtière, présence incertaine dans la zone d'influence du projet endémique du Gabon		
	<i>Aphyosemion cf etsamense</i>			X	X	nouvelle pour la science, endémique connue de la zone d'étude des Monts de Cristal		
	<i>Aphyosemion cf callipteron</i>			X	X	potentielle nouvelle espèce pour la science, auquel cas endémique de la zone d'étude		
	<i>Epiplatys cf multifasciatus</i>			X	X	potentielle nouvelle espèce pour la science		
	<i>Epiplatys cf ansorgii</i>			X		potentielle nouvelle espèce pour la science		
	<i>Aphyoplatys sp.</i>			X	X	potentielle nouvelle espèce pour la science, endémique connue de la région de Nkoltang et de la zone d'étude de Ngoulmendjim		
	<i>Plataplochilus sp. Avébé</i>			X	X	potentielle nouvelle espèce pour la science, endémique du bassin de l'Avébé		
	<i>Aplocheilichthys sp. Avébé</i>			X	X	nouvelle pour la science, endémique connue de la zone d'étude de Ngoulmendjim		
	<i>Plataplochilus sp. Komo</i>			X	X	nouvelle pour la science, endémique connue de la région de Kango et de la zone d'étude de Ngoulmendjim		
	Milieu terrestre							
	Flore	<i>Diospyros crassiflora</i>	EN					
		<i>Cassipourea acuminata</i>	EN					
<i>Thiagmella africana</i>		EN	interdite à l'abattage					
<i>Irvingia gabonensis</i>		NT	interdite à l'abattage					
<i>Poga oleosa</i>			interdite à l'abattage					
<i>Guibourtia tessmannii</i>			mise en réserve					
<i>Dacryodes buettneri</i>			soumise à réglementation					
<i>Epistemma sp. nov.</i>		CR		X		collectée, la station de la présente étude constitue la seule station connue pour cette espèce		
<i>Grewia drummondiana</i>		CR				connue de la zone d'étude d'après la littérature, non collectée		
<i>Liparis joannis-kornasii</i>		EN				collectée		
<i>Tetrorchidium gabonense</i>		EN				collectée		
<i>Palisota plicata sp. nov. ined.</i>		EN		X		collectée, 4 stations connues au Gabon dont 3 identifiées dans la présente étude		
<i>Crossandrella cristalensis</i>		EN				collectée		
<i>Ledermanniella letestui</i>		EN				connue de la zone d'étude d'après la littérature, non collectée		
<i>Sirdavidia solannona</i>		EN				connue de la zone d'étude d'après la littérature, non collectée		
<i>Agelaea gabonensis</i>		EN				connue de la zone d'étude d'après la littérature, non collectée		
<i>Bridelia wilksii</i>		EN				connue de la zone d'étude d'après la littérature, non collectée		
<i>Inversodicraea cf. thollonii</i>		EN				collectée		
<i>Ledermanniella cf. tenuifolia</i>		EN				collectée		
<i>Mostuea sp. nov.</i>		VU ?		X		collectée, nouvelle espèce		
<i>Hymenocoleus bracteosus sp. nov.</i>		VU ?		X		collectée, nouvelle espèce		
<i>Eriocoelum sp. nov. ?</i>		VU ?		X		collectée, nouvelle espèce		
<i>Culcasia aff. mannii</i>		VU ?		X		collectée		
<i>Cyrtorchis sp. nov. ?</i>		CR ?		X		collectée, potentielle nouvelle espèce		
Insectes		<i>Polyptychus cf carteri</i>			X	X	collectée, potentielle nouvelle espèce pour la science	
		Amphibiens	<i>Leptodactylodon stevarti</i>	EN			collectée, la station de la présente étude constitue la 2ème station connue de cette espèce	
			<i>Hymenochirus sp.</i>			X	X	collectée, potentielle nouvelle espèce
			<i>Arthroleptis sp.</i>			X	X	collectée, potentielle nouvelle espèce
<i>Leptopelis sp.</i>				X	X	collectée, potentielle nouvelle espèce		
Reptiles		<i>Mecistops cataphractus</i>	CR	intégralement protégé				
	<i>Osteolaemus tetraspis</i>	VU	intégralement protégé					
	<i>Crocodylus niloticus</i>	LC	intégralement protégé					
	<i>Varanus niloticus (V. oratus)</i>		partiellement protégée					
	<i>Python sebae</i>		partiellement protégée					
Oiseaux	<i>Psittacus erithacus</i>	EN	partiellement protégée					
	<i>Gypohierax angolensis</i>	LC	partiellement protégée					
Mammifères	<i>Gorilla gorilla</i>	CR	intégralement protégé					
	<i>Pan troglodytes troglodytes</i>	EN	intégralement protégé					
	<i>Mandrillus sphinx</i>	VU	intégralement protégé					
	<i>Panthera pardus</i>	VU	intégralement protégé					
	<i>Loxodonta africana cyclotis</i>	VU	intégralement protégé					
	<i>Syncerus caffer nanus</i>	LC	intégralement protégé					
	<i>Hyemoschus aquaticus</i>	LC	intégralement protégé					
	<i>Tragelaphus spekii</i>	LC	partiellement protégée					
	<i>Potamochoerus porcus</i>	LC	partiellement protégée					
	<i>Cephalophus silvicultor</i>	NT	partiellement protégée					

2. PRESENTATION SOMMAIRE DU PROJET

2.1 Contexte

Dans le cadre du déploiement du plan stratégique Gabon émergent, l'Etat gabonais a l'ambition de développer une offre d'électricité durable, diversifiée et accessible pour tous. Ainsi, l'Etat affiche sa volonté de valoriser pleinement le potentiel hydroélectrique du Gabon avec pour objectif de rehausser à hauteur de 80% la part de l'hydroélectricité dans le mix énergétique, afin de satisfaire la demande à un coût compétitif. Aussi, pour participer à cet objectif national, le 21 Octobre 2016, l'Etat du Gabon et le Consortium composé du Fonds Gabonais d'Investissements Stratégiques (FGIS) et du groupe Eranove ont signé deux contrats de concession (« BOOT ») pour la conception, le financement, la construction et l'exploitation de deux aménagements hydroélectriques des sites de :

- ◆ Ngoulmendjim d'une capacité estimée à environ 85 Mégawatts ;
- ◆ Dibwangui d'une capacité estimée à environ 15 Mégawatts.

Le bureau d'études TERE A a été sélectionné pour la réalisation de l'étude de l'état initial du milieu naturel du site du projet hydroélectrique de Ngoulmendjim, et a signé le 25 avril 2017 un contrat en ce sens avec Gabon Power Company (GPC), une filiale du FGIS.

La présente étude est jalonnée, conformément au contrat et à compter de la date de réception de l'avance au démarrage (le 30 juin 2017), de plusieurs livrables réalisés tous les 3 mois par TERE A :

- ◆ 1er point d'avancement à 3 mois (fin septembre 2017) : ce rapport, produit début octobre, a été validé début novembre 2017 ;
- ◆ Rapport intermédiaire à 6 mois (+ atelier de présentation) (janvier / février 2018) :
 - l'atelier à mi-parcours s'est tenu fin janvier 2018, il a été accompagné d'un compte-rendu relatif à la séance de présentation ainsi que d'un compte-rendu relatif aux discussions d'ordre technique qui s'en sont suivies entre le Consortium et TERE A ;
 - le rapport mi-parcours a été produit début mars 2018 et validé courant avril 2018 ;
- ◆ 2ème point d'avancement à 9 mois (fin mars 2018) : ce rapport a finalement été produit début juin 2018 ;
- ◆ Rapport final provisoire qui après relecture et corrections constituera le rapport final consolidé, à 12 mois (+ atelier de présentation) (fin juin / juillet 2018) : ce document est l'objet du présent rapport.

Le présent rapport constitue donc le **rapport final à 12 mois de l'état initial de Ngoulmendjim**. Une fois validé entre le Consortium et TERE A, il constituera le rapport final consolidé conformément au contrat.

2.2 Parties prenantes

2.2.1 Initiateur du projet : le Consortium FGIS/GPC – ERANOVE

La présente étude est à l'initiative du Consortium FGIS – ERANOVE (« le Consortium ») :

2.2.1.1 Le Fond Gabonais d'Investissements Stratégiques (FGIS)

Le Fonds Gabonais d'Investissements Stratégiques (FGIS), vecteur de mobilisation de ressources, est un acteur majeur de la stratégie de diversification de l'économie gabonaise. Il a pour mission, entre autres, à travers ses prises de participations de susciter l'investissement des entreprises locales ou étrangères dans les secteurs stratégiques de l'économie nationale.



Dans le cadre du présent projet, le FGIS est représenté par GPC avec qui le bureau d'études chargé de l'étude a contractualisé l'étude.



2.2.1.2 Le groupe ERANOVE

Le Groupe Eranove est un acteur majeur de la gestion des services publics et de la production d'électricité en Afrique de l'Ouest. Le groupe Eranove exploite au travers de ses filiales, un parc de production d'électricité de 604 MW de centrales hydroélectriques et de 643 MW de centrales thermiques.

Soutenu par son actionnaire majoritaire Emerging Capital Partners (ECP), un leader du capital investissement en Afrique, le Groupe Eranove assure pour le compte du Consortium le développement technique du Projet.

2.2.2 Le consultant mandaté par l'initiateur du projet, TERE A

Le Consortium a mandaté le consultant TERE A qui a été adjudicataire de l'appel d'offre pour instruire la présente étude (adjudication provisoire en date du 14 mars 2017). Le contrat a été signé le 25 avril 2017.

TEREA est un bureau d'études de droit gabonais qui propose expertise, assistance technique, conseil, formation, et qui intervient en étroite collaboration avec les Administrations en charge des forêts et de l'environnement, les opérateurs privés, les ONG et les bailleurs de fonds.

Parmi les multiples domaines de compétence de TERE A, les plus pertinents que l'on peut citer sont l'expertise environnementale et la conduite d'inventaires de biodiversité, l'appui institutionnel et la gestion de projet, la gestion forestière, etc.

Dans la présente étude, TERE A pilote l'étude et, en plus de ses propres volets d'intervention, s'appuie sur l'expertise reconnue de plusieurs experts et structures scientifiques nationales et internationales.

2.3 L'étude

2.3.1 Objectif général

La présente étude a pour objectif, conformément aux termes de référence (TDR) fournis dans la demande de proposition communiquée par le Consortium lors de l'appel d'offres, l'étude du milieu naturel du site de Ngoulmendjim, et plus précisément les zones susceptibles d'être impactées par le projet d'aménagement hydroélectrique :

- ◆ l'emprise du réservoir ;
- ◆ les affluents au réservoir ;
- ◆ les tronçons de cours d'eau aval barrage et aval usine jusqu'au prochain affluent important ;
- ◆ les zones annexes au projet principal (ligne d'évacuation du courant, zones d'emprunt et de décharge des matériaux, canalisations, pistes d'accès, etc.).

L'étude du milieu naturel constitue le chapitre « état initial » du milieu biologique de l'Etude d'Impact Environnemental et Social (EIES) dudit projet d'aménagement hydroélectrique. Cet état de référence du milieu naturel constitue un volet indispensable de toute étude d'impact et est légalement exigé au niveau national (décret n°539/PR/MEFEPEPN du 15 juillet 2005 accompagné du guide de procédure générale des Etudes d'Impact sur l'Environnement) et international.

L'actuelle étude a été réalisée en tenant compte des exigences de la réglementation en vigueur au Gabon et est conforme aux directives opérationnelles des bailleurs de fonds internationaux (Banque Mondiale, Banque Africaine...) ainsi qu'au protocole IHA, dans la mesure du possible.

Conformément à la proposition soumise par le consultant au Consortium et en respect des TDR, plusieurs expertises ont été planifiées sur les deux sites. Elles peuvent se décliner comme suit par milieu et par site :

- ◆ Milieu Aquatique :
 - Qualité physico-chimique de l'eau (4 campagnes), accompagnée d'une recherche du mercure dans les chairs de poissons
 - Macro-benthos (2 saisons)
 - Ichtyofaune / Poissons (2 saisons) (incluant une expertise spécifique aux killies)
- ◆ Milieu Terrestre :
 - Flore (1 saison, deux missions *in fine* réparties sur plusieurs mois) :
 - Habitats, et essences à valeurs commerciales
 - Espèces menacées dont la flore aquatique
 - Faune :
 - Entomofaune / Insectes (2 saisons)
 - Herpétofaune / Reptiles-Amphibiens (2 saisons)
 - Avifaune / Oiseaux (2 saisons)
 - Grande faune mammalienne (1 suivi de plusieurs mois)

Les inventaires se sont tenus sur un cycle annuel complet du climat afin de pouvoir tenir compte de la saisonnalité, et ce conformément aux standards internationaux (notamment la norme de performance 6 de l'IFC, PS6) qui préconisent des études de base incluant des inventaires de terrain sur plusieurs saisons. La distribution spatiale de certaines espèces est en effet influencée par les saisons, induisant des migrations comme c'est le cas par exemple pour certaines espèces de poissons.

La présente étude a démarré le 30 juin 2017 et s'est étendue jusqu'au 29 juin 2018.

Le présent rapport constitue le rapport final à 12 mois conformément au contrat établi entre le Consortium et TERE. Il a été envoyé au Consortium pour relecture. Une fois les commentaires intégrés, il constitue le rapport final consolidé qui fait l'objet d'une acceptation écrite de la part du Consortium.

2.3.2 Localisation et descriptif du site

2.3.2.1.1 Localisation et présentation générale

D'un point de vue administratif, le site se situe dans la province de l'Estuaire, dans le département du Komo Kango, à environ 100 km de Libreville.

Les barrages de Kinguélé et Tchimbélé se situent non loin, la centrale de Kinguélé étant à 30 km à vol d'oiseau à l'ouest du projet de barrage de Ngoulmendjim.

Le site de Ngoulmendjim (0°22'N – 10°35'E) se situe dans la concession forestière de la Société Equatoriale d'Exploitation Forestière (SEEF), localisée aux pieds des Monts de Cristal (Figure 2). Cette zone montagneuse et forestière présente un relief formant des alignements allant du nord-ouest au sud-est (PFBC, 2006).

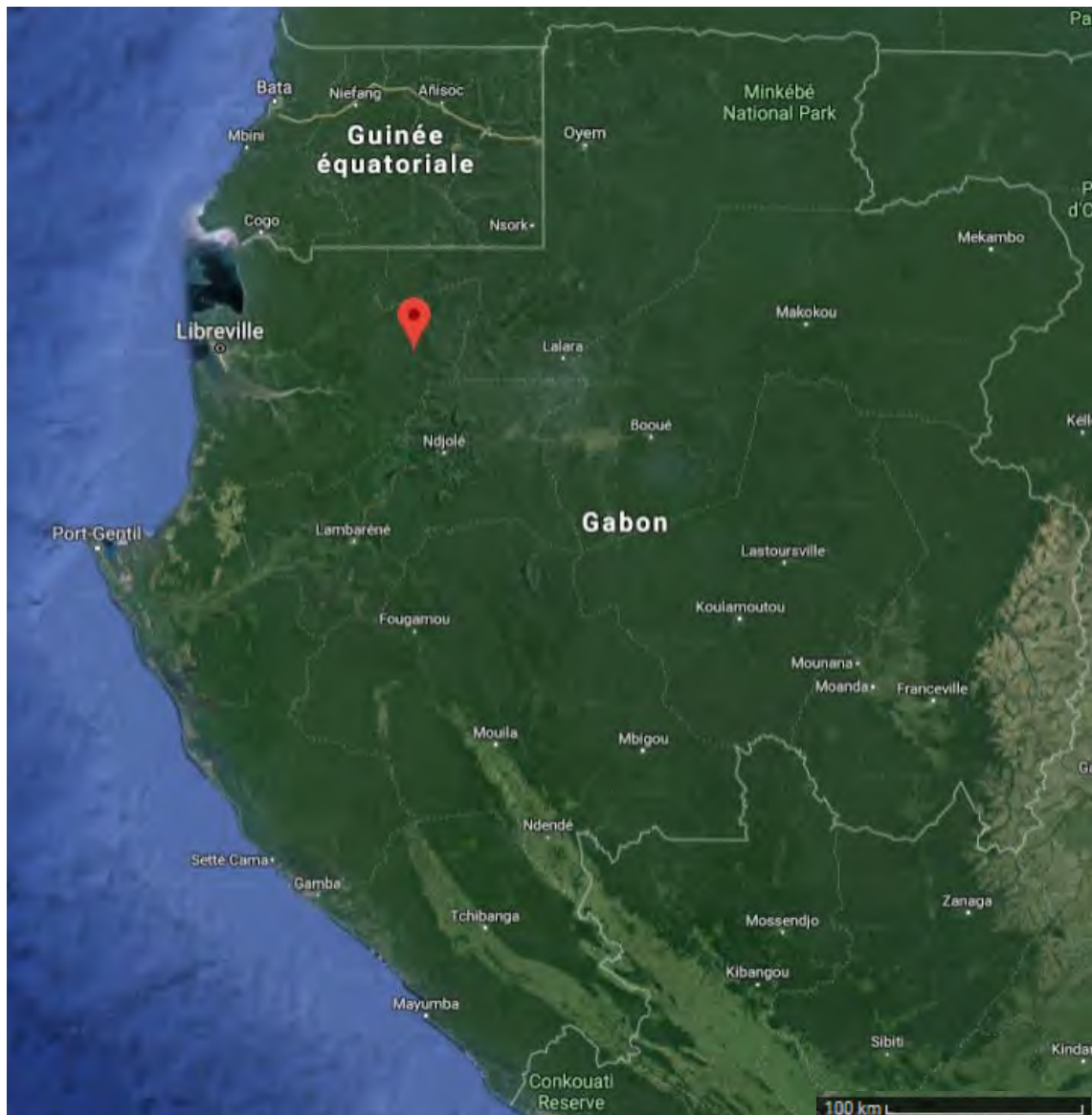


Figure 1 : Localisation à l'échelle nationale du projet, symbolisé par le point rouge (source : Google Map 2018)

Ce secteur du Gabon, une fois que l'on quitte la route nationale 1, est relativement isolé et desservi par des routes non surfacées et soumises à une haute pluviométrie. La zone présente en effet une forte humidité entretenue en quasi continu par des nuages bas l'enveloppant et se heurtant aux reliefs. Même en saison sèche le temps demeure couvert et quelques pluies persistent.

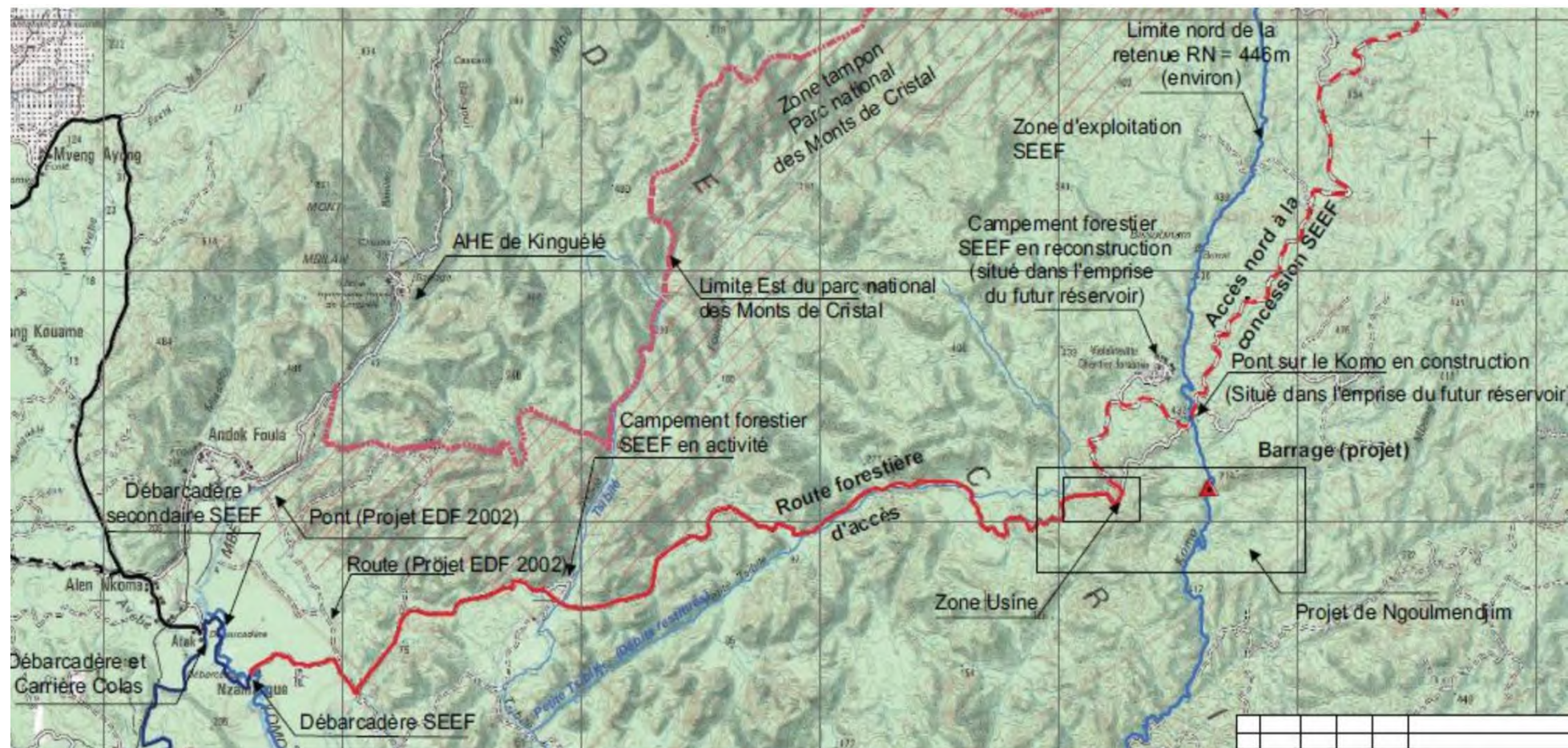


Figure 2 : Localisation du projet de Ngoulmendjim (source : FGIS, ERANOVE)

Cette concession forestière est complètement isolée (accès par voie fluviale uniquement) et de fait relativement bien protégée des intrusions extérieures. On y circule à l'intérieur en empruntant un réseau de routes forestières, développé et maintenu par l'opérateur local. Ces routes sont ouvertes en fonction des activités ; une fois l'exploitation terminée dans un secteur, les routes sont fermées (via une grume couchée en travers, par exemple). Certaines zones se retrouvent donc isolées, difficiles d'accès voire inaccessibles.

La SEEF dispose de plusieurs camps / bases-vies à l'intérieur de sa concession. Le site du futur barrage se situe à l'est du camp principal de Tsibilé, et à proximité du camp de Violaineville qui a récemment été réhabilité par la SEEF, à proximité du fleuve Komo.

2.3.2.1.2 Descriptif technique

Le futur barrage sera positionné sur ce fleuve dont le bassin versant s'étend sur environ 14 000 km² entre le Gabon et la Guinée Équatoriale. Sa longueur maximale est de 240 km (Fermon, 2013). Le projet concerne également deux affluents du Komo, la « petite Tsibilé » et la « Tsibilé », qui sont concernées par la déviation prévue des eaux.

D'après les informations communiquées, le débit principal de l'eau sera dérivé et les eaux seront turbinées vers la Tsibilé via la petite Tsibilé par une galerie d'amenée en charge souterraine. La valeur du débit réservé, entre le barrage et la Tsibilé, sera déterminée en fonction des conclusions de l'EIES, menée ultérieurement. La zone ennoyée qui sera créée par le barrage remontera vers le nord et devrait approximativement représenter une surface de 24 km² au maximum.

Les principales caractéristiques techniques de l'installation sont les suivantes (sources : FGIS, ERANOVE, janvier 2018) :

- ◆ un évacuateur de crue à seuil libre (profil Creager) ;
- ◆ une tour de prise équipée de grille de protection et d'une vanne de tête ;
- ◆ une galerie d'amenée en charge d'une longueur de plus de 4 km ;
- ◆ une usine hydroélectrique haute chute d'une capacité de 85 MW ;
- ◆ un chenal de restitution aval vers le fleuve ;
- ◆ un poste départ avec une tension sortie de 225 kV un système de mesure de l'énergie livrée pour chaque point de livraison.

La ligne d'évacuation de l'énergie de 225 kV devrait suivre en grande partie la route forestière principale jusqu'à la base-vie « Tsibilé ». De là, le courant sera évacué vers Libreville via le poste source « Ntoun 2 » situé à proximité des villages Messe / Ndouaniang, sur la route nationale 1 (source : FGIS, ERANOVE, janvier 2018). Le tracé de la ligne de transmission est en cours de discussion mais demeure, à date, exclue du périmètre de la concession (janvier 2018).

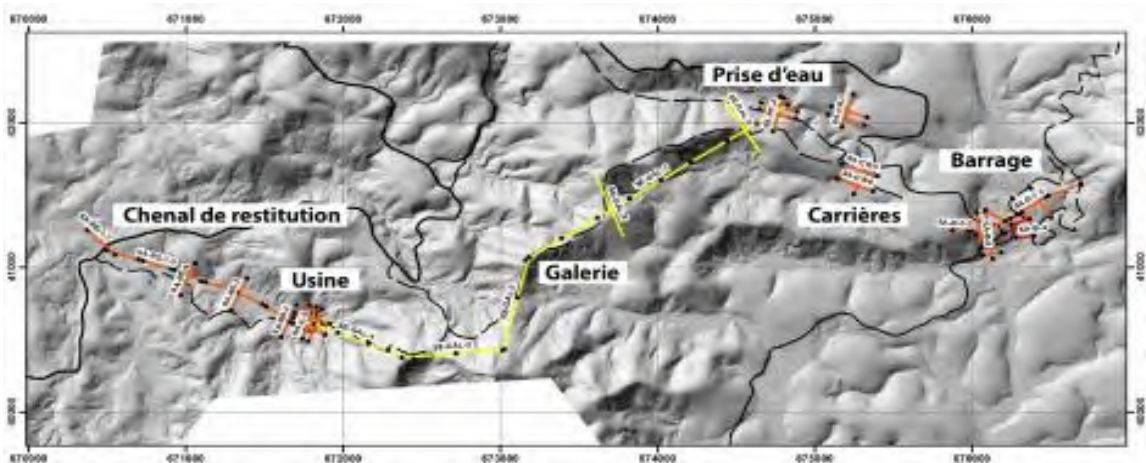


Figure 3 : Aménagement hydroélectrique prévu de Ngoulmendjim (source : FGIS, ERANOVE, janvier 2018)

3. CONTEXTE LEGAL ET NORMES INTERNATIONALES

La présente étude a été réalisée dans l'objectif de constituer l'état initial de l'Étude d'Impact Environnemental et Social (EIES) devant être menée en amont du projet, conformément à la législation nationale en vigueur et dans le respect des directives internationales.

Ce chapitre présente succinctement les principaux textes relatifs à la protection de l'environnement au niveau national et international tel que les conventions et les traités dont le Gabon est signataire, ou encore les normes de performance de la société financière internationale (SFI ou IFC) et le protocole IHA.

3.1 Législation nationale en lien avec l'étude

Les principaux textes au Gabon auxquels cet état initial se rattache sont énumérés ci-après.

La Loi n°007/2014 du 01 août 2014 relative à la Protection de l'Environnement en République Gabonaise

Cette loi, prise en application des dispositions de l'article 47 de la constitution, vise à promouvoir une utilisation durable des ressources, la lutte contre les pollutions et nuisances, l'amélioration et la protection du cadre de vie ; le développement de nouvelles activités génératrices de revenus liés à la protection de l'Environnement, l'harmonisation du développement et la sauvegarde du milieu naturel.

Sont plus particulièrement concernés par le projet certains extraits, notamment :

- Titre I – Des dispositions Générales : « Tout plan et toute autorisation impliquant un impact sur l'évolution des ressources naturelles doit être transmis pour avis à l'autorité ministérielle chargée de l'Environnement » (Article 5).
- Titre II – Des définitions, des règles et principes fondamentaux :
 - Chapitre 1 er : les définitions « La protection, la défense de l'environnement et la promotion de la qualité de la vie sont un devoir pour tous [...] » (Article 7).
- Titre IV – Des outils, moyens et mécanismes :
 - Chapitre 3, Section 2 : des études d'impact et des dangers :
 - « Les travaux, ouvrages ou aménagements industriels [...] entrepris par [...] les entreprises privées qui risquent, en raison de l'importance de leur dimension ou de leurs incidences écologiques, de porter atteinte à l'environnement, conformément à la législation en vigueur » (article 30).
 - « L'étude d'impact , instrument d'analyse et de prévision doit à partir d'un état initial du site, le cas échant, être étayée par des analyses scientifiques et épidémiologiques, identifier, évaluer et mettre en œuvre les mesures pour éviter les incidences ou les effets néfastes directs et indirects, à court, moyen et long termes des projets[...] sur la santé, la qualité de l'environnement, les ressources naturelles, les équilibres écologiques ou sur le climat. L'étude d'impact doit également comporter et développer les mesures envisagées pour supprimer, réduire ou compenser les impacts négatifs de l'activité ainsi que le coût de celle-ci avant, pendant et après la réalisation du projet » (Article 32).
 - « Les études d'impact font l'objet d'un contrôle du ministère en charge de l'Environnement. A cette fin, il est institué au sein dudit ministère un comité d'évaluation des études d'impact. [...] Le Ministre en charge de l'Environnement dispose du pouvoir de révocation de toute étude d'impact; il peut exiger un complément à cette étude d'impact ou en exiger une autre » (Article 33).

- « L'autorisation délivrée sur la base d'une étude d'impact doit intégrer les mesures prévues dans cette étude pour réduire, compenser ou supprimer les inconvénients créés. Le ministre chargé de l'Environnement veille à la réalisation de cette obligation et doit, à ce titre, contresigner toute autorisation d'une opération soumise à une étude d'impact » (Article 35).

Loi n° 002/2014, portant orientation du Développement Durable en République Gabonaise

La présente loi, prise en application des dispositions de l'article 47 de la Constitution, fixe les principes fondamentaux du Développement Durable, les orientations générales, les principes, les objectifs généraux et les moyens d'action des pouvoirs publics, des opérateurs économiques et de la société civile pour assurer un développement durable du Gabon, axé sur le bien-être des générations actuelles et futures. La présente loi abroge l'ordonnance n°020/PR/2013 d'orientation relative au Développement Durable en République Gabonaise.

L'article 3 de ladite loi présente les principes fondamentaux du développement durable. On peut citer (liste non exhaustive) :

- ◆ Le principe de sauvegarde et de protection de l'environnement : étude d'impact sur l'environnement, en tant qu'instrument national, qui doit être entreprise dans le cas des activités envisagées qui risquent d'avoir des effets nocifs importants sur l'environnement et dépendent de la décision d'une autorité compétente ;
- ◆ Le principe de préservation de la biodiversité et des écosystèmes : la diversité biologique et les écosystèmes qui les abritent et qui rendent des services inestimables doivent être préservés. Le partage juste et équitable des avantages qui en découlent et l'utilisation des ressources naturelles et génétiques doivent être assurés pour le bénéfice des générations actuelles et futures ;
- ◆ Le principe du pollueur-payeur : les coûts résultant des mesures de prévention, de réduction de la pollution et de lutte contre celle-ci doivent être supportés par le pollueur.

Décret n° 000539/PR/MEFEPEPN réglementant les Etudes d'Impact sur l'Environnement

Ce décret indique que les EIE doivent évaluer les incidences des projets sur les écosystèmes mais également sur les populations humaines vivant dans la zone d'implantation du projet ou à proximité. Il précise les projets soumis à une étude d'impact environnemental.

Cette EIES identifiera les impacts potentiels sur l'environnement, les écosystèmes et le milieu humain et proposera des mesures d'évitement, d'atténuation et/ou de compensation des impacts négatifs potentiels et de renforcement et/ou de pérennisation des impacts positifs identifiés. Elle sera soumise à la Direction Générale de l'Environnement et de la Protection de la Nature (DGEPN) pour évaluation et, en cas d'approbation, la délivrance du certificat de conformité, conditionnant le démarrage effectif du projet.

L'EIE doit contenir :

- ◆ Une définition du projet et une revue de ses variantes envisagées, justifiant le choix de la variante sélectionnée ;
- ◆ Une analyse de **l'état initial du site** et de son environnement ;
- ◆ Une évaluation des impacts ainsi que des mesures d'atténuation et de compensation ;
- ◆ Un plan de gestion environnementale et sociale ; et
- ◆ Tout document complémentaire aidant à la compréhension de l'EIE.

La procédure réglementaire d'instruction des EIE comprend une phase initiale de cadrage, au cours de laquelle les termes de référence de l'EIE doivent être élaborés au vu des aspects environnementaux du projet et des sensibilités environnementales considérées comme significatives. Ces termes de référence doivent être soumis à la DGEPN.

En ce qui concerne la biodiversité, que ce soit en matière de flore ou de faune, des textes concernent également la présente étude :

Décret n° 137/PR/MEFEPA portant mise en réserve de certaines espèces végétales à usage multiple de la forêt gabonaise ; et

Décret n°350/PR/MPERNFM du 7 juin 2016 fixant les conditions d'exploitation du Kevazingo et de l'Ozigo ; et

Décret n°00099/PR/MEF du 19 mars 2018 portant mise en réserve du Kevazingo.

Le décret n°137/PR/MEFEPA du 4 février 2009 porte mise en réserve de certaines espèces végétales à usages multiples de la forêt. Toutefois il a depuis été abrogé par le décret n°350/PR/MPERNFM du 7 juin 2016 puis par le décret n°00099/PR/MEF du 19 mars dernier.

Ainsi, les espèces suivantes sont concernées par la mise en réserve pour une durée de 25 ans à compter du 1^{er} janvier 2009 soit jusqu'en 2033 :

- ◆ Afo (*Poga oleosa*)
- ◆ Andok (*Irvingia gabonensis*)
- ◆ Douka (Makoré) (*Tieghemelle africana*)
- ◆ Moabi (*Baillonella toxisperma*)

L'Ozigo jusqu'alors interdit d'exploitation et de commercialisation, a été déclassé par le décret n°350 tandis que le Kevazingo (*Guibourtia tesmannii* et *G. pellegriniana*) est depuis peu mis en réserve par le décret n°00099 abrogeant le n°350.

Décret n° 164/PR/MEF du 19 janvier 2011 réglementant le classement et les latitudes d'abattage des espèces animales.

Ce décret fixe la liste des animaux bénéficiant d'une protection intégrale ou partielle au niveau national. Alors que le statut de protection intégrale interdit la chasse, la capture, le commerce et la circulation, le statut de protection partielle indique que les animaux concernés font l'objet d'une réglementation spéciale.

Ainsi, la présence potentielle de ces espèces dans le périmètre du projet imposera, en fonction de leur statut (intégralement ou partiellement protégé), la mise en place de mesures restrictives vis-à-vis de la chasse, de la capture, du commerce et de la circulation de ces animaux.

3.2 Cadre réglementant le travail mené sur le terrain

La Convention sur la Biodiversité fixe la législation et la réglementation que chaque pays signataire doit mettre en place. En ce qui concerne la récolte de spécimens biologiques, la réglementation est celle liée à l'octroi de permis de récolte et d'exportation.

Dans le cadre du présent état initial et bien que ce travail ne constitue pas à proprement parler un travail de recherche, des autorisations de recherche ont été établies en suivant le manuel des « Procédures d'obtention d'une Autorisation de Recherche sur le territoire du Gabon, Parcs Nationaux et zones tampons inclus ». En effet, des experts étrangers (non-nationaux) interviennent sur le territoire national, leurs inventaires viennent alimenter la connaissance des milieux naturels et des espèces et il n'est pas exclu que des publications soient faites ultérieurement par ces intervenants, avec accord préalable du Consortium.

Dans le cadre d'une demande d'autorisation de recherche sur le territoire, plusieurs éléments doivent être fournis à l'autorité en charge de l'instruction de ces documents, le Centre National de la Recherche Scientifique et Technologiques (CENAREST), parmi lesquelles :

- ◆ L'institut de recherche ou le laboratoire gabonais partenaire, en l'occurrence l'IRET (Institut de Recherche en Ecologie Tropicale) ;

4.3 Autorisation de recherche et autres documents de travail

Pour l'ensemble du projet et des expertises portées par TERE A (autre que l'expertise du Missouri Botanical Garden (MBG) qui a introduit ses propres demandes), une demande d'**autorisation de recherche** a été introduite auprès des parties prenantes concernées, comme expliqué précédemment. Cette dernière a été validée par le Commissaire Général du CENAREST (Centre National de la Recherche Scientifique) pour une durée d'un an, à compter du 5 juillet 2017 (numéro de référence AR0031/17/MESRSFC/CENAREST/CG/CST/CSAR (ANNEXES)). A la fin du présent projet, et conformément à ce document, un rapport scientifique devra être remis aux autorités en charge de la délivrance de cette autorisation, à savoir le CENAREST.

Pour les besoins de l'étude, des **permis d'export** ont également été délivrés pour l'ichtyofaune (poissons, tout confondu) et l'entomofaune.

Par ailleurs, pour mener à bien ces missions de terrain, le Consortium a fourni à TERE A des **feuilles de route** émanant du Ministère de l'eau et de l'énergie et établies aux noms des principaux experts intervenants (ANNEXES).

4.4 Inventaires de terrain

Ce diagnostic est basé sur la réalisation de plusieurs visites de terrain s'étalant sur une période d'un an afin de couvrir les aspects de saisonnalité. Les champs d'expertise couverts sont repris à la section 2.3.1 et au Tableau 4.

Les missions de terrain ont débuté en juillet 2017 et se sont achevées courant mai 2018. Le calendrier des missions menées à Ngoulmendjim est repris au Tableau 4.

Tableau 4 : Calendrier terrain des missions menées à Ngoulmendjim dans le cadre de l'état initial

Spécialités	NGOULMENDJIM												
	juin-17	juil-17	août-17	sept-17	oct-17	nov-17	déc-17	janv-18	fev-18	mars-18	avr-18	mai-18	juin-18
Hydrologie													
Macrofaune benthique													
Ichtyofaune													
Habitats / Flore													
Espèces menacées / Flore													
Entomofaune													
Herpétofaune													
Avifaune													
Grande Faune													

4.5 Méthodologie d'inventaires et d'analyse des résultats

Remarque : La littérature consultée est détaillée par expertise ainsi que dans la section Bibliographie.

4.5.1 Milieu Aquatique

4.5.1.1 Qualité physico-chimique de l'eau

4.5.1.1.1 Prélèvements des eaux et mesures de terrain

La zone du projet étant concernée par plusieurs cours d'eau situés en amont et aval du barrage (Tsibilé, Foumana, Komo et petite Tsibilé), un total de 11 points de mesure a été retenu pour faire le suivi de la qualité des eaux sur le site de Ngoulmendjim.

Dans un objectif de suivi de l'état initial ultérieurement, mais aussi pour des raisons d'accessibilité et de sécurité, l'emplacement de deux stations a été significativement déplacé une fois sur site, ces stations étant inaccessibles. L'emplacement final des stations est détaillé dans la section relative aux Résultats.

Une fois tous les 3 mois en moyenne et pendant la durée de l'étude, un ingénieur TERE A est dépêché sur site pour réaliser les mesures et les prélèvements d'eau. La saison à laquelle sont effectuées les mesures peut influencer sur les résultats. C'est pourquoi, il est préconisé d'effectuer des prélèvements en saison des pluies et en saison sèche. 4 campagnes de prélèvement ont été réalisées.

Chaque prélèvement a été nommé par un code de prélèvement suivi du numéro de campagne. Les conditions de prélèvement seront explicitées sur toute la période de suivi.

Les coordonnées des différents points sont prises à l'aide d'un GPS Garmin.



Les prélèvements et mesures sont réalisés en respectant les normes en vigueur au Gabon et à l'international (ISO 5667-3 ou ISO 25667-2).

Les prélèvements d'eau pour les analyses physico-chimiques sont réalisés sur tous les points de suivi. Par contre, pour le dosage de GES dissous dans l'eau, les prélèvements étaient prévus sur 5 stations dans la proposition technique. Sur son initiative, TERE A a souhaité y ajouter 3 stations

supplémentaires: ST2, ST3, ST4, ST6, ST8, ST9, ST10, ST11.

Les échantillons d'eau sont prélevés à différentes profondeurs dans des flacons en polyéthylène et en verre de 100 à 500 ml, envoyés par les laboratoires en charge des analyses. Les échantillons sont ensuite conservés au frais, dans un réfrigérateur à une température de 4°C (et/ou des glacières équipées d'icepacks lors du transport depuis le site à Libreville) puis envoyer en France pour analyses.

L'envoi des échantillons est fait dans des glacières réfrigérées à l'aide d'icepacks.

Pour chaque prélèvement, les mesures in situ de la conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$), le pH, l'oxygène dissous (% et mg/L), la température ($^{\circ}\text{C}$), le potentiel d'oxydoréduction (ORP) et la turbidité (NTU) sont systématiquement réalisées.

Les mesures sont réalisées à l'aide d'un multi-paramètre portatif de type Aquameter qui permet de réaliser des mesures simultanées des paramètres physico-chimiques standards dans l'eau (pH, potentiel d'oxydoréduction (ORP), conductivité électrique, oxygène dissous, température, turbidité). L'appareil mesure également les paramètres dérivés des capteurs conductivité et température tels que la salinité, la résistivité électrique, les TDS (Solides Totaux Dissous) et la Densité spécifiques (SSG).

4.5.1.1.2 Prélèvements de chair de poissons

Le mercure, à la demande du consortium FGIS/ERANOVE, a été testé dans la chair de poissons et dans la mesure du possible sur des espèces piscivores/carnassières (en fin de chaîne alimentaire) consommées par les populations humaines. Du fait du phénomène de bioconcentration (sa teneur s'élève au fil de la chaîne alimentaire), il y sera plus facilement détectable que dans l'eau.

Les prélèvements (30) ont été réalisés sur 2 saisons *in situ* par l'expert Ichtyofaune qui, par le passé, a déjà effectué cette tâche. Il s'en est référé au protocole du laboratoire HYDRECO pour le conditionnement des échantillons à savoir un morceau de chair placé dans une solution de formol (ANNEXES).

4.5.1.1.3 Analyses des prélèvements

Sur tous les prélèvements, les composés suivants ont été analysés ou dosés en laboratoire :

- ◆ MES (Matière En Suspension)
- ◆ Calco-carbonique (Alcalinité total (TAC))
- ◆ Minéralisation (chlorure, potassium, sodium, silice, calcium, magnésium, sulfate)
- ◆ Fer et manganèse
- ◆ Paramètres azotés et phosphorés (ammonium, nitrite, nitrate, phosphate)
- ◆ Oxygène et Matière Organique (COT : Carbone Organique Total ; DCO : Demande en Carbone Organique ; COD : Carbone Organique Dissous ; KMnO4 : indice permanganate)
- ◆ Oligo-éléments et micropolluants (aluminium, cadmium, nickel, arsenic, baryum, cuivre, plomb, zinc)
- ◆ Gaz à effet de serre : dioxyde de carbone (CO₂), Méthane (CH₄), hydrogène Sulfuré (H₂S)
- ◆ Les Matières En Suspension (MES) ont été dosées selon la norme NEN- EN 872
- ◆ Le dioxyde de carbone (CO₂) et le méthane (CH₄) ont été analysés par chromatographie à phase gazeuse (GC/FID), et l'hydrogène sulfuré (H₂S) par colorimétrie UV

Les échantillons sont analysés aux laboratoires ALCONTROL (devenu SYNLAB durant l'étude) et Eurofins basés en France et agréés pour la réalisation de ces mesures (ANNEXES). Les métaux et MES (Matière En Suspension) ont été analysés au laboratoire ALCONTROL. Par contre pour les gaz dissous (CO₂, CH₄ et H₂S), les analyses ont été effectuées au laboratoire Eurofins.

Trente échantillons/spécimens de poissons ont été prélevés pour être analysés par le laboratoire HYDRECO, basé en Guyane française et pionnier en la matière (ANNEXES). Les prélèvements ont été faits sur 2 saisons sur le Komo. Pour une question de délai, le second batch de prélèvements a été analysés par l'équipe de Mme Maury-Brachet de l'UMR CNRS EOPE 5805 de l'Université de Bordeaux, à la demande d'HYDRECO. La méthode d'analyse est détaillée en ANNEXES.

4.5.1.1.4 Rapport de prélèvement

Les résultats des analyses sont mis en forme par le biais de tableaux, de graphiques d'évolution des résultats et de cartes de localisation des prélèvements.

En absence de réglementation liée à la qualité des eaux de surface au Gabon, les résultats ont été comparés aux standards internationaux (Directive SFI, OMS et référentiel SEQ-EAU dans sa version 2) permettant d'évaluer une eau selon sa qualité, et ainsi selon son aptitude aux usages par l'homme et à la vie biologique.

Le principe général du référentiel SEQ-EAU est d'évaluer une eau selon sa qualité, et ainsi son aptitude aux usages et à la vie biologique également. Les résultats des mesures obtenues pour chacun des paramètres analysés sont confrontés à des limites de classes.

Les aptitudes retenues pour l'évaluation de la qualité des eaux échantillonnées sont celles de la qualité globale de l'eau. La qualité de l'eau est caractérisée par altération (ensemble de plusieurs paramètres). Cette approche est surtout conçue pour identifier précisément les grands types de dégradations de la qualité de l'eau afin de cibler les programmes de lutte contre la pollution. Elle permet en outre un bon suivi dans le temps de l'efficacité des actions mises en œuvre.

Le code couleur associé aux classes d'aptitude est le suivant :

Tableau 5 : Classes de qualité de l'eau issue du SEQ-EAU V2

Très bonne	Bonne	Passable	Mauvaise	Très mauvaise
------------	-------	----------	----------	---------------

4.5.1.3.4 Traitement des échantillons

4.5.1.3.4.1 Sur le terrain

Les spécimens capturés sont mis dans des sachets plastiques par engin de pêche et par moment de collecte. Un sachet correspond donc à un **évènement de pêche**. Une étiquette est mise dans chaque sachet et reproduite avec un marqueur sur le sachet lui-même et comprend :

- ◆ Le nom de la station (exemple : Ni01)
- ◆ La date du jour de collecte (exemple : 11/09/2017)
- ◆ L'heure de collecte (exemple : 12 h 30)
- ◆ L'engin de pêche : FM pour chaque filet maillants, GS pour grande senne, PS pour petite senne, T pour trappes...

Dans la mesure où les coups de sennes pouvaient permettre de capturer de nombreux spécimens, un tri préliminaire a été effectué pour remettre à l'eau les spécimens des espèces représentées en nombre important (plus de 30).

Après capture, les spécimens sont sacrifiés dans de la glace contenue dans une glacière. La fixation des spécimens se fait dans du formol de 8 à 10% à la base. Les sachets ont été mis dans des bidons contenant le formol.

Certains spécimens ont été mis directement en alcool (éthanol 96°) dans des petits flacons ou bien un prélèvement, si nécessaire, a été prélevé sur un lot de cinq spécimens pour quelques espèces remarquables pour des études génétiques ultérieures si nécessaire.

Puis, sur le terrain, une première détermination, comptabilisation et mesures des spécimens ont été effectuées à l'aide d'une loupe binoculaire et de petits matériels de laboratoire.

4.5.1.3.4.2 En laboratoire

Autant que faire se peut, l'ensemble des spécimens a été examiné dans une pièce du bureau de TERE, pour le tri et la détermination la plus précise possible selon les outils disponibles. Ont été utilisés la faune des poissons des eaux douces et saumâtres de basse Guinée (Stiassny *et al.*, 2007) pour l'identification. L'examen des spécimens s'est fait à l'aide de loupes (classique et binoculaire) et les mesures morphométriques à l'aide d'un pied à coulisse quand cela a été nécessaire.

Les spécimens de chaque sachet de pêche ont été triés par apparentés et déterminés au plus près de l'espèce. Puis, les spécimens ont été mis en petits sachets par espèce portant le nom de l'espèce et le nombre de spécimens, quand cela a été nécessaire, et l'ensemble de ces sachets a été remis dans le sachet d'origine.

Enfin, les spécimens ont été préservés dans de l'éthanol 80 à 85° après rinçage dans l'eau à Libreville. La majeure partie des spécimens sont destinés au laboratoire de l'IRAF (Institut de Recherches Agronomiques et Forestières (IRAF/CENAREST)), mais des spécimens, en particulier ceux prélevés, ont été acheminés en France afin d'intégrer la collection internationale du MNHN pour servir de points de référence historique ultérieurement.

Il reste également quelques spécimens dont l'identification à l'espèce reste délicate en raison de la petite taille des individus (*Enteromius* spp., Cyprinidae) ou demandant l'observation par des spécialistes de certaines familles de poissons (Alestidae, Clariidae, Cichlidae, « killies ») ou de caractéristiques, dont la morphologie ne suffit pas (décharge électrique des Mormyridae). À noter que les signaux électriques des Mormyridae ont été enregistrés au mieux afin de comparer ces signaux avec ceux collectés par l'équipe de l'Université de Cornell durant des décennies. Pour cela, il a été fait appel à l'aide de spécialistes de certains groupes pour confirmer ou infirmer les premières déterminations :

- ◆ Anton LAMBOJ, Université de Vienne (Autriche) : Cichlidae ;
- ◆ Carl HOPKINS & John SULLIVAN, Université de Cornell (USA) : Mormyridae ;
- ◆ Jouke van der ZEE, MRAC (Belgique) avec l'aide de l'expert chargé des killies, L. Chirio.

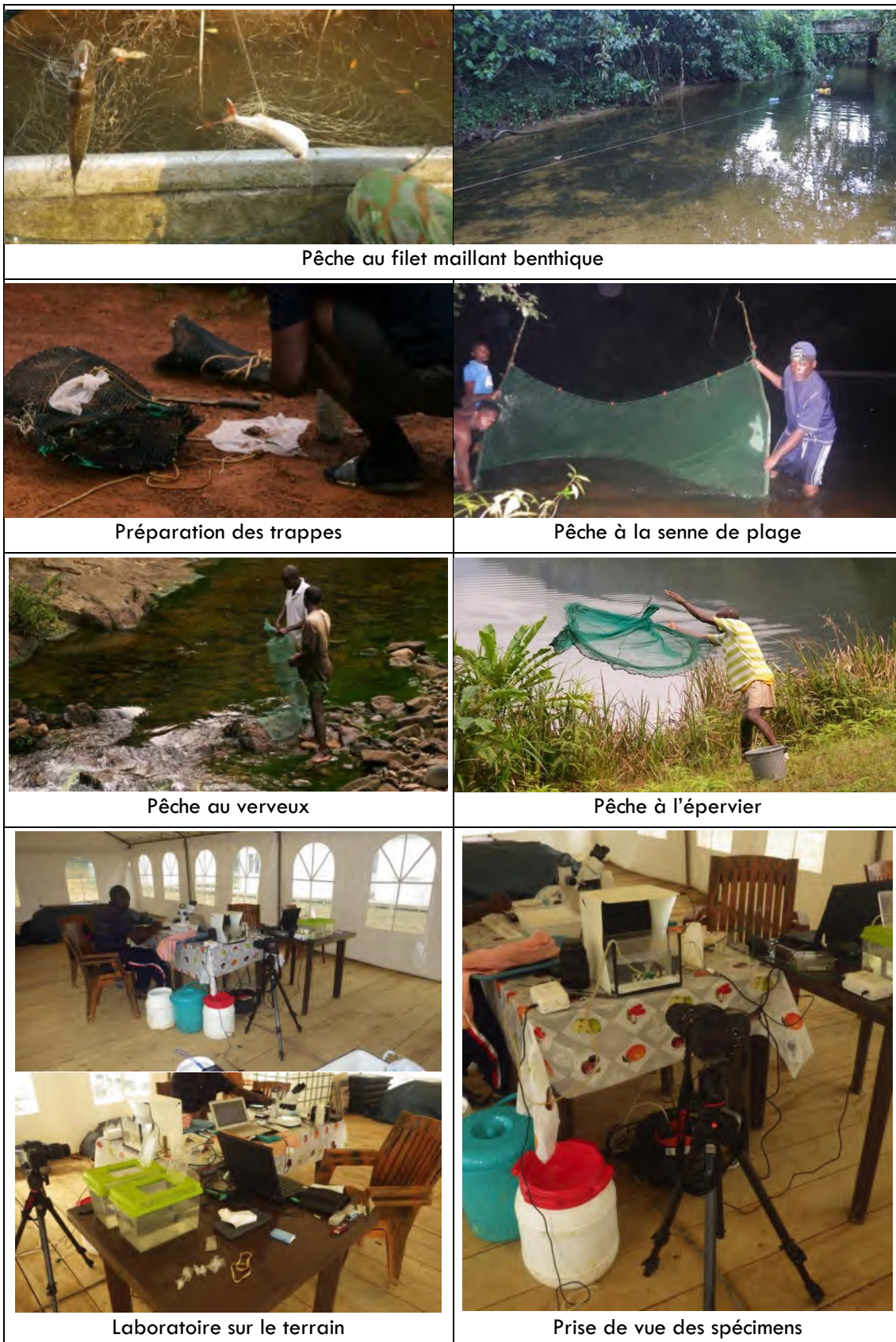


Figure 9 : Les différentes méthodes de pêche et laboratoire de campagne

4.5.1.3.5 Données collectées

Sur l'ensemble de l'échantillonnage, différentes données ont pu et peuvent être récoltées sur les pêches :

- ◆ Le nombre d'espèces ou richesse spécifique (**RS**) par événement de pêche.
- ◆ Le nombre total de spécimens capturés (**N**) par événement de pêche (pour les filets maillants).
- ◆ Le nombre de spécimens capturés par espèce (ou Abondance) (**A**) par événement de pêche (pour les filets maillants).

Sur les spécimens, la détermination est allée, autant que faire se peut, jusqu'à l'espèce. Il est à noter que plusieurs juvéniles d'espèces de grandes tailles ont été capturés (Cyprinidae, Alestidae) dont l'identification à l'espèce reste délicate en raison de la petite taille des individus et de caractéristiques dont la morphologie ne suffit pas (décharge électrique des Mormyridae) ou demandant des techniques moléculaires non utilisables (« killies », possibles hybrides...).

La grande majorité des spécimens a été pesée (Poids total) et mesurée (Longueur Standard).

L'ensemble des spécimens de la première mission ont été revus, mesurés et les spécimens des deux missions comparés. Les erreurs éventuelles de comptage et de détermination du rapport de 1^{ère} mission ont été corrigées autant que possible.

4.5.1.3.6 Analyses des données

Les données ont été réunies dans des tables sous MS Excel. L'ensemble des calculs préliminaires a été effectué sur MS Excel. Les statistiques ont été effectuées sous ADE-4 (Thioulouse *et al.*, 1997) et JMP 9.0.

Pour chaque événement de pêche expérimental, ont été calculées des captures par unité d'effort (CPUE). Dans le cas présent, **les CPUE sont définies comme étant la capture effective pour un engin pour une heure d'effort de pêche**. À partir de ces CPUE et de la richesse spécifique, certains indices classiques de diversité connus ont été calculés (Margalef², Shannon³ et Équitabilité⁴) pour observer la variabilité selon les stations.

Cependant, les pêches aux engins actifs sont difficilement standardisables dans le cas présent en raison de la disparité des terrains et la difficulté de les mettre en oeuvre. Pour les engins passifs, il est possible de standardiser les captures, mais les trappes et les verveux n'ont donné lieu qu'à peu de captures. Du fait de la capturabilité et du milieu échantillonné lui-même et de la nature de l'engin de pêche lui-même, il n'est pas possible de comparer entre eux les CPUE calculés sur différents engins de pêche. Les indices de diversité sont donc calculés à partir, principalement, des CPUE des filets benthiques pour les comparaisons par station des indices de biodiversité.

Afin de voir si les spécimens sont répartis selon leur taille donc âge selon le milieu, les tailles/poids mesurées pour des espèces dont le nombre était suffisant ont été examinés. Du fait que les données ne proviennent que de deux missions, il est peu concevable de comparer les classes de taille dans le but d'observer la présence de cohortes.

La cartographie a été traitée via les logiciels QGIS et ArcGIS.

² L'indice de Margalef ajuste le nombre d'espèces au nombre total d'individus échantillonnés. Cet indice augmente lorsque le nombre d'espèces augmente. Mais, à nombres d'espèces égaux, il prend les valeurs maximales lorsque toutes les probabilités sont égales, c'est-à-dire lorsque toutes les espèces ont la même abondance.

³ L'indice de Shannon varie entre 0 et $\log RS$. Plus il se rapproche de 0, plus les chances d'obtenir des individus d'espèces différentes sont élevées. Plus il est maximal, plus les individus sont répartis de façon équivalente.

⁴ L'équitabilité de Pielou est indépendante du nombre d'espèces mais étroitement dépendante de la distribution des individus à travers les espèces. Il varie entre 0 et 1. Plus l'équitabilité est proche de 1, plus les espèces sont équi-réparties.

4.5.2.2.1 Gestion des données

Toutes les récoltes de spécimens, ainsi que toutes les données et photographies les accompagnants, sont encodés sous TROPICOS (www.tropicos.org Figure 14), la base de données du MBG. Cette base de données est la plus grande de son type à travers le monde, et est accessible gratuitement pour toute consultation en ligne.

TROPICOS est autant une base de données de spécimens que de noms. Elle permet de faire le lien, via les noms des taxons récoltés, vers les bases de données contenant des informations complémentaires et valorisables dans le cadre de l'étude de la flore, comme les bases de spécimens des Herbariums de Paris et de Wageningen, ou les bases nomenclaturales comme IPNI (ipni.org). En utilisant les critères de recherche spécifique, ainsi que le système de listes de la base de données, on peut facilement faire apparaître les données du projet, et ainsi s'en servir comme base de travail commune à tous les spécialistes disposant d'une simple connexion internet, en Afrique comme en Europe. TROPICOS permet entre autres la consultation des données des récoltes (géographiques, anatomiques, phénologiques, écologiques, etc.), mais aussi l'extraction de celles-ci et la visualisation des photos en qualité optimale. Les outils de la base de données permettent de produire de façon simple des cartes de répartition des spécimens, basées sur les informations géographiques collectées sur le terrain, en fonction des espèces (d'intérêt ou non), des groupes (bryophytes, orchidées épiphytes, ou autres plantes vasculaires) ou de la stratégie d'échantillonnage (plots de l'IRD, transects de végétation ou récolte générale de la flore).

Remarque : comme souligné lors des discussions avec le Consortium les informations relatives au projet lui-même (nom du Client, nom du projet, etc.) ne sont pas mentionnées dans cette base de données. Pour toute utilisation des données pour des besoins éventuels de publication, la demande sera formulée auprès du Consortium qui devra notifier son acceptation par écrit.

Tropicos®

Home Names Specimens References Projects Images More Tools

Home > Specimen Search > Ehoarn Bidault - 2851

Ehoarn Bidault - 2851

Details Images (7) Map

Current Determination
Galactia striata var. *villosa* (Wight & Arn.) Verdc. **Family:** Fabaceae **Determined By:** O. Lachenaud 2017 Edit

Collection Information

Collectors Ehoarn Bidault, Archange Boupoya & Elie Nzigou Doubindou
Collector Team Ehoarn Bidault, Archange Boupoya, Elie Nzigou Doubindou
Collection Number 2851
Collection Date 3 décembre 2016
Location Gabon, Ngounie
Coordinate 02°10'58"S 011°12'17"E (-2.1828610, 11.2047780)
Elevation 100 m
Herbaria BR, BRLU, LBV, MO, P, WAG
Description Liane volubile, inflorescences à quelques fleurs roses, jeunes gousses pubescentes.
Locality Entre Mouilla et Ndendé, à côté de Nanga. Savane inondable.
Specimen Condition flower, mature fruit

Last Modified 02 Jan 2018 Ehoarn Bidault

Photo (general)

Bidault - 2851 - Gabon Bidault - 2851 - Gabon Bidault - 2851 - Gabon Bidault - 2851 - Gabon Bidault - 2851 - Gabon Bidault - 2851 - Gabon Bidault - 2851 - Gabon

Figure 14 : Tropicos, la base de données du MBG : vue sur un échantillon

4.5.2.2.2 Identification des spécimens

Les techniques habituelles d'étude floristique ont été utilisées, à savoir la récolte en herbier de toutes les plantes en fleurs et/ou en fruits rencontrées dans chaque localité prospectée. Chaque plante est de plus photographiée. Toutes les données associées aux herbiers (descriptions, identifications, coordonnées géographiques, photos) sont transférées dans la base de

données TROPICOS. Le processus d'identification des spécimens a été réalisé à l'Herbarium National du Gabon (LBV), à l'Herbarium de l'Université Libre de Bruxelles (BRLU), au Jardin botanique national de Belgique (BR), à l'Herbarium de Wageningen (WAG) en Hollande, et à l'Herbier du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris (P).

De nombreux taxonomistes spécialistes ont été consultés pour l'identification des spécimens collectés à Ngoulmendjim :

- ◆ E. Bidault : Commelinaceae, familles diverses
- ◆ Dr. P. Bissiengou : Ochnaceae
- ◆ Dr A. Boupoya : flore des milieux inondés
- ◆ Pr. F.J. Breteler : Euphorbiaceae, Phyllanthaceae, Fabaceae, Caesalpiniaceae, Dichapetalaceae, Anacardiaceae
- ◆ Dr T. Couvreur : Annonaceae
- ◆ T. Damen : Dracaena spp.
- ◆ C. Jongkink : Connaraceae, Combretaceae
- ◆ O. Lachenaud : Rubiaceae, familles diverses
- ◆ Dr A. Ley : Marantaceae
- ◆ P. Maas & H. Maas : Costaceae
- ◆ Dr T. Stévant : Orchidaceae, Piperaceae, fougères épiphytes
- ◆ Pr. M. Sosef : Begoniaceae, Clusiaceae, Ochnaceae, Podostemaceae, Poaceae
- ◆ Pr. J. Van Der Maesen : Fabaceae

4.5.2.2.3 Assurance et contrôle de qualité

Les mesures de sécurité et d'assurance de la qualité des données adoptées par le MBG dans ses différents projets sont les suivantes :

- ◆ Les données de terrain sont collectées selon la méthode standard du MBG : le carnet de terrain du botaniste récolteur est tenu à jour régulièrement et le maximum d'information y est consigné (description anatomique, phénologie, écologie, coordonnées géographiques précises, etc.) ;
- ◆ Les spécimens sont récoltés en plusieurs séries d'herbiers : une série est déposée à l'Herbarium national à Libreville (LBV) selon la loi gabonaise et les pratiques en vigueur au sein du MBG ; une série pour l'Herbarium du Missouri Botanical Garden (MO) ; une pour l'Herbarium de l'Université Libre de Bruxelles (BRLU) ; une pour l'Herbarium National de Belgique (BR) ; une pour l'Herbarium Vadense de l'Université de Wageningen (WAG) et une pour l'Herbarium du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris (P). En maximisant ainsi les doubles d'herbiers, les risques de perte totale de l'information sont minimisés ;
- ◆ Dans la mesure du possible, des échantillons en alcool (en plusieurs séries aussi) sont collectés, car durant le processus de séchage, certaines informations anatomiques peuvent être perdues ;
- ◆ Des photos de chaque spécimen sont systématiquement prises, qui peuvent, en cas de doute ou d'erreur dans la numérotation des spécimens d'herbiers, apporter les informations suffisantes pour régler ces problèmes. Les photographies apportent aussi des informations complémentaires aux spécimens pressés et séchés ;
- ◆ Au retour du terrain, les informations contenues dans le carnet de récoltes sont systématiquement copiées dans un fichier normalisé produit par le MBG qui sert de base pour encoder les données sous la base de données TROPICOS ;
- ◆ Les photos sont copiées et renommées selon la procédure standard du MBG qui les associe aux numéros de récoltes correspondants ;
- ◆ Les données géographiques existent en trois copies : dans le GPS, sur le carnet du botaniste, et dans le fichier de récoltes du MBG ;
- ◆ Les données sont mises en ligne sur la base de données TROPICOS le plus rapidement possible, au Gabon ce délai est de deux mois maximum.

De plus, au niveau du travail sur le terrain :

- ◆ La stratégie d'échantillonnage est discutée par les membres responsables du projet et sur le terrain dans un processus d'adaptation et d'amélioration continue ;
- ◆ Si des écarts significatifs par rapport au plan d'étude sont nécessaires en raison de conditions de terrain imprévues (par exemple : zones de travail inaccessibles ou dangereuses) ou pour toute autre raison, ils sont communiqués et discutés avant la mise en œuvre de tout changement.

En ce qui concerne la sécurisation et la qualité des échantillons :

- ◆ Le séchage des échantillons est réalisé dans des conditions optimales (séchage au gaz ou au réchaud électrique), selon une technique éprouvée par le MBG ;
- ◆ Un permis de transport des échantillons de végétaux est obtenu pour chaque campagne de terrain, incluant les espèces inscrites sur Liste Rouge et les espèces de la liste CITES en plus des espèces non-listées, pour leur transport de la zone d'étude du projet vers les institutions citées plus haut ;
- ◆ Dans l'hypothèse où des échantillons de végétaux doivent être transportés vers un autre herbarium afin d'être comparés/identifiés, des protocoles de permis de transport sont suivis conformément aux lois de l'agence réglementaire gouvernementale ;
- ◆ Les échantillons sont systématiquement congelés pendant une semaine à l'arrivée en Europe pour éviter la dégradation par les insectes éventuellement installés sur les plantes séchées ;
- ◆ Les échantillons en alcool sont stockés dans les institutions disposant de l'infrastructure nécessaire et les liens sont faits avec la base de données TROPICOS.

4.5.2.2.4 Etude des Orchidaceae

Compte tenu de l'endémisme et de la diversité importante des Monts de Cristal en orchidées, une étude ciblée des orchidées en général, et des épiphytes en particulier, a été réalisée.

La plupart des espèces d'orchidées sont présentes sous les tropiques où elles représentent une large partie de la diversité épiphyte. En Afrique Centrale par exemple, 70 % des épiphytes sont des orchidées et l'expérience collective a montré qu'environ 90 % des orchidées épiphytes rencontrées sur le terrain sont stériles au moment de la collecte et donc quasiment impossibles à identifier. Pour surmonter cet obstacle, un système de culture en ombrière (structure ombrée, aérée et arrosée dont le but est de reproduire au mieux les conditions de vie des orchidées sur le terrain, Figure 15) a été établi par le MBG et ses partenaires en Afrique centrale pour obtenir des orchidées fertiles et identifiables. Ce réseau, mis en place en collaboration avec des partenaires africains et internationaux, s'est avéré être une procédure d'échantillonnage peu coûteuse et efficace pour les épiphytes, permettant de générer des spécimens d'herbiers et en alcool de grande qualité, des photos et des tissus foliaires pour les analyses phylogénétiques. Cette méthode est particulièrement efficace pour conduire des inventaires dans des zones ciblées. De plus, la croissance des plantes dans les ombrières peut produire du matériel fertile année après année, permettant à certaines espèces de se multiplier.

Les orchidées épiphytes sont récoltées sur le terrain en suivant un protocole bien établi, permettant de collecter des informations essentielles à leur survie en culture *ex situ*. En plus de T. Stévant et d'E. Akouangou, un botaniste gabonais, deux étudiants faisant leur doctorat à l'Université Libre de Bruxelles ont participé à cette tâche (Tania D'hajjère et João Farminhão). La mise en culture est réalisée majoritairement par T. Stévant et les deux étudiants avec l'aide du personnel de l'Herbier National. L'identification a été réalisée par le spécialiste de la famille pour la zone géographique, à savoir T. Stévant.

Les forêts du Bassin du Congo sont récentes, certaines formations ayant moins de 2 000 ans, d'autres datant de la fin du XIX^{ème} siècle. Elles constituent néanmoins des milieux complexes en évolution constante et composés de vastes étendues contigües de forêts abritant une grande diversité de plantes vasculaires, d'insectes et de grands mammifères. Elles abritent notamment d'importantes concentrations d'éléphants de forêts, de gorilles, de buffles, de bongos, de chimpanzés, etc.

L'exploitation forestière étant sélective sur les essences exploitées et la densité de population humaine de ces forêts, et notamment celle du Gabon étant très faible (peu de pression agricole), ce massif est peu touché par la déforestation (Christy, Jaffre, Ntougou, & Wilks, 2003).

5.1.2 Les IFL

La définition d'un IFL (*Intact Forest Landscapes*) se base la notion d'intégrité forestière. En effet un IFL correspond à un vaste territoire non fragmenté (> 500 km²) et très peu perturbé par les activités humaines. Ils correspondent surtout à de vastes étendues forestières primaires ou non fragmentées et peuvent également abriter des écosystèmes non forestiers (comme des lacs, par exemple).

La zone d'étude est localisée entre 2 IFL (encart de la Figure 26). Ce secteur représente donc probablement une zone importante pour le maintien des processus écologiques et de la biodiversité. Il est à noter que selon une récente étude (2016) le Gabon, qui fait partie des pays les plus riches en termes d'IFL, aura probablement perdu tous ces IFL d'ici 60 ans (Potapov *et al.*, 2017).

5.1.3 Les écorégions du WWF

Le World Wide Fund (WWF) a défini huit (8) écozones représentant les principaux types d'habitats à travers le monde en vue d'analyser les efforts nationaux dans le cadre d'une stratégie mondiale de conservation.

Ces écozones sont elles-mêmes divisées en plus de 800 écorégions définies par le caractère unique de leur morphologie, de leur géologie, de leur climat, de leurs sols et de leurs ressources en faune, flore et eau. Enfin, 238 de ces régions ont été définies comme les plus représentatives des différents types d'habitats de notre planète. Le choix de ces régions s'est fondé sur différents critères tels que la richesse en espèces, le caractère endémique des espèces, le caractère unique des taxons les plus évolués, l'existence d'une situation particulière ou encore la rareté du type d'habitat associé (WWF, 2017).

La présente zone d'étude est située dans le bloc forestier de Basse Guinée du centre régional d'endémisme guinéo-congolais défini par White (1979, 1983), et au sein de l'écorégion des **Forêts équatoriales côtières atlantiques** (Figure 27). Une écorégion est un espace plus ou moins grand comprenant un ensemble d'habitats semblables et d'espèces différant des écorégions voisines.

L'écorégion de forêts côtières atlantique équatoriales s'étend à partir du centre-ouest camerounais (rivière Sanaga) en direction du sud et englobe la Guinée équatoriale, une partie du Gabon, de la République du Congo, la Cabinda (Angola) et une partie de la République Démocratique du Congo.

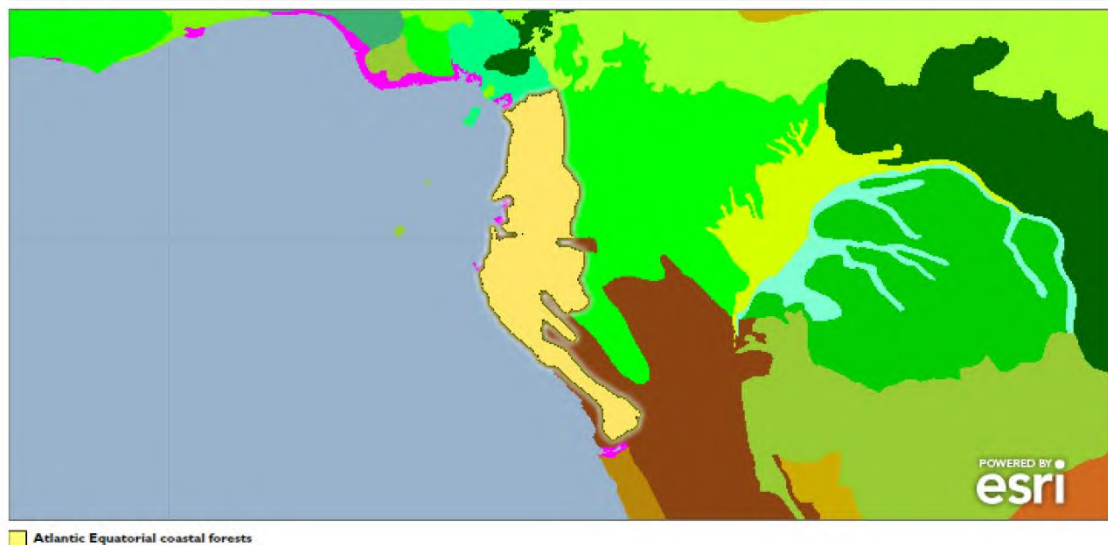


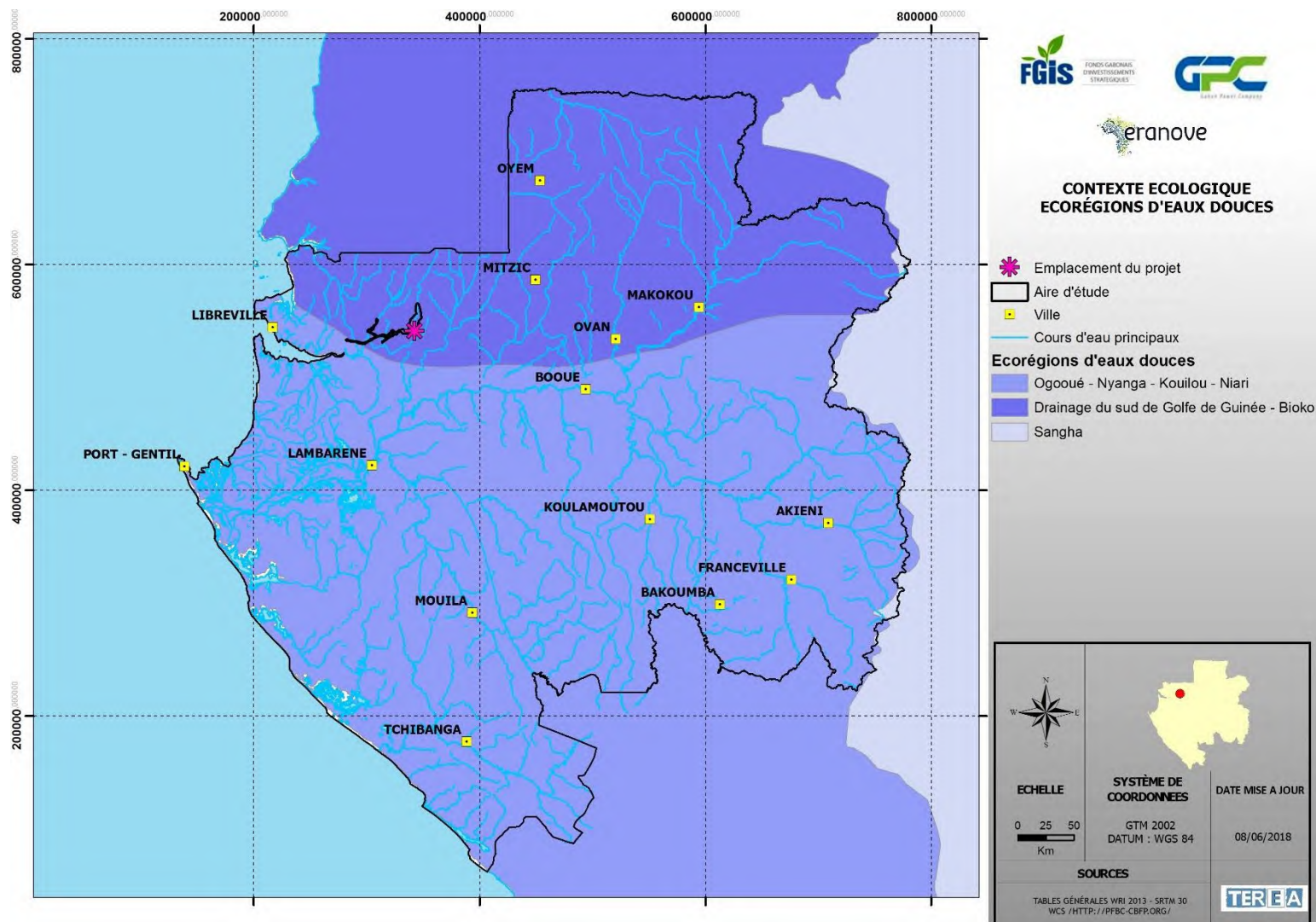
Figure 27 : Localisation en jaune de l'écorégion de forêts côtières atlantiques équatoriales (source : <https://www.worldwildlife.org/science/wildfinder/>)

Marquée par un relief peu accidenté (collines et plaines principalement), cette écorégion est reconnue pour ses niveaux élevés de richesse spécifique et d'endémisme. De grands blocs forestiers de forêt humide sempervirente la caractérisent ainsi qu'une faible densité humaine dans sa partie centrale. Un nombre important de systèmes fluviaux traverse cette écorégion, comme c'est le cas de l'Ogooué, composant important de ce milieu. Du côté de la faune, et sur bases des connaissances, de nombreux groupes présentent une forte richesse spécifique : avifaune, herpétofaune, mammifères, etc. ; et de nombreuses espèces sont endémiques (reptiles notamment), quasi-endémiques ou à distribution restreinte.

Enfin, les densités de populations humaines y sont souvent peu élevées, en particulier dans sa zone centrale, zone du présent projet.



Figure 28 : Du plus gros au plus petit, la biodiversité de l'écorégion Forêts côtières atlantique équatoriale est très diversifiée (*Loxodonta africana* à gauche et *Xenopus andrei*, à droite, une des 7 espèces de grenouilles considérées comme endémiques strictes)



Les principaux taxons sont :

- ◆ *Perla sp2*, *Perla sp3*, *Perla sp4* et *Tricorythus sp.* du groupe Très sensible ;
- ◆ *Adenophlebiodes sp.*, *Lapidostoma sp.* et *Adenophlebia sp.* (Leptophlebiidae) du groupe Bonne sensibilité ;
- ◆ *Diceromyzon femorale* (Ephéméroptères), *Macrostemum sp.*, *Dolophilodes sp* et *Chimara sp* (Trichoptères) du groupe sensibilité moyenne ;
- ◆ *Baetis rhodani*, *Caenis sp.* (Ephéméroptères) du groupe Faible sensibilité ;
- ◆ *Pseudomacronychus decoratus* (Elmidae, Coléoptères), de *Belostoma sp.* (Belostomidae, Hétéroptères) et de *Nehalennia speciosa* (Coenagrionidae, Odonates) du groupe Tolérants ;
- ◆ *Polypedilum sp*, *Conchapelopia sp.* et *Procladius sp.* (Chironomidae et Tanypodinae, Diptères) du groupe polluo-résistants.

5.2.2.5 Qualité des eaux

L'évaluation de la qualité biologique des eaux à partir des notes de l'Indice Biologique Global Normalisé IBGN équivalent de la zone d'étude sont similaires entre les deux saisons : les notes varient de 12 à 19 sur une échelle de 20, en saison 1, et de 12 à 18 pour la saison 2. On peut en conclure que les eaux sont de bonne qualité globalement, ce que confirme d'une part la très forte abondance des Perlidae et des taxons appartenant à l'ordre des Trichoptères, ordres dont les espèces sont reconnues polluo-sensibles, durant les 2 saisons ; et, d'autre part, l'excellent ratio des EPT sur les Diptères chironomidiens.

5.2.2.6 Discussion et Conclusion

La mission 2 a permis d'améliorer les résultats obtenus en mission 1 de 10 espèces et 2 Ordres. Au total, les 12 347 spécimens de macroinvertébrés benthiques récoltés (soit 880 prélèvements) sur 23 stations appartiennent à 107 appartenant à 75 Familles. Il ressort de l'étude que ces cours d'eau ont un même fond entomologique caractérisé par des peuplements similaires de Macroinvertébrés.

On constate entre les 2 missions, une nette augmentation des abondances dans leur entières ainsi qu'une amélioration sensible des 3 indices écologiques utilisés. Pris individuellement, un changement de la structure des peuplements est remarquable avec notamment une différence des proportions de certains Ordres. C'est le cas des Ephéméroptères qui présentent des abondances inférieures à 50% sur l'ensemble des stations en mission 2 (février / basses eaux) alors qu'en mission 1 (septembre / hautes eaux), cet ordre constituait près de 50% des effectifs à toutes les stations. Cette observation est particulièrement valable pour les stations effectuées sur le Komo. Etant donné qu'au moment du présent échantillonnage, la situation hydrologique dans la zone d'étude était à l'étiage en mission 2 et qu'en mission 1, elle était en situation de crue, cela laisse penser que les crues et décrues influencent la structure des peuplements de Macroinvertébrés dans cette zone des Monts de Cristal. A noter, sur le plan hydrologique, cette région du Gabon semble avoir un autre mode de fonctionnement par rapport au reste du territoire national ; la période de janvier à février connue pour être la petite saison sèche sur le territoire national semble être en réalité la grande saison sèche dans ce secteur des Monts de Cristal. L'arrêt des pluies y est en effet plus marqué à cette période de l'année qu'aux mois de juin, juillet et août où l'on a souvent des pluies. Ce constat a d'ailleurs été validé par le personnel de la SEEF en poste depuis plusieurs années.

Les résultats de l'inventaire montrent une biodiversité élevée des peuplements de Macroinvertébrés benthiques dans l'ensemble de la zone d'étude, même les valeurs les plus basses enregistrées ($H' > 3,5$ bits) l'attestent. Les peuplements sont à l'équilibre ce qui est à mettre en relation avec l'absence d'une pollution organique et un bon processus d'épuration des rivières.

Tableau 15 : Synthèse des indices de tolérance à la pollution basée sur les macroinvertébrés benthiques, mission 1

Site/Stations		Somme Taxons indicateurs	Classe de variété	Taxon indicateur	Groupe Indicateur	Indice biologique (équivalent IBGN)	Abondance EPT	Abondance Chironomidae	EPT/Chironomidae
Komo amont		57	14	Perlidae		15,3333333	1610	27	59,6296296
Rivière Violaineville	NGM01	32	9	Perlidae	9	17	131	4	32,75
Rivière Violaineville	NGM02	18	6	Perlidae	9	14	65	2	32,5
Rivière Violaineville	NGM03	20	6	Perlidae	9	14	90	2	45
Affluent rive gauche	NGM04	11	4	Perlidae	9	12	61	1	61
Affluent rive gauche	NGM05	29	9	Perlidae	9	17	102	1	102
Komo	NGM07	25	8	Perlidae	9	16	218	4	54,5
Komo	NGM08	16	5	Perlidae	9	13	100	1	100
Affluent rive gauche	NGM10	28	8	Perlidae	9	16	213	1	213
Affluent rive gauche	NGM11	23	7	Perlidae	9	15	104	1	104
Affluent rive gauche	NGM21	40	11	Perlidae	9	19	630	11	57,2727273
Komo aval		24	7	Perlidae		12,5	136	2	68
	NGM12	4	2	Perlidae	9	10	32	1	32
Pte Tsibilé		42	12	Perlidae		14,8333333	1237	8	154,625
Amont	NGM13	18	6	Perlidae	9	14	138	1	138
	NGM14	20	6	Perlidae	9	14	109	1	109
	NGM15	22	7	Perlidae	9	15	135	1	135
Moyen cours	NGM16	25	8	Perlidae	9	16	452	2	226
Aval	NGM17	19	6	Perlidae	9	14	205	2	102,5
	NGM18	26	8	Perlidae	9	16	198	1	198
Gde Tsibilé		26	8			14	320	2	160
Aval	NGM19	20	6	Perlidae	9	14	167	1	167
	NGM20	18	6	Perlidae	9	14	153	1	153

Tableau 16 : Synthèse des indices de tolérance à la pollution basée sur les macroinvertébrés benthiques, mission 2

Site/Stations		Somme Taxons indicateurs	Classe de variété	Taxon indicateur	Groupe Indicateur	Indice biologique (équivalent IBGN)	Abondance EPT	Abondance Chironomidae	EPT/Chironomidae
Komo amont									
Rivière Violaineville	NGM01	35	10	Perlidae	9	18	287	1	287
Rivière Violaineville	NGM02	34	10	Perlidae	9	18	415	3	138,33
Rivière Violaineville	NGM03	30	9	Perlidae	9	17	316	1	316
Affluent rive gauche	NGM04	13	5	Perlidae	9	13	88	1	88
Affluent rive gauche	NGM05	27	8	Perlidae	9	16	358	1	358
Affluent rive gauche	NGM06	32	9	Perlidae	9	17	48	2	24
Affluent rive gauche	NGM09	30	9	Perlidae	9	17	152	1	152
Affluent rive gauche	NGM21	31	9	Perlidae	9	17	632	1	632
Affluent rive gauche	NGM22	30	9	Perlidae	9	17	395	1	395
Komo	NGM07	12	4	Perlidae	9	12	40	1	40
Komo	NGM08	16	5	Perlidae	9	13	61	1	61
Affluent rive gauche	NGM10	12	4	Perlidae	9	12	58	1	58
Affluent rive gauche	NGM11	13	5	Perlidae	9	13	61	1	61
Affluent rive gauche	NGM23	23	7	Perlidae	9	15	122	1	122
Komo aval									
	NGM12	23	7	Perlidae	9	15	206	3	68,67
Pte Tsibilé									
Amont	NGM13	23	7	Perlidae	9	15	278	3	92,67
	NGM14	25	8	Perlidae	9	16	415	2	207,5
	NGM15	34	10	Perlidae	9	18	292	7	41,71
Moyen	NGM16	29	9	Perlidae	9	17	309	3	103

Espèces	LT	MI	UICN	ST	Milieu			Mig	Intérêt			Occurrence			
					M	S	E		P	F	A	Avant 2017	Amont	TEREA	Nouveau
<i>Clarias buthopogon</i>	30,1	dé	LC	n			1	Po				1		1	
<i>Clarias camerunensis</i>	46,6	dé	LC	n			1		sub			1	1		
<i>Clarias gabonensis</i>	36,0	dé	LC	n			1					1			
<i>Clarias gariepinus</i>	170,0	bp	LC	i			1	Po	com	com		1			
<i>Clarias jaensis</i>	48,3	dé	LC	n			1					1	1		
<i>Clarias pachynema</i>	35,6	dé	LC	n			1					1			
<i>Clarias platycephalus</i>	37,6	dé	LC	n			1							1	1
<i>Coptodon guineensis</i>	36,6	bp	LC	n	1	1	1		com	com		1			
<i>Ctenopoma gabonense</i>	20,1	dé	NE	n			1					1			
<i>Ctenopoma kingsleyae</i>	22,3	bp	LC	n			1			com		1			
<i>Distichodus hypostomatus</i>	23,8	pé	LC	n			1					1		1	
<i>Distichodus notospilus</i>	19,5	pé	LC	n			1					1			
<i>Doumea typica</i>	25,0	dé	LC	n			1					1		1	
<i>Eleotris daganensis</i>	12,3	dé	LC	n	1	1	1	Am				1			
<i>Eleotris vittata</i>	26,5	dé	LC	n	1	1	1	Am				1			
<i>Enneacampus ansorgii</i>	16,8	dé	LC	n	1	1	1					1			
<i>Enteromius brazzai</i>	13,4	bp	LC	n			1					1			
<i>Enteromius brichardi</i>	8,0	bp	LC	n			1							1	1
<i>Enteromius camptacanthus</i>	15,5	bp	LC	n			1			com		1	1	1	
<i>Enteromius guirali</i>	15,5	bp	LC	n			1			com		1			
<i>Enteromius holotaenia</i>	14,6	bp	LC	n			1			com		1		1	
<i>Enteromius jae</i>	3,8	bp	LC	n			1			com		1	1	1	
<i>Enteromius martorelli</i>	12,0	bp	LC	n			1							1	1
<i>Enteromius prionacanthus</i>	11,2	bp	LC	n			1					1			
<i>Enteromius rubrostigma</i>	13,8	bp	LC	n			1					1			
<i>Enteromius trispilomimus</i>	4,5	bp	LC	n			1					1			
<i>Epiplatys (Aphyoplatys) sp.</i>		bp	DD	en			1							1	1
<i>Epiplatys cf. ansorgii</i>	8,0	bp	LC	en			1							1	1
<i>Epiplatys cf. multifasciatus</i>	6,0	bp	DD	en			1			com				1	1
<i>Epiplatys neumanni</i>	6,0	bp	LC	n			1			com		1	1		
<i>Epiplatys sexfasciatus</i>	12,2	bp	LC	n			1	Po		com		1		1	
<i>Epiplatys singa</i>	6,0	bp	LC	n			1			com		1		1	
<i>Ethmalosa fimbriata</i>	45,0	pn	LC	n	1	1	1	Ca	H	com	exp	1			
<i>Fontitrygon ukpam</i>	120,0	dé	EN	n	1	1	1					1			
<i>Galeoides decadactylus</i>	50,0	dé	NT	n	1	1	1		com			1			
<i>Gerres nigri</i>	20,0	bp	LC	n	1	1	1		com			1			
<i>Hemichromis elongatus</i>	22,8	bp	LC	n			1					1		1	
<i>Hepsetus kingsleyae</i>	26,8	pé	NE	en			1	Po				1			
<i>Hepsetus lineatus</i>	34,5	dé	NE	n			1		sub			1		1	
<i>Heterobranchus longifilis</i>	183,0	dé	LC	n			1	Po	com	com		1			
<i>Heterotis niloticus</i>	122,0	pé	LC	i			1		com	com	com	1			
<i>Ilisha africana</i>	36,6	pn	LC	n	1	1	1		com			1			
<i>Ivindomyrus marchei</i>	22,1	dé	LC	en			1					1		1	
<i>Labeo annectens</i>	48,5	bp	LC	n			1					1		1	
<i>Labeo batesii</i>	30,1	bp	LC	n			1					1			
<i>Labeobarbus batesii</i>	43,5	bp	LC	n			1					1		1	
<i>Labeobarbus caudovittatus</i>	80,0	bp	LC	n			1							1	1
<i>Labeobarbus compiniei</i>	73,0	bp	LC	n			1					1	1	1	
<i>Labeobarbus malacanthus</i>	15,0	bp	LC	n			1							1	1
<i>Labeobarbus micronema</i>	34,0	bp	LC	n			1							1	1
<i>Labeobarbus progenys</i>	18,0	bp	LC	n			1		sub					1	1
<i>Lutjanus dentatus</i>	150,0	rm	DD	n	1	1	1		sub			1			
<i>Malapterurus beninensis</i>	27,2	bp	LC	n			1					1			
<i>Malapterurus oguensis</i>	26,2	bp	LC	n			1					1			

Espèces	LT	MI	UICN	ST	Milieu			Mig	Intérêt			Occurrence			
					M	S	E		P	F	A	Avant 2017	Amont	TEREA	Nouveau
<i>Marcusenius moorii</i>	26,1	dé	LC	n			1					1		1	
<i>Mastacembelus marcheii</i>	38,8	bp	NE	n			1					1		1	
<i>Mastacembelus niger</i>	38,7	dé	LC	n			1					1	1		
<i>Microctenopoma nanum</i>	8,0	bp	LC	n			1				com	1	1	1	
<i>Microphis aculeatus</i>	24,4	dé	DD	n	1	1	1							1	1
<i>Microsynodontis batesii</i>	12,2	dé	DD	n			1					1			
<i>Microsynodontis laevigata</i>	11,0	dé	DD	en			1					1			
<i>Monodactylus sebae</i>	25,0	pn	NE	n	1	1	1		sub		com	1			
<i>Monostichodus elongatus</i>	11,0	pé	LC	en			1					1			
<i>Mormyrops zanclirostris</i>	27,0	dé	LC	n			1					1			
<i>Nannaethiops unitaeniatus</i>	6,2	pé	LC	n			1				com	1			
<i>Nannocharax parvus</i>	6,5	pé	LC	n			1					1			
<i>Nannopetersius ansorgii</i>	8,5	pé	LC	n			1					1			
<i>Neochelon falcipinnis</i>	45,5	dé	DD	n	1	1	1	Ca	com			1			
<i>Neolebias kerguennae</i>	3,3	pé	EN	en			1					1			
<i>Neolebias trewavasae</i>	5,3	pé	LC	n			1				pot	1	1		
<i>Neolebias cf. unifasciatus</i>	5,3	pé	LC	en			1							1	1
<i>Notoglanidium macrostoma</i>	34,3	dé	LC	n			1					1	1	1	
<i>Odaxothrissa ansorgii</i>	15,9	pé	LC	n		1	1		sub					1	1
<i>Opsaridium ubangiense</i>	12,0	bp	LC	n			1							1	1
<i>Oreochromis niloticus</i>	64,0	bp	NE	i	1	1	1	Po	H com	com				1	1
<i>Oreochromis schwebischii</i>	36,6	bp	LC	n			1			H com	exp	1			
<i>Parachanna obscura</i>	61,0	dé	NE	n			1	Po	com			1			
<i>Parailia occidentalis</i>	8,5	dé	LC	n			1				com			1	1
<i>Paramormyrops gabonensis</i>	19,9	dé	VU	n			1					1	1	1	
<i>Paramormyrops hopkinsi</i>	19,0	bp	VU	n			1					1			
<i>Paramormyrops kingsleyae</i>	16,5	bp	DD	n			1					1		1	
<i>Paramormyrops longicaudatus</i>	29,0	bp	VU	en			1					1			
<i>Paramormyrops spekokodes</i>	13,9	bp	LC	n			1							1	1
<i>Parananochromis caudifasciatus</i>	11,5	dé	LC	n			1					1	1		
<i>Parananochromis gabonicus</i>	9,8	dé	LC	n			1				pot	1	1	1	
<i>Parananochromis longirostris</i>	12,5	dé	LC	n			1				pot	1	1		
<i>Parauchenoglanis balayi</i>	39,0	dé	LC	n			1					1	1		
<i>Parauchenoglanis punctatus</i>	50,0	dé	LC	n			1					1		1	
<i>Pareutropius debauwi</i>	12,7	dé	LC	n			1				com			1	1
<i>Pellonula leonensis</i>	9,3	pé	LC	n	1	1	1	An	com					1	1
<i>Pelmatolapia cabrae</i>	37,0	dé	LC	n			1		sub			1		1	
<i>Pentanemus quinquarius</i>	35,0	dé	VU	n	1	1	1		H com			1			
<i>Petrocephalus microphthalmus</i>	5,2	dé	LC	n			1					1		1	
<i>Petrocephalus simus</i>	12,0	dé	LC	n			1	Po	com			1			
<i>Phenacogrammus aurantiacus</i>	10,0	bp	LC	n			1							1	1
<i>Phractura brevicauda</i>	10,0	dé	LC	n			1					1			
<i>Phractura longicauda</i>	11,0	dé	LC	n			1					1	1	1	
<i>Plataplochilus chalcopyrus</i>	4,0	bp	EN	n			1				pot	1			
<i>Plataplochilus ngaensis</i>	5,0	bp	LC	n			1				com	1		1	
<i>Plataplochilus pulcher</i>	5,0	bp	VU	en			1				com			1	1
<i>Plataplochilus sp. « Avébé »</i>	45,0	bp	DD	en			1							1	1
<i>Plataplochilus sp. « Komo »</i>	45,0	bp	DD	en			1					1		1	
<i>Polydactylus quadrifilis</i>	200,0	dé	LC	n	1	1	1		com			1		1	
<i>Pomadasys jubelini</i>	60,0	dé	LC	n	1	1	1		com			1			
<i>Psettodes belcheri</i>	80,0	dé	DD	n	1	1	1		com			1			
<i>Pseudotolithus elongatus</i>	47,0	dé	LC	n	1	1	1		com			1		1	
<i>Pseudotolithus epipercus</i>	60,0	dé	LC	n	1	1	1		com			1			
<i>Pseudotolithus typus</i>	140,0	dé	LC	n	1	1	1		com			1			
<i>Raiamas buchholzi</i>	14,0	bp	LC	n			1					1		1	

Espèces	LT	MI	UICN	ST	Milieu			Mig	Intérêt			Occurrence			
					M	S	E		P	F	A	Avant 2017	Amont	TEREA	Nouveau
<i>Sarotherodon nigripinnis</i>	22,0	dé	NE	n		1	1					1			
<i>Schilbe grenfelli</i>	61,0	dé	LC	n			1		com			1		1	
<i>Schilbe multitaeniatus</i>	32,1	dé	LC	n			1		com			1		1	
<i>Stomatorhinus walkeri</i>	9,0	dé	LC	n			1					1			
<i>Synodontis albolineatus</i>	21,0	bp	LC	n			1					1			
<i>Synodontis batesii</i>	12,6	bp	LC	n			1					1			
<i>Synodontis tessmanni</i>	18,6	bp	LC	n			1					1			
<i>Xenocharax spilurus</i>	26,0	pé	NE	n			1					1			

5.2.3.2.3 Les espèces migratrices

Pour rappel, les différents types de migration en eaux continentales sont :

- ◆ Anadrome (an) : migrateurs qui remontent des rivières pour pondre ;
- ◆ Amphidrome (am) : migrateurs entre eau douce et eau de mer (ou le contraire), mais pas pour se reproduire ;
- ◆ Catadrome (ca) : migrateurs de l'eau douce vers la mer pour pondre ;
- ◆ Potamodrome (po) : migrateurs dans les eaux douces.

Dix-neuf espèces sont connues du bassin versant du Komo pour être migratrices.

D'un point de vue comportement, douze espèces sont connues pour être des migrateurs **potamodromes** (Tableau 27) :

- ◆ Pour les espèces uniquement d'eaux douces (8) :

Au niveau de la zone du barrage, on retrouve : le Mormyridae *Petrocephalus simus*, le brochet africain *Hepsetus kingsleyae*, le mâchoiron (Claroteidae) *Chrysichthys nigrodigitatus* (capturée lors des missions TERE), plusieurs Clariidae (*Heterobranchus longifilis*, *Clarias buthupogon* (capturée) et l'espèce introduite *C. gariepinus*), le « tête de serpent africain » *Parachanna obscura* et le « killie » *Epiplatys sexfasciatus* (capturé).

- ◆ Pour les espèces principalement d'eaux douces, mais tolérantes (4) :

On peut noter les espèces tolérantes aux eaux saumâtres de Tétras *Brycinus macrolepidotus* et *Bryconalestes longipinnis* (les deux capturés), le mâchoiron *C. auratus* et l'espèce introduite invasive, le Tilapia du Nil (*Oreochromis niloticus* - capturé).

Sept espèces plutôt marines, mais tolérantes à tous les milieux sont présentes dans la zone d'étude :

- ◆ Les **amphidromes** Eleotridae (*Bostrychus africanus*, *Eleotris daganensis* et *E. vittata*) et le Gobiidae *Awaous lateristriga* (capturé) qui peut remonter très en amont grâce à ses nageoires pelviennes soudées en ventouse ;
- ◆ Le Clupeidae **anadrome** *Pellonula leonensis* (capturé) ;
- ◆ Les **catadromes** : l'Ethmalose (*Ethmalosa fimbriata*) et le mulot (*Neochelon falcipinnis*).

Aucune espèce d'origine des eaux marines et/ou saumâtres n'est répertoriée en amont de la zone de barrage, que cela soit dans les données anciennes que lors de l'échantillonnage. Une seule, mais plutôt dulçaquicole pour les adultes, *Awaous lateristriga* a été observée dans le Komo en aval (Station KO1b), mais, également, dans la Tsibilé (KO6).

Cependant, **la faible connaissance de la biologie de beaucoup d'espèces ne peut exclure que des espèces considérées comme non migratrices le soit.** Il est probable que les grands Cyprinidae (*Labeobarbus* spp. et quelques *Enteromius* spp.) soient des migrateurs, ainsi le

5.2.4.2 Les espèces échantillonnées

5.2.4.2.1 Famille des Aplocheiliidae Bleeker, 1859

Cette famille regroupe l'ancienne famille africaine des Nothobranchiidae avec leurs cousins américains ; elle renferme la majorité des espèces de killies actuellement connues en Afrique Centrale. Ces poissons présentent la particularité de vivre souvent dans des volumes d'eau très réduits (parfois une trace de pas d'éléphant). Ils occupent en général des biotopes ou très peu d'autres poissons résistent, se dissimulent sous les feuilles mortes immergées à la moindre alerte, et résistent mal à la concurrence avec des espèces plus grandes. Bien représentés dans les petits cours d'eau de tout le pays, ce sont d'excellents indicateurs de l'état de dégradation d'un milieu naturel.

Le genre *Aphyosemion*, auquel appartiennent la majorité des killies connus actuellement au Gabon, est le mieux connu car, rassemblant les espèces les plus colorées, il a été beaucoup plus étudié que les autres. Il a été scindé récemment en 9 sous-genres (Huber 2013), dont 4 habitent la zone d'étude

- ***Aphyosemion cameronense* (Boulenger, 1903) (N10, N11, N12, N39, N40)** : cette espèce du sous-genre *Mesoaphyosemion* peuple les plateaux intérieurs du pays, et occupe dans la région d'études les petits cours d'eau les plus élevés du bassin du Komo, au-dessus de 450 m d'altitude (soit la zone d'exploitation actuelle). D'un ruisseau à l'autre on observe des variations mineures de la coloration chez les mâles.



Figure 85 : *Aphyosemion cameronense* est une espèce à robe très variable, largement répandue à moyenne altitude du sud du Cameroun au centre du Gabon

- ***Aphyosemion mimbon* Huber, 1977 (N5, N9, N11, N33, N52)** : cette autre espèce du sous-genre *Mesoaphyosemion*, caractérisée par des barres transversales rouge sombre sur fond bleu, semble limitée dans la région d'études aux environs du site du futur barrage de Ngoulmendjim.



Figure 86 : *Aphyosemion mimbon* n'est connu que de quelques localités des Monts de Cristal ; c'est un endémique submontagnard du groupe *cameronense*

- ***Aphyosemion cf etsamense* Sonnenberg & Blum, 2005 (N8)** : cette dernière espèce du sous-genre *Mesoaphyosemion*, rare, a été décrite des bassins de la Mbé et de la Noya à moyenne altitude. La population trouvée dans le bassin de la Tsibilé à la même altitude lui ressemble, mais il n'est pas certain qu'il s'agisse de la même espèce. Il pourrait s'agir d'une espèce non décrite du groupe *cameronense*.



Figure 87 : La nageoire dorsale d'*Aphyosemion cf etsamense* est colorée de bleu, alors que celle des autres espèces du sous-genre est entièrement jaune

- ***Aphyosemion herzogi* Radda, 1975 (N5, N6, N7, N8, N9, N11, N33, N52)** : cette espèce du sous-genre *Scheelsemion*, richement colorée ne se rencontre qu'en altitude, dans les petits trous d'eau de décrue des rivières de montagne ; elle évite le cours principal des ruisseaux, où on trouve plutôt les différentes espèces du sous-genre *Mesoaphyosemion*.



Figure 88 : La systématique d'*Aphyosemion herzogi* est encore confuse, et les différents auteurs ne s'accordent pas sur sa synonymie avec *A. bochtleri*

- ***Aphyosemion striatum* (Boulenger, 1911) (N3, N17, N22, N23, N25, N26)** : cette espèce du sous-genre *Iconisemion* est assez largement répandue dans les plaines côtières de l'Estuaire et du Moyen Ogooué, et présente de grandes variations de coloration dans son aire de répartition. Il s'agit probablement d'un groupe polyspécifique¹³, qui reste à étudier en détail.

¹³ Groupe d'espèces proches, qui descendent toutes d'un ancêtre commun



Figure 89 : Les *Aphyosemion striatum* de la zone d'études sont très différents de ceux de la basse vallée de l'Avébé ou de la région de Lambaréné

- *Aphyosemion escherichi* (Ahl, 1903) (N3, N17, N23, N25, N26, N27, N29) : cette autre espèce du sous-genre *Iconisemion*, moins vivement colorée que la précédente, semble limitée aux plaines côtières et aux premiers reliefs de la région, et monte peu en altitude dans le bassin du Komo.



Figure 90 : *Aphyosemion escherichi* fréquente des biotopes variables selon les régions ; il est ici inféodé aux ruisseaux d'eau claire de basse altitude

- *Aphyosemion cf callipteron* Radda & Pürzl, 1987 (N9, N33) : cette espèce appartient au sous-genre *Episemion*, qui a longtemps été considéré comme un genre à part, jusqu'à ce que des analyses génétiques le placent au sein du genre *Aphyosemion*. C'est une espèce endémique de montagne qui n'est connue que de la région d'Oyem, et est remplacée dans le haut bassin du Komo par une autre espèce du même genre, *A. krystallinoron*. Les mâles de la population de Violaineville semblent plus proches de l'espèce d'Oyem, mais s'en distinguent par la bande marginale jaune de la nageoire anale ; il se pourrait qu'il s'agisse d'une nouvelle espèce non décrite de ce genre encore mal connu.

5.2.4.6 Espèces nouvelles pour la science ou pour le Gabon

Plusieurs populations de killies identifiées dans la zone d'étude sont très probablement nouvelles pour la science ; des analyses ADN devront être menées pour confirmer leur position taxonomique.

5.2.4.7 Discussion

D'un point de vue biogéographique, *Aplocheilichthys spilauchen* est une espèce à très large répartition, qui peuple aussi bien les savanes que les forêts denses dans d'autres pays. Par ailleurs, si l'on excepte dans les résultats les espèces potentiellement nouvelles pour la science (surlignées en jaune dans les ANNEXES), on constate que les espèces endémiques des forêts d'Afrique Centrale représentent dans nos inventaires 90% des espèces de killies identifiées (9 sur 10), les aires de distribution des espèces de killies identifiées dans la région d'étude sont plus réduites comparé à d'autres groupes comme les amphibiens, ou encore les reptiles.

Chez les killies la biodiversité est très importante. De plus ces missions ont permis d'identifier 8 espèces potentiellement nouvelles pour la science, ce qui montre à quel point les killies du Gabon sont encore mal connus. Parmi ces dernières, deux présentent des affinités submontagnardes nettes et pourraient être endémiques des Monts de Cristal ; ce n'est pas le cas des cinq autres, caractéristiques des basses altitudes de la région, qu'on retrouve en-dehors de la zone d'étude dans les régions avoisinantes.

On peut donc s'interroger sur le degré de représentativité des résultats temporaires obtenus à l'issue de quatre semaines de mission de terrain. La lecture des courbes du nombre cumulé d'espèces recensées en fonction du nombre de jours de travail effectif peut renseigner utilement à ce sujet : lorsque l'essentiel de la biodiversité a été appréhendé, cette courbe atteint un plateau caractéristique et sa droite de régression passe largement au-dessus de 0. Au contraire, quand le travail n'est pas complet, la courbe reste régulièrement croissante et sa droite de régression passe par 0.

Pour ce qui concerne les killies, cette courbe montre qu'on peut penser que l'inventaire est à peu près complet : en effet il n'a plus été trouvé d'espèce supplémentaire après le 20^{ème} jour de terrain.

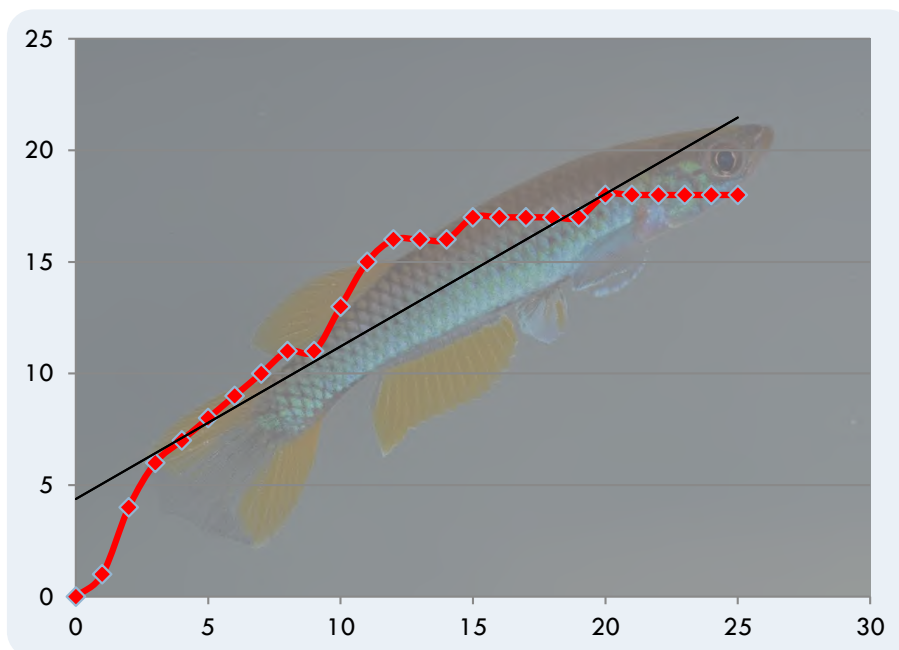


Figure 104 : Au vu de cette courbe, l'inventaire des killies semble être à peu près exhaustif

Certaines espèces ont déjà été collectées dans la région d'étude, et on aurait donc pu s'attendre à les trouver sur notre terrain d'étude. Il s'agit d'*Aphyosemion (Chromaphyosemion) kouamense*

endémique d'une petite région du piémont des Monts de Cristal autour du village d'Engong Kouamé, situé au nord-ouest du débarcadère permettant l'accès à la SEEF : on aurait pu s'attendre à le trouver également dans la basse vallée de la Tsibilé. L'équipe l'a cherché en vain dans le genre de biotopes où il avait été trouvé un peu plus à l'ouest, dans la haute vallée de l'Avébé.

5.2.4.8 Conclusion

Chez les killies, la biodiversité apparaît particulièrement élevée, et la présente mission a permis de découvrir plusieurs espèces probablement nouvelles pour la science, parmi lesquelles au moins 2 *Aphyosemion*, à affinités nettement submontagnardes, qui pourraient être endémiques de la zone d'étude. Des analyses ADN menées par l'Institut des Sciences de l'Evolution de Montpellier permettront sans doute d'y voir plus clair dans la systématique de ce groupe encore mal connu.

Ces deux populations d'espèces submontagnardes non décrites **pourraient être fortement impactées par la mise en place du barrage de Ngoulmendjim.**

Il est possible que d'autres populations des espèces les plus vulnérables de killies citées ci-dessus soient situées en dehors de la zone d'impact du futur chantier ; mais il n'en a pas été observé lors des missions de terrain. Il est donc recommandé, pour s'en assurer, de **rechercher les espèces citées ci-dessus dans des biotopes semblables de la région**, hors de la zone d'influence du futur barrage de Ngoulmendjim, pour s'assurer que l'implantation du barrage hydroélectrique de Ngoulmendjim ne risquera pas de causer leur disparition.

5.2.5 Flore aquatique

La flore a été traitée d'un seul tenant (flore terrestre et aquatique) à la section 5.3.3 relative à la Flore : espèces menacées, page 192.

5.3 Milieu Terrestre

5.3.1 Flore : Synthèse bibliographique (MBG)

Le Gabon, par sa superficie de 262 090 km² et ses 1,3 millions d'habitants, est le pays le moins densément peuplé de la sous-région du bassin du Congo (5 hab/km²) (Chevalier *et al.* 2009). Les forêts couvrent environ 80 % de sa superficie, soit à peu près 21 millions d'hectares (Mayaux *et al.* 2004), le reste étant couvert par des formations herbeuses, des lacs et des milieux urbanisés (Nicolas 1977).

Du point de vue géomorphologique, le Gabon peut se diviser en trois sous-ensembles :

- ◆ le bassin sédimentaire, à l'ouest ;
- ◆ le plateau continental, principalement constitué de roches précambriennes et de granites ;
- ◆ le rebord montagneux central, inséré entre les deux sous-ensembles précédents et qui inclut la zone d'intérêt du projet d'aménagement.

Le rebord montagneux est constitué de roches précambriennes. Au nord de l'Ogooué, il constitue les **Monts de Cristal** et son prolongement au sud les Monts de Ndjolé. Ces massifs montagneux qui dépassent rarement 800 m d'altitude (maximum 1 024 m) présentent une topographie très accidentée sur la façade ouest, et plus aplanie au fur et à mesure que l'on s'approche du plateau continental (Martin *et al.* 1981). Au sud de l'Ogooué, la situation est plus complexe. Dans la région à l'ouest du fleuve Ngounié, on retrouve plusieurs petits massifs de hautes collines (maximum 800 m) qui contrastent avec les plaines littorales (monts Doudou, massif du Koumounabwali). A l'est du fleuve Ngounié, s'étend le massif Du Chaillu, qui se situe à cheval sur le Gabon et la République du Congo et dont le point culminant est le Mont Milondo (1 020 m d'altitude) (Figure 105).

Le site de Ngoulmendjim se situe dans le sud-est des Monts de Cristal, au sud du secteur Mbe du parc national des Monts de Cristal (Figure 107), le parc national des Monts de Cristal est constitué de deux secteurs Mbe et Mont Seni), unique zone protégée dans la zone d'étude.

Plusieurs études se sont intéressées à l'identification des types phytogéographiques et de végétation à l'échelle du Gabon sur la base d'aires de distribution d'espèces et de composition floristique, en particulier des grands arbres forestiers (Nicolas 1977, Caballé 1978). Malgré quelques points de divergence, ces différents travaux s'accordent sur la plupart des délimitations. Ainsi, les forêts des Monts de Cristal sont généralement décrites comme appartenant à un type forestier « de la bordure cristalline, riche en espèces d'arbres à bois dur appartenant à la sous-famille des *Caesalpinioidea* » (Nicolas 1977) également dénomé « forêts denses humides sempervirentes des reliefs et plateaux de l'intérieur » (Caballé 1979, Figure 106). Les forêts de la partie occidentale des Monts de Cristal bordant la plaine sédimentaire et qui présente la topographie la plus accidentée sont décrites comme étant caractérisées par l'abondance dans les strates supérieures des genres *Dacryodes*, *Desbordesia* ainsi que plusieurs espèces de *Bikinia* et *Aphanocalyx*. Les forêts de la partie orientale sont décrites comme étant caractérisées par l'abondance dans les strates supérieures de *Julbernardia pellegrinii* et *Tetraberlinia bifoliolata* (Caballé 1979, Nicolas 1977).

Tableau 34 : Résumé des indices de diversité de la zone de Ngoulmendjim et des sites adjacents. Les valeurs entre guillemets correspondent aux limites de l'intervalle de confiance à 95%

Description	Mbé	Ngoulmendjim	SEEF
Superficie totale inventoriée (ha)	5	31	10
Nombre total d'arbres	2718	8366	4527
Nombre d'espèces observées	282	295	276
Taux de couverture de l'inventaire	0,971	0,993	0,976
Effectif des espèces rares (abondance < 10 individus)	743	602	574
Nombre d'espèces rares observées	228	174	198
Taux de couverture des espèces rares	0,895	0,904	0,838
Nombre d'espèces abondantes	54	121	78
Effectif des espèces abondantes	1975	7773	3953
Richesse spécifique moyenne	386,97 [352,39-438,52]	386,99 [357,07-431,33]	368,97 [345,86-399,75]

5.3.2.2.1 Statuts de conservation des espèces : Liste Rouge de l'IUCN, endémisme, protection nationale

Bien qu'abordé dans une section à part entière dans le présent rapport, de manière détaillée et sur l'ensemble du règne végétal, les espèces ligneuses menacées recensées durant l'étude des habitats sont abordées dans cette section.

Parmi les 297 espèces identifiées dans la zone de Ngoulmendjim (Figure 115), 32 espèces sont endémiques ou sub-endémique du Gabon. Le taux d'endémisme dans le site de Ngoulmendjim est de 15,52%, ce qui est plus élevé que celui observé dans l'ensemble du pays (13%) en intégrant les plantes sub-endémiques.

Trois espèces sont classées en danger (EN) et 30 considérées comme vulnérables (VU) à la Liste Rouge de l'IUCN (*Diospyros crassiflora* et *Cassipourea acuminata* et *Tieghemella africana*). Cinq espèces font l'objet de mesures particulières, selon la législation nationale :

- ◆ 4 espèces protégées (interdiction d'abattage) (décret n°137/PR/MEFEPA du 4 février 2009 abrogé par le décret n°350/PR/MPERNFM du 7 juin 2016 et le décret n°00099/PR/MEF du 19 mars 2018, voir section 3.1) : *Irvingia gabonensis*, *Poga oleosa*, *Tieghemella africana*, *Guibourtia tessmannii* ;
- ◆ 1 espèce dont l'exploitation / la commercialisation du bois d'œuvre est soumise à réglementation (décret n°350/PR/MPERNFM du 7 juin 2016) : *Dacryodes buettneri*.

Toutefois, toutes les espèces ayant un statut de conservation sont présentes en faibles densités, avec des effectifs ne dépassant pas 5 individus à l'hectare, la plus abondante étant l'Okoumé avec des effectifs proches de 6 individus à l'hectare (Figure 115).

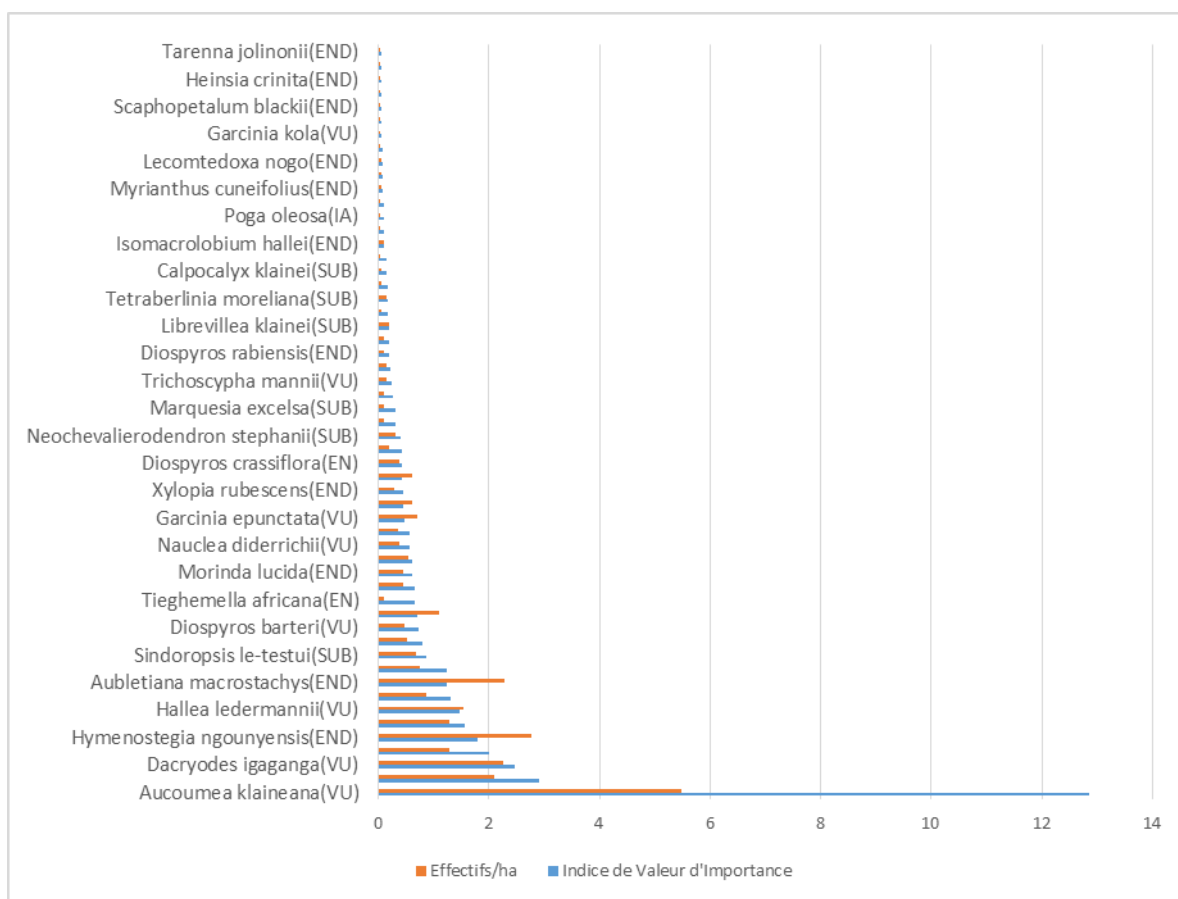


Figure 115 : Représentativité et effectifs d'arbres d'intérêt pour la conservation identifiés dans la zone d'étude

Le statut de conservation de chaque espèce est indiqué entre parenthèse : IA= espèce Interdit d'Abattage au Gabon ; END= espèce endémique au Gabon ; SUB= espèce sub-endémique au Gabon ; NT= quasi menacée, VU= Vulnérable, EN= En Danger

5.3.2.2.2 Typologie forestière

L'analyse factorielle de correspondance suivie par une classification hiérarchique réalisée sur les relevés botaniques permet de distinguer **deux faciès des forêts de terre ferme** dont les compositions floristiques, les paramètres structuraux et les structures diamétriques sont résumés dans les Figure 116 et Figure 118 :

- ◆ le groupe 1 (FT1) est constitué de 14 parcelles ayant comme essences dominantes *Santiria trimera* (Ebo) et *Aucoumea klaineana* (Okoumé). Il comporte plusieurs essences ombrophiles (*Coula edulis*, *Dialium angolense*, *Coelocaryon preussii*, *Tetraberlinia bifoliolata*, *Strombosiopsis tetrandra*, *Diogoia zenkeri*, etc.) typiques des **forêts denses sempervirentes de basse et moyenne altitude** du Gabon. Ce groupe renferme toutefois une densité moyenne de de $282,07 \pm 49,42$ arbres/ha occupant une surface terrière moyenne de $28,01 \pm 5,92$ m²/ha indiquant une exploitation.
- ◆ le groupe 2 (FT2) est constitué par 7 parcelles ayant comme essences dominantes *Berlinia bracteosa* et *Hallea ledermannii*, *Anthonotha macrophylla* et *Eriomadelpus exsul*, espèces qui poussent dans des zones marécageuses ou périodiquement inondées. Sa composition floristique est également marquée par une présence significative des espèces pionnières héliophiles (ex. *Xylopia aethiopica*, *Aucoumea klaineana*, *Rauvolfia caffra*, *Maprounea membranacea*) poussant dans les forêts ouvertes. Ce type forestier, qui possède en moyenne $181,86 \pm 69,16$ tiges/ha occupant une faible surface terrière ($13,64 \pm 7,5$ m²/ha), correspond donc à un mélange des

forêts potentiellement **inondables** (situées non loin des rivières notamment) **et des forêts de terre fermes perturbées.**

- ◆ le groupe 3 (FT3), constitué par 10 parcelles, a une composition floristique identique au groupe 1 (FT1), mais celle-ci est caractérisée par la forte représentativité de *Dichostemma glaucescens* et *Santiria trimera*, deux essences que l'on retrouve généralement dans la strate inférieure de la canopée des forêts denses de terre ferme.

Ce type forestier, qui possède des densités d'arbres les plus élevées ($314,40 \pm 43,37$ arbres/ha), a une surface terrière moyenne plus faible ($26,37 \pm 4,48$ m²/ha) que celle de la forêt de terre ferme de type 1, ce qui suggère un **appauvrissement en arbre de gros diamètre**. La faible représentativité de l'Okoumé observée dans ce type forestier indique que celui-ci correspond, tout comme FT1, à de la **forêt dense de terre ferme ayant été intensément exploitée** dans le passé notamment.

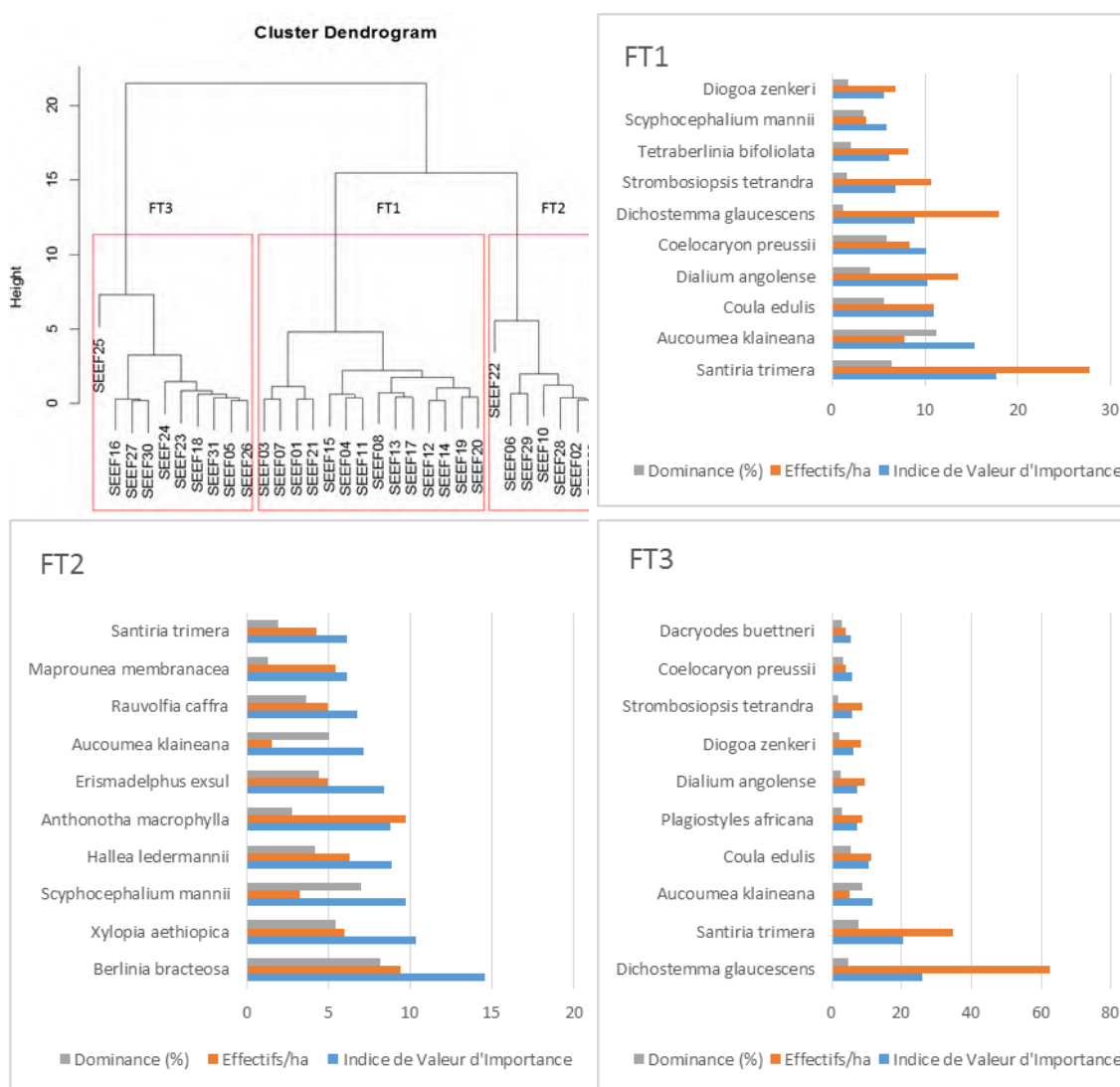


Figure 116 : Composition floristique des principaux types forestiers identifiés dans la zone d'étude basée sur les analyses multivariées des relevés botaniques de 31 parcelles de 1ha des forêts recouvrant la zone d'étude
Seules les 10 premières espèces ayant un Indice de Valeur d'Importance le plus élevé sont représentées

Tableau 36 : Pour chaque zone d'étude, les nombres de récoltes disponibles, de taxons collectés, d'espèces préliminairement évaluées comme CR? (en danger critique), EN? (en danger d'extinction) et VU? (vulnérable), et nombre total d'espèces préliminairement évaluées comme menacées, dont le nombre d'entre elles uniquement représentées dans la zone

	Empreinte du projet (Z1)	Zone d'étude restreinte (Z2)	Zone d'étude large (Z3)
Récoltes	676	8 359	10 650
Taxons	325	1 643	1 860
CR?	1	9	12
EN?	8	85	106
VU?	17	113	135
Total	26	207	253
Dont uniques à la zone	26	181	46

Les 26 espèces potentiellement menacées dont la présence est attestée sur le site sont présentées dans le Tableau B ci-dessous, reproduit dans le rapport.

Les cas de la seule espèce CR? et des 8 espèces EN? signalées sur l'empreinte du projet sont développés plus en détails dans le rapport. Parmi celles-ci, *Grewia drummondiana* et *Rhaphiostylis fusca* sont des espèces rares dont les sous-populations respectivement observées en 1896 et 1969 sur le site devraient être retrouvées et documentées. *Isomacrobium hallei*, *Begonia erectotricha*, et *Bridelia wilksii* sont relativement abondantes dans les Monts de Cristal, mais leur distribution est très limitée et devraient être recherchée en dehors du site. *Ledermanniella letestui* est une espèce aquatique de la famille des Podostemaceae dont le centre de diversité se trouve en Afrique centrale et qui est représenté par de nombreuses espèces à la distribution très limitée. Ces espèces représentent actuellement les enjeux connus les plus importants en terme de conservation pour la flore, et en particulier *Grewia drummondiana*, non documentée depuis 1896, et l'espèce aquatique *Ledermanniella letestui*, donc l'habitat très sélectif la rend à priori sensible à toute forme de perturbations de la qualité de son habitat, les petites rivières aux eaux claires.

Tableau 37 : Les 26 espèces identifiées par l'analyse préliminaire comme étant potentiellement menacées et présentes sur l'empreinte du projet. La catégorie UICN préliminaire est donnée pour chacune d'entre elle après vérification manuelle des résultats du « Rapid Red Listing ». Le nombre de locations sensu UICN est indiqué, ainsi que les pays où ces espèces sont trouvées

Famille	Espèce	UICN préliminaire	Nb de locations	Pays
Malvaceae	<i>Grewia drummondiana</i>	CR?	1	Gabon
Connaraceae	<i>Agelaea gabonensis</i>	EN?	5	Gabon
Begoniaceae	<i>Begonia erectotricha</i>	EN?	5	Gabon
Phyllanthaceae	<i>Bridelia wilksii</i>	EN?	3	Gabon
Fabaceae	<i>Isomacrobium hallei</i>	EN?	5	Gabon
Podostemaceae	<i>Ledermanniella letestui</i>	EN?	4	Gabon
Poaceae	<i>Microcalamus convallarioides</i>	EN?	5	Gabon
Icacinaceae	<i>Rhaphiostylis fusca</i>	EN?	5	Gabon, RDC, Côte d'Ivoire
Solanaceae	<i>Sirdavidia solanonna</i>	EN?	2	Gabon
Melastomataceae	<i>Amphiblemma setosum</i>	VU?	7-8	Gabon
Melastomataceae	<i>Amphiblemma soyauxii</i>	VU?	8	Gabon, Cameroun

Famille	Espèce	UICN préliminaire	Nb de locations	Pays
Gentianaceae	<i>Anthocleista laxiflora</i>	VU?	6	Gabon, Guinée Equatoriale, Congo
Begoniaceae	<i>Begonia heterochroma</i>	VU?	7-8	Gabon, Cameroun
Araceae	<i>Culcasia rotundifolia</i>	VU?	7	Gabon, Guinée Equatoriale
Cyperaceae	<i>Cyperus cataractarum</i>	VU?	7-8	Gabon, Cameroun, Nigeria
Rubiaceae	<i>Gaertnera gabonensis</i>	VU?	7	Gabon
Balsaminaceae	<i>Impatiens pseudomacroptera</i>	VU?	7	Gabon
Dryopteridaceae	<i>Lastreopsis davalliaeformis</i>	VU?	9-10	Gabon, Guinée Equatoriale, Cameroun, RDC
Podostemaceae	<i>Ledermanniella cristata</i>	VU?	9	Gabon, Cameroun, Congo-Brazzaville, République Centrafricaine, Angola
Cyperaceae	<i>Mapania secans</i>	VU?	9	Gabon, Cameroun
Sapotaceae	<i>Neolemonniera batesii</i>	VU?	8	Gabon, Guinée Equatoriale, Cameroun, Côte d'Ivoire
Rubiaceae	<i>Pavetta mayumbensis</i>	VU?	6-7	Gabon, Cameroun, Angola
Rubiaceae	<i>Pavetta stemonogyne</i>	VU?	9	Gabon, Cameroun
Orchidaceae	<i>Polystachya bipoda</i>	VU?	7	Gabon, Guinée Equatoriale, Cameroun
Rubiaceae	<i>Rutidea ferruginea</i>	VU?	7	Gabon, Guinée Equatoriale, Cameroun
Pteridaceae	<i>Vittaria schaeferi</i>	VU?	8	Gabon, Cameroun

5.3.3.2 Zones prospectées

Les cartes suivantes élaborées par le MBG permettent de localiser les zones prospectées pendant les 2 missions d'inventaire sur Ngoulmendjim.

5.3.3.3 Résultats généraux

La phase de terrain associée à cette étude s'est déroulée en deux missions. La première a eu lieu en novembre 2017, du 31 octobre au 9 novembre 2017, et a réuni E. Bidault, T. Stévant et deux étudiants, J. Farminhao et T. D'hajjère, ainsi que les botanistes de terrain E. Akouangou, et J. Kaparidi.

La deuxième mission était ciblée sur la récolte de Podostemaceae en petite saison sèche (du 19 au 26 février 2018). Elle a été menée par A. Boupoya et J. Kaparidi. Lors de cette mission, d'autres familles de plantes ont aussi été collectées.

Durant ces phases de terrain, au total, 366 collections ont été faites, en herbiers et/ou en alcool (Tableau 38).

Tableau 38 : Récapitulatif du nombre de collections botaniques effectuées lors des différentes missions du projet

Mission	Boupoya	Bidault	D'Hajjère	Farminhão	Total cumulé
Novembre 2017		217	36	49	302
Février 2018	64				366

Ces herbiers ont été collectés en plusieurs exemplaires (jusqu'à 6 doubles), en fonction des possibilités sur le terrain, comme stipulé dans les standards du MBG.

Sur les 366 échantillons collectés, 266 ont pu être déterminés au rang spécifique, soit 73% des échantillons. Néanmoins, il faut noter que les 64 échantillons collectés par A. Boupoya en février 2018 n'ont pas encore pu être identifiés, à part certaines familles comme les Podostemaceae ou les Begoniaceae. De fait, sans prendre en compte ces récoltes, les échantillons collectés en automne 2017 ont été identifiés au niveau spécifique à 80%. Un taux d'identification de 100% est inatteignable, car malgré les efforts, il y a toujours des échantillons trop pauvres pour être identifiés avec certitude, et aussi certains appartenant à des groupes ou genres dont l'identification est impossible tant qu'une révision du genre ne sera pas entreprise (le genre *Beilschmiedia* est un exemple). Les déterminations atteignent en général rapidement les 50% des échantillons collectés, car de nombreuses espèces sont aisées à déterminer, ou bien les spécialistes sont facilement accessibles. Ensuite, faire évoluer le taux d'identification au-delà des 50% prend beaucoup plus de temps, car il s'agit des échantillons les plus difficiles. Au bout de quelques années, un taux de plus de 90% peut éventuellement être atteint.

simples ; cincinni à ± 6 fleurs à anthèse décalée, mais plusieurs cincinni pouvant fleurir en même temps. Fleurs 9-10 mm de diamètre, blanches sur pédicelle spiralé après floraison, aux tépales réfléchis lors de la floraison, refermés après floraison. Étamines 3, inégales, érigées, à filaments blancs, l'inférieure plus ferme. Fruits irrégulièrement en forme de petits piments, verts puis rouge vif (Figure 131).



Figure 131 : *Palisota plicata* sp. nov., spécimens Bidault *et al.* 3561 et 3514

Phénologie. D'après les spécimens récoltés, cette espèce a été collectée en fleurs et en fruits en novembre.

Distribution: Endémique du Gabon. Cette espèce est connue de 4 spécimens, dont trois dans les Monts de Cristal, et un dans la Ngounié. La première collecte a été effectuée en 1994 entre Etéké et Ouala dans la Ngounié par J. Wieringa (3112), mais ce n'est qu'avec les récoltes de Bidault *et al.* (3514, 3561 et 3576) en 2017 dans les Monts de Cristal que cette espèce a été identifiée comme nouvelle. Les trois récoltes ont été faites sur le site du futur barrage de Ngoulmendjim.

Habitat. Cette espèce a été trouvée dans les forêts de terre ferme matures ou secondaires anciennes, sur pente, ou en bord de rivière. Son amplitude altitudinale connue est de 130 à 750 m.

Statut de conservation. EN B1ab(i,ii,iii,iv,v)+B2ab(i,ii,iii,iv,v). Cette espèce est connue de 4 spécimens, dont 3 des Monts de Cristal et un dans la Ngounié (Figure 132). Nous estimons que les sous-populations correspondant à ces spécimens ne sont pas extirpées, étant donné leurs dates récentes de collecte (1994 et 2017). Considérant une résolution de 4 km² par cellule, l'AOO estimée est de 16 km², et l'EOO est de 3124 km², ce qui tombe sous la limite de la Catégorie « En Danger » selon le Critère B. Les 4 spécimens représentent 4 sous-populations. Bien que les trois sous-populations échantillonnées dans les Monts de Cristal soient très proches, elles représentent des *locations* différentes car elles sont caractérisées par des menaces différentes. L'une se situe à proximité directe du site de construction prévue du barrage de Ngoulmendjim, et sera fortement impactée par ce projet. La seconde se situe le long de la route de la SEEF menant du débarcadère au site du barrage, et est menacée par l'exploitation forestière en cours, et les travaux futurs liés au projet de barrage. La dernière sous-population des Monts de Cristal se situe hors de l'empreinte du barrage, mais sur la concession forestière de la SEEF, et est donc menacée par cette activité. Enfin, la sous-population de la Ngounié ne se situe pas dans une aire protégée, et est elle aussi menacée par l'exploitation forestière. Ces quatre sous-populations représentent donc 4 *locations* (sensu UICN). Ainsi, nous prévoyons un déclin futur de son AOO, EOO, nombre de sous-populations, population, et de la qualité de son habitat. Cette espèce est donc évaluée comme EN B1ab(i,ii,iii,iv,v)+B2ab(i,ii,iii,iv,v) selon les Catégories et Critères de la Liste Rouge de l'UICN.

Note: Cette espèce a été collectée pour la première fois en 1994 mais a été confondue avec une autre espèce du genre, *P. satabiei*. Le genre *Palisota* a été sous-étudié au Gabon, où se situe pourtant son centre de diversité, avec le Cameroun. Sa taxonomie difficile et les fleurs discrètes

du groupe des espèces rampantes expliquent que de nombreux taxons restent à découvrir, tant sur le terrain que dans les herbiers historiques, comme c'est le cas pour *P. plicata*. La rédaction du volume de la Flore du Gabon sur la famille des Commelinaceae est en cours, ainsi qu'un article décrivant cette espèce, parmi d'autres découvertes au Gabon et au Cameroun. *P. plicata* n'a pour l'instant pas été collecté en Guinée-Équatoriale, mais pourrait s'y trouver. Sa découverte récente dans la partie sud-est des Monts de Cristal, ainsi que sa présence dans la Ngounié et sa floraison discrète, indiquent qu'elle est probablement sous-récoltée, et que de nouvelles sous-populations pourraient être découvertes. Cette espèce devrait être recherchée ailleurs sur et autour de l'empreinte du barrage de Ngoulmendjim.

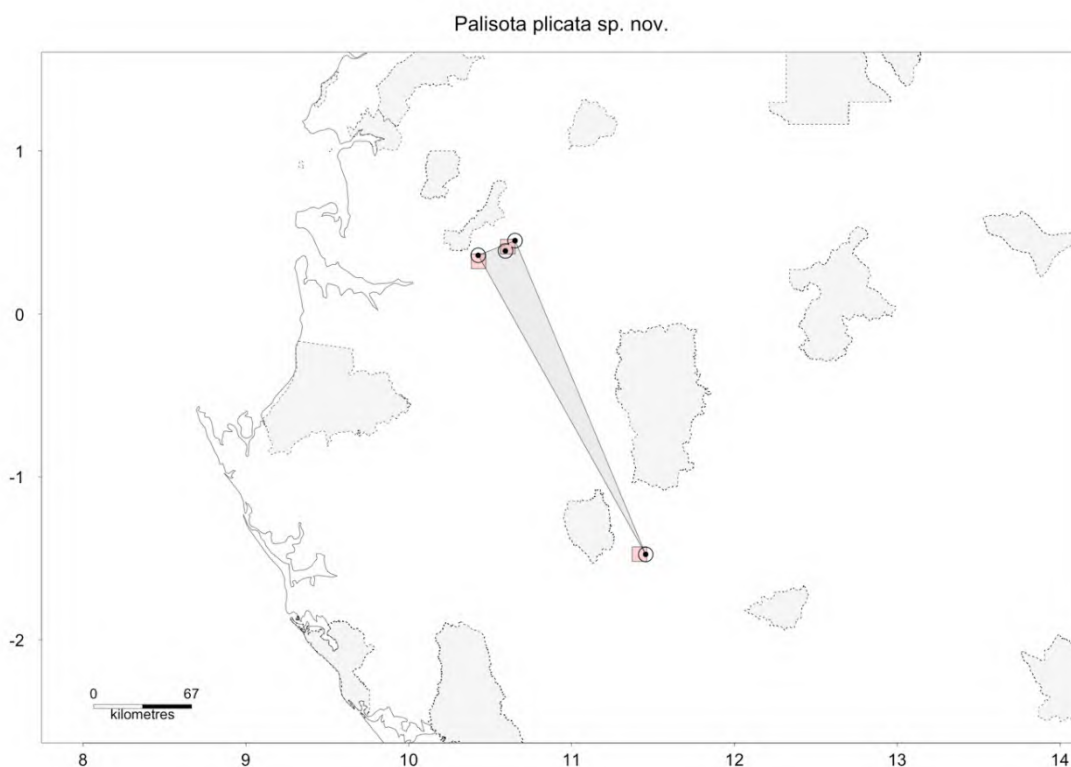


Figure 132 : Carte de localisation des 4 sous-populations connues de *Palisota plicata* sp. nov. ined

5.3.3.5.6 *Crossandrella cristalensis* Champ. & Senterre (Acanthaceae)

Plant Ecology and Evolution 143(2): 185–188. 2010.

Description. Herbacée suffrutescente non ramifiée d'environ 1.5 m de haut, formant des populations grégaires d'une dizaine d'individus. Tiges tachetées de mauve sur les nœuds et la partie inférieure des entre-nœuds. Feuilles glabres, elliptiques, 16-28.5 x 4.5-9.5 cm, atténuées à la base, acuminées à l'apex, 17-21 nervures latérales, proéminentes dessous. Pétiole de 3-11 cm de long, glabre, tacheté de mauve à la base. Inflorescence de 11-24 x 3 cm, aux fleurs étalées, à une paire de bractées stériles entre chaque paire de bractées fertiles. Bractées ovales-elliptiques, acuminées-mucronées. Corolle de 18 mm de long, jaune-vert pâle à la base, bleu foncé à mauve à la gorge, le labelle blanchâtre, bleu foncé mauve à la base, tube de 13 mm de long (Figure 133).



Figure 133 : *Crossandrella cristalensis*, spécimen Bidault et al. 3538

Phénologie. D'après les spécimens récoltés, des fleurs ont été collectées en Janvier, Juillet et Novembre. Les fruits de cette espèce n'ont pour l'instant jamais été collectés.

Distribution: Gabon, Guinée-Équatoriale (Rio Muni). Cette espèce est connue de seulement 5 spécimens, tous collectés entre les Monts de Cristal et Monte Alén. La première collecte a été effectuée en 1998 en Guinée-Équatoriale par Obama & Lejoly (686), au sud du Parc National de Monte Alén. Puis Senterre a effectué deux récoltes en 2002 et 2003, dans la partie nord-ouest du même parc. La première récolte gabonaise a été faite par D. Nguema (numéro 602), dans les Monts de Cristal, et la seconde par E. Bidault (numéro 3538) sur le site du futur barrage de Ngoulmendjim, sur la rive droite du Komo.

Habitat. Cette espèce a été trouvée dans les forêts denses matures, sur terre ferme, parfois à tendance submontagnarde. Son amplitude altitudinale connue est de 165 à 820 m.

Statut de conservation. EN B1ab(i,ii,iii,iv,v)+B2ab(i,ii,iii,iv,v). Cette espèce est connue de 5 spécimens, dont 3 spécimens dans et autour du Parc National de Monte Alén en Guinée-Équatoriale, et 2 spécimens dans les Monts de Cristal gabonais, à l'extérieur du Parc National. Nous estimons que les sous-populations correspondant à ces spécimens ne sont pas extirpées, étant donné leurs dates récentes de collecte (1998 et ultérieurement). Considérant une résolution de 4 km² par cellule, l'AOO estimée est de 20 km², et l'EOO est de 2142 km², ce qui tombe sous la limite de la Catégorie « En Danger » selon le Critère B. Les 5 spécimens représentent 4 sous-populations sensu UICN (Figure 134). Les deux spécimens collectés par Senterre dans le nord-ouest du PN de Monte Alén représentent une seule sous-population et une seule *location*. Les sous-populations situées à l'extérieur des Parcs Nationaux sont menacées par l'exploitation forestière en cours (en particulier à la SEEF – Monts de Cristal), et par le projet de barrage de Ngoulmendjim, en particulier à cause de la construction de routes (la sous-population de la SEEF se situe à proximité directe d'une route nouvellement ouverte). Les 4 sous-populations représentent dès lors 4 *locations*. La disparition de la sous-population de la SEEF entraînerait le déclin de son AOO, EOO, nombre de sous-populations, population, et de la qualité de son habitat. Cette espèce est donc évaluée comme EN B1ab(i,ii,iii,iv,v)+B2ab(i,ii,iii,iv,v) selon les Catégories et Critères de la Liste Rouge de l'UICN.

Note: Cette espèce, décrite en 2010, reste très peu connue, et représentée par un faible nombre d'échantillons. Elle fait partie d'un type phytogéographique restreint (endémique du nord-ouest du Gabon et Guinée-Équatoriale), représenté par d'autres espèces comme *Tetrorchidium gabonense* ou *Isomacrolobium hallei*, et qui attestent de la richesse spécifique et de la biodiversité unique de la région. Néanmoins, sa découverte récente dans les Monts de Cristal gabonais indique qu'elle pourrait être plus largement répandue dans les Monts de Cristal. Cette espèce devrait être recherchée ailleurs sur et autour de l'empreinte du barrage de Ngoulmendjim, car la découverte

de nouvelles sous-populations pourrait amener à réévaluer son statut vers une catégorie moins menacée.

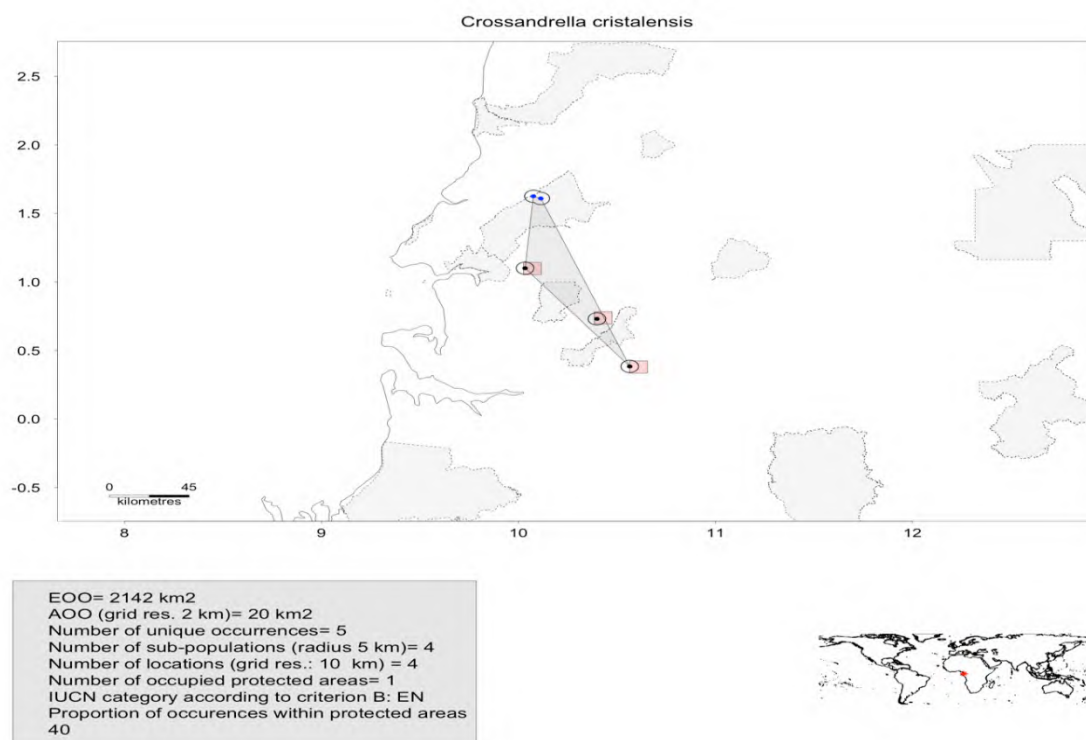


Figure 134 : Carte de localisation des 4 sous-populations connues de *Crossandrella cristalensis*

5.3.3.5.7 *Ledermanniella letestui* (Pellegr.) Cusset (Podostemaceae)

Adansonia, série 2, 14(2): 274. 1974.

Description. Herbacée rampante aquatique amarrée aux rochers. Tiges bien développées, longues jusqu'à 15 cm, à ramification dichotomique. Feuilles linéaires, en segments, ramification dichotomique, jusqu'à 5 cm de long. Spathelles sessiles, ellipsoïdes, irrégulièrement denticulées, d'environ 2 mm de diamètre. Pédicelle d'environ 4 mm de long, étamines 2, capsules d'environ 1,5 cm de long, 0,5 cm de diamètre (Figure 136). L'espèce se distingue de *L. schlechteri* par des spathelles sessiles et non longuement pédonculées.

Phénologie. Cette espèce a été trouvée en fleurs et en fruits en janvier, juin et juillet.

Distribution. Gabon, Guinée Equatoriale. Cette espèce a été récoltée pour la première fois par Le Testu (numéro 1347) dans le Mayombe Bayaka, en 1908, puis une nouvelle fois par Le Testu (6508) vers Mouila, en 1927. La première récolte dans les Monts de Cristal a été effectuée par N. Hallé & J.-F. Villiers (4635) en 1968, dans la Mbé. Une récolte récente a apparemment été effectuée par A. Rial & C. Lasso (en 1994) à Monte Alén. Bien que nous n'ayons pu vérifier l'identification de cette récolte, la présence de cette espèce en Guinée Équatoriale semble tout à fait plausible, eu égard à son écologie et son habitat.

Habitat. *Ledermanniella letestui* est une plante aquatique inféodée aux rivières rocheuses et rapides en forêt. Elle a été collectée sur des rivières d'au moins 10 m de large, à fort débit, mais n'a pas été collectée sur des rivières plus petites et à débit plus faible. Elle a été collectée entre 100 et 500 m d'altitude.

5.3.3.5.11 *Agelaea gabonensis* Jongkind (Connaraceae)

Bulletin du Jardin Botanique National de Belgique 61(1–2): 72. 1991.

Description. Grande liane ligneuse, aux rameaux vélutineux, feuilles composées à 5 folioles, pétiole et rachis vélutineux, brun-rouge à l'état jeune, pétiole jusqu'à 18 cm de long, rachis jusqu'à 8 cm de long, pétiolules jusqu'à 5 mm de long. Folioles papyracées, vélutineuses et violacées à vert-blanchâtre à l'état jeune, glabres à l'exception de la nervure principale à l'état mature, à 5-7 paires de nervures latérales imprimées dessus et proéminentes dessous, apex acuminé. Folioles latérales jusqu'à 26 x 8 cm, globalement asymétriques, la terminale jusqu'à 30 x 10 cm. Inflorescences ramifiées jusqu'à 30 cm de long, vélutineuses. Fleurs à sépales jusqu'à 5.5 x 2 mm, pétales de 4.5 x 2 mm, filaments de 1.5 x 3 mm, style de 4.5 mm de long (Figure 143).



Figure 143 : Dessin original d'*Agelaea gabonensis*, paru du Jongkind (1991)

Phénologie. D'après les spécimens récoltés, des fleurs fanées ont été collectées en Novembre, et des fruits ont été observés en Novembre et en Janvier.

Distribution: Endémique du Gabon. Cette espèce est connue de 11 spécimens, dont 7 ont été collectés dans la zone de Rabi entre 1989 et 2007. Un spécimen est connu de la Ngounié (route Lébamba – Yéno, Wieringa 3159, collecté en 1994) et un de la Nyanga (route de Tchibanga vers le Mayombe, Wieringa 1418, collecté en 1992). Enfin, cette espèce est connue de deux spécimens collectés dans les Monts de Cristal, un dans la vallée de la Mbé (Wieringa 7709, collecté en 2013) et un au nord de Tchimbélé (Wieringa 976, collecté en 1990).

Habitat. Cette espèce a été trouvée dans les forêts matures, parfois secondaires, sur terre ferme, sur pente ou sur crête. Son amplitude altitudinale va de 40 à 600 m.

Statut de conservation. EN B2ab(i,ii,iii,iv,v). Cette espèce est connue de 11 spécimens, dont 7 spécimens collectés dans la région de Rabi, 2 dans les Monts de Cristal, 1 dans la Ngounié et 1

dans la Nyanga. Nous estimons que les sous-populations correspondant à ces spécimens ne sont pas extirpées, étant donné leurs dates récentes de collecte (1989 et après). L'EOO est de 38,248 km², ce qui tombe sous la limite de la Catégorie « Préoccupation Mineure » selon le Critère B. Considérant une résolution de 4 km² par cellule, l'AOO estimée est de 32 km², ce qui tombe sous la limite de la Catégorie « En Danger » selon le Critère B, cependant cette valeur paraît sous-estimée compte tenu de la distribution de l'espèce (espèce largement répandue au Gabon) et de la valeur de l'EOO. Une AOO de plus de 100 km² est plus probable. Les 11 spécimens représentent 5 sous-populations et 5 *locations* sensu UICN (Figure 144). La sous-population de Rabi, la plus importante en termes de nombre d'individus observés, est menacée par l'exploitation pétrolière, qui provoque un déclin continu de la qualité de son habitat. De plus, les sous-populations de la Nyanga, de la Ngounié et du nord de Tchimbélé ne sont pas situées dans des Parcs Nationaux et sont menacées par l'exploitation forestière. Basé sur le déclin de son AOO, EOO, du nombre de sous-populations, de sa population, et de la qualité de son habitat, cette espèce est donc évaluée selon les Catégories et Critères de la Liste Rouge de l'UICN comme EN B2ab(i,ii,iii,iv,v).

Note: Cette espèce, décrite en 1991, fait partie d'une section du genre *Agelaea* qui possède 5 folioles, dont elle est la seule représentante. Elle est ainsi reconnaissable sur le terrain, même à l'état stérile. Néanmoins, étant une grande liane ligneuse, elle semble sous-récoltée à l'échelle du Gabon. La présence de cette espèce dans la zone d'étude du projet de Ngoulmendjim est due à une récolte effectuée à Kingué. Ainsi, sa présence reste probable (mais non attestée) ailleurs dans les Monts de Cristal, et en particulier dans les contreforts, dont une partie se trouve sur l'empreinte du projet de Ngoulmendjim (cours aval du Komo, future ligne électrique). Néanmoins, elle est pour l'instant considérée comme faiblement menacée par ce projet.

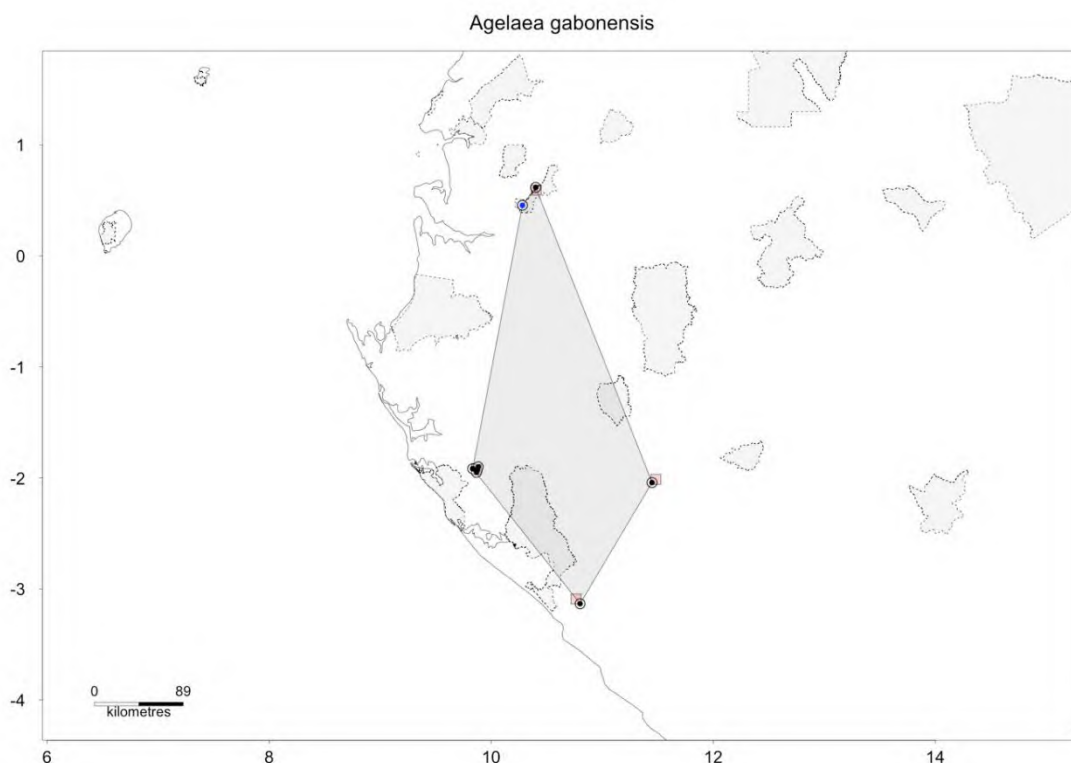


Figure 144 : Carte de distribution des 5 sous-populations connues d'*Agelaea gabonensis*

5.3.3.5.12 *Bridelia wilksii* Breteler (Phyllanthaceae)

Adansonia, série 3, 33(2): 234. 2011.

Description. Arbre jusqu'à 25 m de hauteur, à rameaux souvent épineux et à ramilles glabres ou éparsément pubescentes. Feuille glabre ou éparsément pubescente à limbe obovale-elliptique à sommet plus ou moins brusquement acuminé. L'inflorescence possède des bractées avec quelques

poils apicaux. La fleur mâle n'est pas connue et la fleur femelle à un pédicelle glabre et des sépales de 1 à 1.5 mm de longueur. Le fruit immature est ellipsoïde et glabre (Figure 145).

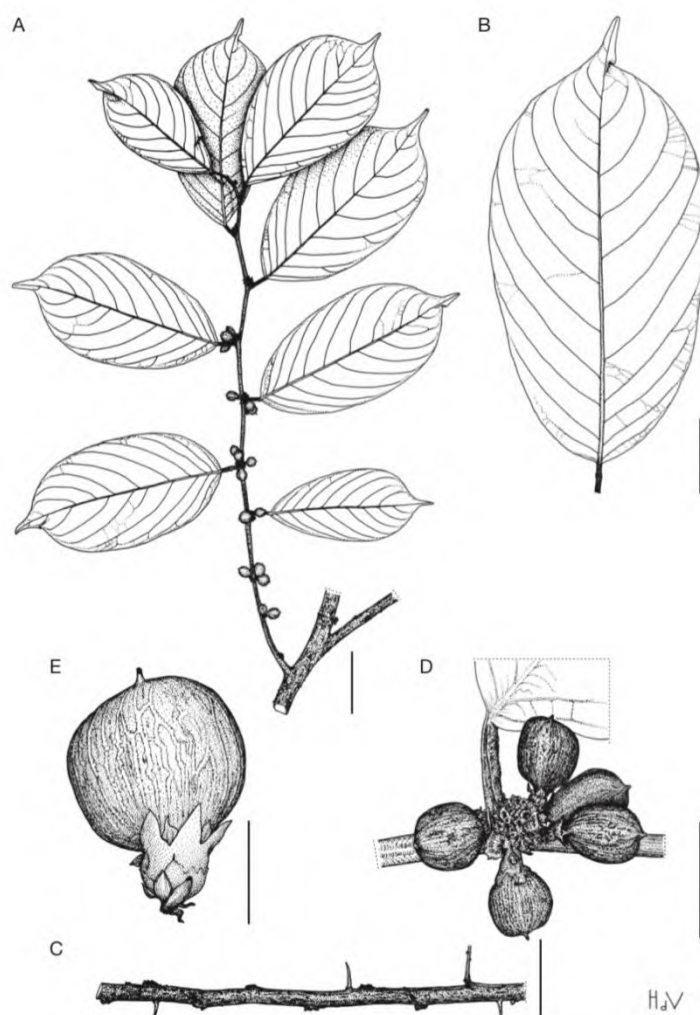


Figure 145 : Dessin original de *Bridelia wilksii*, paru du Breteler (2011)

Phénologie. Cette espèce a été récoltée avec des fruits immatures en Mars et n'a jamais été vue en fleurs.

Distribution. Endémique du Gabon. L'espèce est connue de cinq spécimens. Elle a d'abord été collectée à deux reprises en 2001 (Tabak & Feijen 2 & 5) aux alentours de Tchimbélé dans les Monts de Cristal, puis par Sosef (numéro 2588) à l'est du Parc National de Waka. Maas (numéro 9974) l'a à nouveau collectée aux alentours de Tchimbélé en 2011. Enfin, Wieringa (7682) l'a collecté en 2013 dans la vallée de la Mbé.

Habitat. L'espèce se retrouve dans les forêts secondaires de terre ferme et forêts de bord de cours d'eau entre 90 et 525 m.

Statut de conservation. EN B1ab(iii)+B2ab(iii). Basé sur une maille de 2 km x 2 km, l'AOO de cette espèce est estimée à 16 km², et l'EEO est de 2056 km², ces deux valeurs tombent sous la limite de la Catégorie « En Danger » selon le Critère B. Cette espèce est connue de 5 spécimens, tous collectés dans les années 2000 et 2010, représentant 3 sous-populations dont nous estimons qu'elles ne sont pas extirpées, étant donné leurs dates de collecte récentes (Figure 146). La sous-population de la vallée de la Mbé est présente dans le Parc National des Monts de Cristal n'est pas menacée, car elle a été échantillonnée après la construction des deux barrages existants. De plus, aucune exploitation forestière n'a eu lieu récemment dans le Parc, et aucun déclin de la qualité de l'habitat n'est actuellement observé. Néanmoins, la sous-population située à l'est du Parc

National de Waka, de même que la sous-population des alentours de Tchimbélé ne sont pas incluses dans les Parcs, et sont menacées par l'exploitation forestière, qui provoque un déclin de la qualité de leur habitat. Les trois sous-populations représentent 3 *locations* (sensu UICN), cette espèce est donc évaluée comme EN B1ab(iii)+B2ab(iii) selon les Catégories et Critères de la Liste Rouge de l'UICN.

Note. Cette espèce récemment décrite n'est connue que de rares échantillons récents. Elle semble abondante dans les Monts de Cristal, où 4 des 5 échantillons connus ont été collectés, néanmoins sa période de floraison et de fructification semble très réduite, comme en atteste les échantillons stériles collectés, ainsi que les fleurs qui n'ont jamais été observées jusqu'à présents. Ainsi, cette espèce est probablement sous-collectée, car rarement rencontrée fertile. La présence de cette espèce dans la zone d'étude du projet de Ngoulmendjim est dûe à des collectes anciennes effectuées à Kinguélé. Néanmoins, sa présence autour de Kinguélé et Tchimbélé laisse supposer qu'elle est présente ailleurs dans les Monts de Cristal, et en particulier sur le reste de l'empreinte du barrage de Ngoulmendjim, où elle n'a jusqu'ici pas encore été collectée. Elle devrait être recherchée en priorité.



Figure 146 : Carte de distribution des 3 sous-populations connues de *Bridelia wilksii*

5.3.3.6 Les orchidaceae

Au total, 324 orchidées vivantes (individus) ont été collectées sur le terrain mises en culture à Libreville sous les numéros MBG3083 à MBG3411. Par ailleurs, 146 orchidées vivantes avaient déjà été récoltées dans la concession en 2011. Au total, l'ensemble de ces récoltes représentent 74 espèces (Tableau 41). Les données de distribution ont été encodées dans la base de données des orchidées d'Afrique centrale. La mise en culture de matériel vivant permet la collecte de spécimens d'herbiers fertiles pour identification. Les milieux les plus riches en épiphytes sont les forêts ripicoles et la zone du futur barrage.

En plus du *Liparis joannis-kornasii* (EN) présenté parmi les espèces menacées, on notera la présence d'une probable nouvelle espèce de *Cyrtorchis* (spécimen João Farminhão 18). Cette espèce, collectée à l'état fertile, fait actuellement l'objet de recherche taxonomique. S'il s'avérait qu'il s'agisse bien d'une nouvelle espèce, elle serait considérée comme CR.



Figure 147 : Une espèce potentiellement nouvelle de *Cyrtorchis* trouvée sur l'empreinte (JF 18)

Tableau 41 : Liste des orchidées collectées sur le terrain et mise en culture en ombrières à Libreville

SPECIES		Récolteur
1	Aerangis	Tania D'haijère, João Farminhão, Tariq Stévert & John Kaparedi
2	Ancistrohynchus capitatus (Lindl.) Summerh.	Tania D'haijère, João Farminhão, Tariq Stévert & John Kaparedi
3	Ancistrohynchus cf. capitatus	Tania D'haijère, João Farminhão, Tariq Stévert & John Kaparedi
4	Ancistrohynchus clandestinus (Lindl.) Schltr.	Tariq Stévert, Eric, Jean noel et Raoul
5	Ancistrohynchus metteniae (Kraenzl.) Summerh.	Tania D'haijère, João Farminhão, Tariq Stévert & John Kaparedi
6	Ancistrohynchus serratus Summerh.	Tania D'haijère, João Farminhão, Tariq Stévert & John Kaparedi
7	Angraecum aporoides Summerh.	Tariq Stévert, Eric, Jean noel et Raoul
8	Angraecum bancoense W.J.van der Burg	Tania D'haijère, João Farminhão, Tariq Stévert & John Kaparedi
9	Angraecum cf. distichum	Tariq Stévert, Eric, Jean noel et Raoul
10	Angraecum eichlerianum Kraenzl. var. eichlerianum	Tariq Stévert, Eric, Jean noel et Raoul
11	Angraecum gabonense Summerh.	Tania D'haijère, João Farminhão, Tariq Stévert & John Kaparedi
12	Bulbophyllum acutibracteatum cf.	Tania D'haijère, João Farminhão, Tariq Stévert & John Kaparedi
13	Bulbophyllum calyptratum cf.	Tania D'haijère, João Farminhão, Tariq Stévert & John Kaparedi
14	Bulbophyllum capituliflorum Rolfe	Tania D'haijère, João Farminhão, Tariq Stévert & John Kaparedi
15	Bulbophyllum carnosisepalum J.J.Verm.	Tania D'haijère, João Farminhão, Tariq Stévert & John Kaparedi
16	Bulbophyllum cf. renkinianum	Tania D'haijère, João Farminhão, Tariq Stévert & John Kaparedi
17	Bulbophyllum cochleatum Lindl. var. bequaertii (De Wild.) J.J.Verm.	Tania D'haijère, João Farminhão, Tariq Stévert & John Kaparedi
18	Bulbophyllum cochleatum Lindl. var. cochleatum	Tania D'haijère, João Farminhão, Tariq Stévert & John Kaparedi
19	Bulbophyllum comatum Lindl. var. comatum	Tania D'haijère, João Farminhão, Tariq Stévert & John Kaparedi
20	Bulbophyllum falcatum (Lindl.) Rchb.f. var. falcatum	Tania D'haijère, João Farminhão, Tariq Stévert & John Kaparedi
21	Bulbophyllum fayi J.J.Verm.	Tania D'haijère, João Farminhão, Tariq Stévert & John Kaparedi
22	Bulbophyllum imbricatum Lindl.	Tania D'haijère, João Farminhão, Tariq Stévert & John Kaparedi
23	Bulbophyllum intertextum Lindl.	Tania D'haijère, João Farminhão, Tariq Stévert & John Kaparedi
24	Bulbophyllum pumilum (Sw.) Lindl.	Tania D'haijère, João Farminhão, Tariq Stévert & John Kaparedi
25	Bulbophyllum resupinatum cf.	Tania D'haijère, João Farminhão, Tariq Stévert & John Kaparedi



Site barrage, piste arrivant au bord du Komo



Site barrage, piste axe rive droite et axe rive gauche de chaque côté du Komo, pour le futur barrage



Site usine, source de la petite Tsibilé sur le futur emplacement de l'usine



Violaineville



Piste nord, ancienne piste d'exploitation forestière menant au Komo



Piège lumineux scierie de Violaineville



Hilltop, piste menant au hilltop



Piste Violaineville Tsibilé



Hilltop

Figure 149 : Quelques stations d'échantillonnage de l'entomofaune

5.3.4.2 Conditions météorologiques et résultats généraux

La première mission d'inventaire s'est tenue en saison sèche (août / septembre). La météo pendant ces 13 jours effectifs de mission a été plutôt brumeuse et pluvieuse, seulement 2 jours d'ensoleillement. La région de Ngoulmendjim, et Violaineville en particulier, possède en effet un microclimat particulier pendant la saison sèche. Par rapport à cette météo, la densité de coléoptères et des lépidoptères a été moyenne :

- ◆ Dans l'ordre des Coleoptera et dans la sous famille des Cetoniinae, très peu d'espèces ont été capturées, le très faible ensoleillement n'ayant pas favorisé le bon fonctionnement des pièges à appât. Pour rappel, les cétoines sont des coléoptères diurnes avec un comportement héliophile.
- ◆ Dans la famille des Cerambycidae, l'inventaire a apporté plus de résultats. Les Cerambycidae sont moins perturbés par la météo et surtout un grand nombre d'entre eux sont actifs la nuit ce qui facilite leurs captures.
- ◆ Pour les Lépidoptères diurnes, la météo très peu ensoleillée de cette première mission n'a pas été propice au bon fonctionnement des pièges à appât pour les Nymphalidae. Les chasses de jour ont été assez limitées.
- ◆ Pour les Lépidoptères nocturnes, les Hétérocères sont beaucoup moins sensibles à la météo et les captures ont été satisfaisantes.

La météo pendant les 13 jours de la deuxième mission (février) a été ensoleillée et sèche, aucune journée de pluie. Cela a fortement contrasté avec la météo de la première mission. L'ouverture récente de pistes, par ailleurs, a favorisé l'accès aux différents sites d'échantillonnage (site de la future usine, bord du Komo) et elles ont été utilisées pour mettre en place le protocole. La densité des insectes de jour a été supérieure à la première mission :

- ◆ Dans l'ordre des Coleoptera et dans la sous famille des Cetoniinae, les pièges ont très bien fonctionné par rapport à la première mission, la météo étant propice pour l'échantillonnage.
- ◆ Dans la famille des Cerambycidae, l'ajout de piège malaise en deuxième mission dans des zones de bois coupés a permis de compléter l'inventaire.
- ◆ Dans l'ordre des lépidoptères, les pièges à Nymphalidae ont très bien fonctionné également grâce au temps sec et ensoleillé.
- ◆ Comme lors de la première mission les pièges lumineux ont été effectués sur le site du futur barrage, et, comme précisé précédemment, également le site de la future usine et un hilltop. Les captures ont été bonnes et les pièges lumineux ont donné de bons résultats.

Tableau 44 : Effort de collecte de l'entomofaune, par méthode de capture

Piège ou méthode de collecte	Abrév.	Effort de collecte cumulé	Conditions météo et influence sur les résultats
Collecte au filet et à vue + examen de troncs de jour et de nuit	VU	160 heures/homme	1 ère et 2 ème mission : favorable pour les coléoptères, mais beaucoup moins pour les rhopalocères
Piège à appât coléoptères (Coléo Bait Trap)	CBT	10 pièges pendant 2x13 jours	1 ère mission : résultat très moyen, 2 ème mission : très bon résultat
Piège à appât lépidoptères (Lépidobait Trap)	LBT	10 pièges pendant 2x13 jours	1 ère mission : résultat assez bon 2 ème mission : très bon résultat
Piège lumineux (Light Trap)	LT	8 nuits complètes	1 ère mission : bon résultat. 2 ème mission : bon résultat

5.3.4.3 Identifications et détails des collectes

Afin de permettre des analyses quantitative et qualitative les groupes suivants ont été analysés :

- ◆ Coléoptères : Cerambycidae et Cetoniinae : l'ensemble des spécimens observés chaque jour a été compté et enregistré.
- ◆ Lépidoptères diurnes : les Nymphalidae : l'ensemble des spécimens observés chaque jour a été compté et enregistré.
- ◆ Lépidoptères nocturnes : Sphingidae et Saturniidae : seules les nouvelles données pour l'inventaire ont été enregistrées pour chaque nuit.

Tableau 45 : Nombre de spécimens par groupes collectés à Ngoulmendjim

Famille	Méthode	VU	Malaise	CBT	LBT	LT	Total espèce
Cetoniidae				15	10	1	17
Cerambycidae		21	38	2	1	45	90
Nymphalidae		26			86		102
Sphingidae		1				45	46
Saturnidae						30	30
Total espèce							285

5.3.4.3.1 Coleoptera

Cet ordre est le plus diversifié des insectes avec plus de 400 000 espèces décrites à l'échelle mondiale (ANPN, 2016) et l'ordre le plus diversifié du monde vivant. Le terme coléoptère vient du grec ancien *κολεόπτερος*, qui signifie « ailes recouvertes d'un fourreau ». Les coléoptères sont des insectes ptérygotes holométaboles (à métamorphose complète, la larve diffère totalement de l'adulte et passe par un stade pré-imaginal immobile) dont les ailes antérieures sont entièrement durcies (élytres). Ils ne possèdent pas de pinces au bout de l'abdomen (contrairement aux dermaptères). Les ailes postérieures sont membraneuses et cachées sous les élytres au repos. Les pièces buccales sont de type broyeur. Parmi cet ordre les Cerambycidae et les Cetoniinae font partie des familles les plus diversifiées les mieux connues des entomologistes.



Cymothoe hyarbita (Hewitson), 1981 : espèce peu commune et localisée principalement dans les forêts primaires et matures (monts de Cristal, massif Du Chaillu, Ivindo)



Cymothoe harmilla (Hewitson), 1874 : espèce peu commune et très localisée, qui existe au Cameroun, en République Centrafricaine et aux 2 Congo.

Au Gabon elle est connue des localités de Mitzic, le Massif du Chaillu (Waka), le Parc National de la Lopé et le Parc National de l'Ivindo (station d'Ipassa)

Les espèces du genre *Neptis* sont des papillons peu communs de forêt, ils parcourent avec vivacité les bords de chemins ou les lisières ensoleillées. Parmi ce groupe, on peut noter la présence d'une espèce rare :



Neptis nicoletes Hewitson, 1874 : rare espèce forestière et première donnée pour la région des Monts de Cristal.

Existe en Afrique de l'Ouest, au Cameroun dans les 2 Congo, mais aussi en Angola, en Ouganda, dans l'ouest du Kenya et l'ouest de la Tanzanie.

Au Gabon *N. nicoletes* est connue à Nboumié, au sud de Ndjolé, dans le Massif du Chaillu (Waka) et au camp de la Nouma.

Dans le genre *Bebearia* on compte environ une 50^{aine} d'espèces au Gabon. Ce sont des papillons discrets de sous-bois forestier attirés par les appâts fermentés ou les fruits en décomposition. Leur diversité est plus grande dans les vieilles forêts préservées. La présente étude a permis de répertorier les espèces suivantes :



Bebearia ata Hecq, 1990 : espèce relativement rare de sous-bois forestier.



Bebearia maximiana (Staudinger), 1891 : espèce de sous-bois des forêts anciennes, rarissime et très peu connue. Espèce collectée au Gabon seulement dans les Monts de Cristal (Kingué et Tchimbélé). Elle existe également au Nigéria et ainsi qu'au Cameroun.



Bebearia staudingeri (Aurivillius), 1893 : espèce forestière particulièrement rare avec peu de localités connues.

Au Gabon, elle est recensée dans les Monts de Cristal (Tchimbélé), le Parc National de l'Ivindo (Langoué, Kongou), camp de la Nouma et Bakouaka.

A une échelle plus large, elle a été également répertoriée au Nigéria, au Cameroun, en République Centrafricaine et aux 2 Congo.

On peut ajouter aussi *Bebearia cinaethon* (Hewitson), 1847, espèce peu commune et signalée pour la première fois de la région des Monts de Cristal. Au Gabon, elle est signalée à Mboumié (au sud de Ndjolé), dans le Parc National de la Lopé (Mikongo), dans le Massif du Chaillu (Waka) et à Bakouaka. Dans les pays de la sous-région, elle est trouvée au Cameroun et aux 2 Congo.

La sous-famille des **Charaxinae** est bien diversifiée et compte un peu moins de 200 espèces afro-tropicales. Ce sont des papillons de grandes tailles et qui sont parmi les plus spectaculaires. Ils sont fortement attirés par les appâts fermentés ou les matières en décomposition.



Charaxes etheocles ochracea van Someren & Jackson, 1957 : sous espèce forestière rare et peu connue, bien représentée dans la région des Monts de Cristal.

Cette espèce ainsi que les 4 sous-espèces de ce genre sont inscrites sur la liste rouge de l'UICN en tant que préoccupation mineure (LC).



Charaxes acraeoides Druce, 1908 : espèce des grandes forêts denses et anciennes, connue des Monts de Cristal et du Massif Du Chaillu.

Discussion. Dans la sous famille des Satyrinae, qui sont des papillons de sous-bois forestier, plusieurs espèces fort intéressantes du genre *Bicyclus* ont été collectées, indicateur d'une belle diversité de ce groupe dans le secteur étudié.

Dans la sous famille des Limnitiinae, et notamment dans le genre *Cymothoe*, la plupart des espèces sont sensibles aux perturbations d'habitats et ne tolèrent pas de dégradations trop importantes de la forêt. Le maximum de diversité chez les Limnitiinae est observé dans les forêts mésophiles et ombrophiles intactes et anciennes. Ce sont également des espèces saisonnières et très localisées. Les captures intéressantes de *Cymothoe* et rares dans le genre *Bebearia* sont révélatrices d'un secteur forestier bien conservé.

Les Charaxinae sont bien présents sur la zone d'étude, et quelques espèces collectées indiquent la présence d'une forêt dense, ancienne et humide. Le nombre d'espèces de *Charaxes* capturées indiquent également qu'il reste encore à faire par rapport aux potentialités de la zone, plusieurs espèces rares, connues du secteur, n'ont pas été collectées pendant les 2 missions. D'autres raretés pourraient s'ajouter, car la région des Monts de Cristal est connue pour abriter un grand nombre d'espèces de ce groupe. Cela demanderait un effort d'échantillonnage supplémentaire, surtout à proximité du « Hilltop » qui se trouve entre le site du futur barrage et celui de l'usine.

LEPIDOPTERES NOCTURNES

SPHINGIDAE

Présentation. Ce sont des papillons généralement de grande taille au corps robuste, au vol puissant et capables de voler sur des grandes distances. De nombreuses espèces ont une distribution relativement large et beaucoup sont migratrices.

Au Gabon on compte 119 espèces de Sphingidae. Durant les 8 nuits de pièges lumineux, 46 espèces ont été collectées. Ce résultat correspond à un peu plus d'un tiers des espèces recensées à l'échelle nationale.

Les deux missions d'inventaires ont été favorables pour l'échantillonnage des Sphingidae. Les Hétérocères, quant à eux, sont moins sensibles à la météorologie, toutefois certains cortèges d'espèces sont plus affiliés aux saisons sèches ou des pluies.

Données intéressantes.



Phylloxiphia formosa (Schultze, 1914) :
espèce rarement collectée.

Elle est connue du Cameroun, de la République Centrafricaine, des 2 Congo, du Nigéria, de la Sierra Leone, et de l'Ouganda.

Le genre *Temnora* est particulièrement bien représenté lors de cet inventaire, on peut citer ici les espèces intéressantes et rares qui ont été collectées, à savoir : *Temnora camerounensis*, *T. curtula*, *T. radiata* et *T. wollastoni* :



Temnora camerounensis (Clark, 1923)



Temnora curtula Rothschild & Jordan, 1908



Temnora radiata (Karch, 1893)



Figure 220 : Bien qu'elle soit aquatique, *Grayia caesar* est caractérisée par une queue beaucoup plus longue que celle des autres espèces du genre (photo E. POIRIER)

- *Hapsidophrys smaragdinus* (Schlegel, 1837) (N30) : la couleuvre émeraude est fréquente dans tout le pays (Figure 221). Elle se nourrit principalement de petits amphibiens et de lézards. Bien qu'elle soit totalement inoffensive, elle est souvent confondue avec le mamba vert, beaucoup plus grand et nettement moins vert.



Figure 221 : Très agile, ce jeune *Hapsidophrys smaragdinus* a fui avant qu'il ne puisse être capturé

5.3.5.2.11 Famille des Elapidae Boie, 1827

- *Dendroaspis jamesoni* (Traill, 1843) (N45) : cette espèce correspond au mamba vert, dont le venin neurotoxique est très dangereux pour l'homme (Figure 222) ; elle a été observée traversant la piste puis fuyant prestement dans la végétation environnante.



Figure 222 : *Dendroaspis jamesoni* est une espèce arboricole de grande taille, qui fuit à une vitesse déconcertante quand on l'approche

- *Naja melanoleuca* Hallowell, 1857 (N18, N43, N47) : deux cobras de forêt qui traversaient la piste ont été capturés, dont un de plus de 2 m (Figure 223) ; cette espèce au venin très dangereux est abondante dans toute la zone d'étude.



Figure 223 : *Naja melanoleuca* est un grand serpent qui peut dépasser 3 m de long ; bien que son venin soit redoutable, les morsures sont rares car cet animal fuit quand il le peut, ou bien se dresse dans une posture d'intimidation caractéristique avant de mordre. Le motif dorsal du capuchon de *Naja melanoleuca* est très variable (ici un jeune capturé près de Violaineville)

5.3.5.2.12 Famille des Natricidae Bonaparte, 1840

- *Natriciteres fuliginoides* (Günther, 1858) (N13) : un nouveau-né de cette petite couleuvre semi-aquatique a été recensé près du camp de Violaineville (Figure 224) ; c'est une espèce totalement inoffensive pour l'homme.



Figure 224 : *Natriciteres fuliginoides* est un petit serpent forestier qui se nourrit de poissons et de petits amphibiens

5.3.5.2.13 Famille des Viperidae Oppell, 1811

- ***Bitis gabonica* (Duméril, Bibron & Duméril, 1854) (N43, N47)** : cette vipère atteint 1,8 m de long et possède les crochets venimeux les plus longs du monde (Figure 225) ; elle est heureusement peu agressive, mais son venin est très toxique.



Figure 225 : *Bitis gabonica* est d'un naturel calme et mord rarement, même si on la manipule ; cependant son venin peut provoquer des nécroses mortelles

- ***Bitis nasicornis* (Shaw, 1802) (N45)** : cette autre espèce peut atteindre également une taille imposante (Figure 226) ; son venin est du même type que celui de l'espèce précédente.



Figure 226 : *Bitis nasicornis* habite les bas-fonds humides de forêt

5.3.5.2.14 Espèces menacées selon l'UICN

Le crocodile à long museau (*Mecistops cataphractus*) est classé en danger critique d'extinction (CR A2acde+3cde+4acde) dans la *Liste Rouge* de l'UICN : en effet les effectifs des populations de cette espèce ont chuté de façon drastique au cours du XX^{ème} siècle, et le Gabon est le dernier pays

Tableau 51 : Nombre de captures de chaque espèce par caméra pendant la saison sèche (S) et pendant la saison des pluies (P)
(nf : non fonctionnelle ; C. : céphalophe)

Caméra	Saison	Nombre de captures																			
		Buffle	C. à dos jaune	C. à front noir	C. à ventre blanc	C. bai	C. bleu	C. de Peters	Chimp	Civ	Chev.	Ecu	Elé	Gén	Gor	Mand	Mang	panth	Porc-épic	Pota	Rat
1	S	16	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	11	1	1	0	0	0	0	1	0
	P	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf
2	S	0	1	0	0	3	12	7	0	0	0	2	0	0	2	0	3	0	8	0	10
	P	0	0	0	0	2	7	3	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	4	0	8
3	S	0	0	4	0	1	16	4	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0
	P	0	3	3	0	0	15	17	0	0	0	7	0	0	1	26	0	0	1	1	1
4	S	0	0	1	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0
	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	S	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0
	P	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf
6	S	1	0	0	0	1	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
	P	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf
7	S	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
8	S	0	0	0	0	0	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	P	0	3	0	0	4	6	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0
9	S	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf
	P	0	3	0	0	2	9	7	0	0	0	1	0	0	3	1	0	1	0	3	1
10	S	0	0	0	0	1	12	8	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	P	0	0	0	0	0	50	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	S	0	0	0	0	0	0	1	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	S	15	1	0	0	0	0	3	2	0	0	0	12	0	0	0	0	4	0	1	0
	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	1	0	0	0
13	S	0	1	0	0	6	10	23	1	0	0	1	0	0	0	2	0	2	8	0	0
	P	0	1	3	0	7	2	13	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
14	S	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf
	P	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf
15	S	0	0	0	0	0	4	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	P	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf
16	S	0	0	0	0	5	20	2	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	37	0	2
	P	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
17	S	0	0	0	21	5	8	1	3	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0
	P	0	3	0	1	10	31	26	1	0	0	0	2	0	0	0	2	1	6	0	0
18	S	0	0	0	0	3	3	9	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	P	0	0	0	0	6	27	13	3	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
19	S	0	1	0	0	12	4	17	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	8	0	0

	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	S	0	1	0	0	11	12	0	2	5	0	2	0	0	0	1	2	0	0	0	0
	P	0	0	0	0	1	2	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	S	0	1	0	0	2	17	9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	2
	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	S	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	S	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf
	P	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0
24	S	0	0	0	0	6	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0
	P	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf
25	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	S	0	1	0	0	2	31	20	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
	P	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf
28	S	0	0	0	0	1	7	0	1	0	0	0	0	0	4	0	0	1	5	1	1
	P	0	0	0	0	3	9	14	4	0	0	0	0	0	1	0	0	4	3	1	1
29	S	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	P	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	2	0	0	5	0	0	0	0	0
30	S	0	5	0	0	2	11	0	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	P	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf
32	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	P	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
33	S	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf
	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
34	S	0	0	0	0	0	2	1	0	0	3	1	7	0	0	5	0	0	1	26	0
	P	0	0	0	0	0	3	1	0	0	1	0	9	0	0	0	0	0	0	10	0
35	S	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	p	0	0	0	0	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

5.3.7.2.4 Comparaison de la diversité faunistique du site de prospection avec quelques aires protégées

Les forêts de Ngoulmendjim sont exceptionnellement riches en espèces de mammifères malgré la présence d'une société d'exploitation forestière. Elles abritent la majeure partie des mammifères typiques des forêts d'Afrique Centrale. On y rencontre l'éléphant, le buffle, le chevrotaïn aquatique, 6 espèces de céphalophe, le gorille, le chimpanzé, le mandrill, le colobe noir, la panthère et 5 espèces de rongeurs (Tableau 49). Cette diversité est similaire à celle des Parcs Nationaux des Monts de Cristal et de Waka (Tableau 52) dont les paysages sont similaires à Ngoulmendjim, et constitués de zones accidentées de plateaux et de chaînes de montagnes allant de 300 à 650 mètres d'altitude

Tableau 52 : Nombre d'espèces de mammifères terrestres (Primates, Carnivores, Artiodactyles, Proboscidiens et Rongeurs) dans la zone de prospection et 2 aires protégées du Gabon avec le même le relief

Ordre	Ngoulmendjim	Parc National Monts de Cristal*	Parc National de Waka*
Primate	6	8	8
Carnivora	5	6	5
Cetartiodactyles	10	9	9
Rodentia	5	5	5
Pholidota	0	2	2
Proboscidea	1	1	1
Total	27	30	29

* Christy *et al.* 2008

5.3.7.2.5 Espèces menacées selon l'IUCN

Parmi les 27 espèces de mammifères inventoriées sur Ngoulmendjim, deux espèces sont classées à la Liste Rouge de l'IUCN et de préoccupation mondiale pour la conservation. Il s'agit du gorille des plaines de l'ouest ou gorille des plaines occidentales (*Gorilla gorilla gorilla*) classé en danger critique d'extinction (CR) et du chimpanzé central ou tschego (*Pan troglodytes troglodytes*) classé en danger (EN) (Figure 252).

Les populations sympatriques¹⁸ de chimpanzés centraux et de gorilles des plaines occidentales se trouvent principalement au Gabon, au Cameroun et en République du Congo, mais leur présence s'étend aux pays voisins. Bien que les chimpanzés et les gorilles soient génétiquement apparentés et présentent des similitudes dans les caractéristiques morphologiques (Chivers et Hladik 1984), ils présentent des différences remarquables dans les caractéristiques écologiques et l'organisation sociale. Les chimpanzés ont des régimes hautement frugivores et forment des groupes flexibles (fission et fusion) basés sur un système d'accouplement de la promiscuité (Tutin 1979). Ils sont connus pour être très territoriaux pouvant engager des combats mortels avec leurs congénères d'un autre groupe. Les gorilles des plaines de l'Ouest sont des frugivores/folivores et comptent beaucoup sur les aliments végétatifs pendant les périodes de raréfaction des fruits (Rogers *et al.* 2004). Ils forment généralement des groupes cohésifs constitués d'un mâle dominant avec un dos argenté, plusieurs femelles et les juvéniles (Tutin 1996). Les rivières larges ainsi que les fleuves ont été suggérés comme facteur limitant le flux de gène aussi bien entre les populations de gorilles qu'entre les populations de chimpanzés (Montgelard *et al.* 2014). Les populations de ces espèces sont considérées comme en déclin et sont globalement concernées par les mêmes types de menaces à savoir le braconnage, les maladies et la dégradation / destruction de leurs habitats.

¹⁸ Se dit d'espèces voisines vivant dans une même aire géographique sans s'hybrider

De plus, on peut noter la présence de 6 espèces à haute valeur de conservation (HVC) qui ont été inventoriées dans la zone de prospection. Il s'agit notamment du mandrill, de la panthère, du buffle, du chevrotain aquatique, du potamochère et de l'éléphant (Figure 252). Parmi ces espèces, le mandrill est considéré comme vulnérable (VU) tout comme la panthère et l'éléphant. Le colobe noir également est inscrit comme espèce vulnérable (VU) à la Liste Rouge de l'UICN.

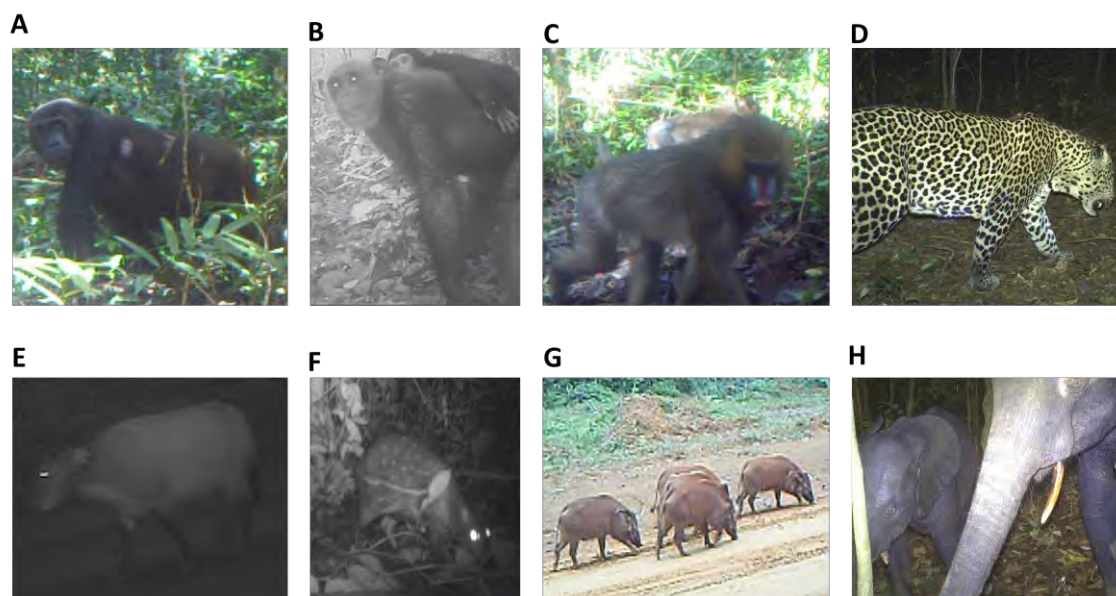


Figure 252 : Photos des 2 espèces en danger d'extinction (A : le gorille, B : le chimpanzé à haute) et des 6 espèces à haute valeur de conservation (C : le mandrill, D : la panthère, E : le buffle, F : le chevrotain aquatique, G : le potamochère et H : l'éléphant) inventoriées dans la zone de prospection

Les autres espèces sont classées comme quasi-menacées (NT) ou en préoccupation mineure (LC).

A noter, parmi ces dernières, la présence de la loutre à cou tacheté, listée comme quasi menacée (NT). Toutefois les connaissances sur son habitat sont limitées ainsi que sur la présence de l'espèce dans son aire de répartition, aire relativement grande en Afrique. L'espèce est limitée aux zones d'eau douce permanente, habitat souvent pollué et dégradé par l'homme, particulièrement en Afrique. Sa population est considérée comme en baisse. La zone d'étude de Ngoulmendjim offre à l'espèce un habitat de qualité non perturbé et sans compétition avec l'homme en ce qui concerne la ressource poissons, où ailleurs il est recensé des conflits homme / loutres en lien avec cette ressource (Reed-Smith *et al.*, 2015).

- Cheek, M., van der Burgt, X., Momoh, J., Lebbie, A., 2017. *Ledermanniella yiben* sp. nov. (Podostemaceae), Critically Endangered at the proposed Yiben Reservoir, Sierra Leone. *Kew Bulletin* 72. <https://doi.org/10.1007/s12225-017-9699-0>
- Cook, CDK & Rutishauser R., 2007. Podostemaceae. In: Kubitzki, K. (ed.), *The Families and Genera of Vascular Plants*. Berlin: Springer. Vol. 9: 304-344.
- Cusset, C., 1973. Contribution à l'étude des Podostemaceae III. Le genre *Stonesia*. *Adansonia*, série 2 13, 307–312.
- Cusset, C., 1978. Contribution à l'étude des Podostemaceae : 5. Le genre *Macropodiella* Engl. *Adansonia*, série 2 17, 293–303.
- Cusset, C., 1983. Contribution à l'étude des Podostemaceae : 7. *Ledermanniella* Engl. sous-genre *Phyllosoma* C. Cusset. *Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, 4e série, Section B, Adansonia* 5, 361–390.
- Cusset, C., 1984. Contribution à l'étude des Podostemaceae : 8. *Ledermanniella* Engl. sous-genre *Ledermanniella*. *Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, 4e série, Section B, Adansonia* 6, 249–278.
- Ghogue J. P., Imaichi R., Kita Y. & Porembski S., 2010. River ecology and distribution of Podostemaceae in Cameroon. In Xander Van der Burgt, L.J.G. Van der Maesen & Jean Michel Onana (Eds.). *Systematic of African Plants*. Kew Publishing. P597-604.
- Ghogue J.-P., 2011. The status and distribution of freshwater plants in Central Africa. In Brooks E.G.E., Allen D.J. and Darwall W.R.T. *The status and distribution of freshwater biodiversity in Central Africa*. Redlist. 92 – 109.
- Ghogue, J.-P., Huber, K.A., Rutishauser, R., 2013a. *Djinga cheekii* sp. nov. (Podostemaceae) from Cameroon. *Nordic Journal of Botany* 31, 458–463. <https://doi.org/10.1111/j.1756-1051.2012.00081.x>
- Ghogue, J.-P., Rutishauser, R., Moma, C., Nguetsop, V.-F., Noumssi, B., Fonkou, T., 2013b. Approche méthodologique pour une conservation urgente des Podostemaceae dans les barrages hydro-électriques du Cameroun. *Green Connexion, Yaoundé*.
- Ghogue, J.-P., 2018. Podostemaceae in Flore du Gabon, 51.
- Jongkind, C.C.H., 1991. *Novitates gabonenses (7) A New Section and a New Species in Agelaea Sol. ex Planchon (Connaraceae)*. *Bulletin du Jardin botanique national de Belgique / Bulletin van de National Plantentuin van België* 61, 71.
- Pannier, F., 1960. Physiological responses of Podostemaceae in their natural habitat. *Int. Revue Ges. Hydrobiol.* 45.3 : 347-354.
- Pfeifer, E., Grob, V., Thiv, M., Rutishauser, R., 2009. *Stonesia ghoguei*, Peculiar Morphology of a New Cameroonian Species (Podostemaceae, Podostemoideae). *Novon: A Journal for Botanical Nomenclature* 19, 102–116. <https://doi.org/10.3417/2007080>
- Taylor, G., 1953. Notes on Podostemaceae for the revision of the Flora of West Tropical Africa. *Bulletin of the British Museum (Natural History), Botany*. 1, 53–79.

Bibliographie relative à l'entomofaune

- ANPN, 2016. Biodiversité des parcs nationaux et réserves du Gabon. 2. Espèces, écosystèmes et populations. J.P. Vande weghe, M. Ducrocq, M. Lee, G.R. Vande weghe, O.S.G. Pauwels. 384 p.
- Bouyer T. 2017. Révision des *Plectogaster* Waterhouse, 1881 du « groupe jordanii » (*Cerambycidae*, *Cerambycinae*, *Plectogasterini*). *Entomologia Africana*, 22(2) : 21-42

- Carcasson R.H., 1976. Revised Catalogue of the African SpHINGIDAE (Lepidoptera) with description of the East African Species. E.W. Classey Ltd ; Farington England
- Carcasson R.H., 1995 : An Annotated Catalogue of the Papilionoidea and Hesperioidea of the Afrotropical Region - CSIRO Publications – Melbourne Australie.
- D’Abrera. B. L., 1980. Butterflies of the Afrotropical Region. Lansdowne Editions. Melbourne
- Darge Ph. , 1995. Saturnidae 1 Edité à Compte d’auteur, 21 Grande rue. F 21490 Clénay.
- Darge Ph. , 1995. Saturnidae 2 U.B.A.E.N.A. , 21 Grande rue. F 21490 Clénay.
- Pinhey E.C.G., 1979. Moths of Southern Africa. Editions A. Balkema. Rotterdam
- Przybylowicz L., 2009. Thyretini of Africa. Apollo Books .Stenstrup . Denmark
- Goodger D. & Watson A., 1987. The Afrotropical Tiger-Moths. – The Natural History Museum. Publied by Apollo Books Stenstrup, Denmark.
- Rigout J., & Allard, V., 1992. Cetoniiini 2. Les Coléoptères du Monde Vol. 12. Sciences Nat.
- Rougeot P.C., 1962. Les Lépidoptères de l’Afrique noire occidentale, Fasc 4 : Attacidés. Institut Français d’Afrique Noire. Dakar
- Touroult J. & Le Gall P. 2001. Les Cétoines du Sud-Bénin : étude comparative du peuplement de différents biotopes. Cetoniiimania, 1 (2), 29-39. ISSN 1376-5035
- Touroult J. & Delahaye N. 2007. Aperçu des cétoines de Zambie (Coleoptera, Scarabaeiodea, Cetoniiidae). Cetoniiimania, 3-4 : 87 - 95 .
- Van de Weghe Gaël, 2010 : Papillons du Gabon – Wildlife Conservation Society (WCS)- Libreville Gabon
- Watson A., 1965. A revision of the Ethiopian Drepanidae (Lepidoptera). Bulletin of the British Museum (National History). London.
- Setz A., 1943. Les Macrolépidoptères du Monde . Tome XIV. Macrolépidoptères de la Faune Ethiopienne. Traduction française ; Léon Polet Cabinet entomologique Le Moullet Paris.
- Zolotuhin V. & Prossorov A., 2010. A review of the genera of Genus *Opisthodonthis* Aurivillius, 1909 and *Stenophatna* Aurivillius, 1909 . ATALANTA, 41. Band. Heft ¾ Dezember 2010 . München.

Bibliographie relative à l’herpétofaune et aux killies

- Amiet J.-L., 2012 : *Les rainettes du Cameroun*. Amiet & La Nef éditions : 1-591.
- Auguste H.M. non daté : *Poissons du Gabon : « les beautés miniatures »*. Éditions Elf Gabon. Total Fina Elf : 64 pp.
- Bragança P.H.N., Amorim P.F. & Costa W.J.E.M., 2018 : Pantanodontidae (Teleostei, Cyprinodontiformes), the sister group to all other cyprinodontoid killifishes as inferred by molecular data. *Zoosystematics and Evolution*, 94(1): 137–145.
- Chippaux J.P., 2001 : *Les serpents d’Afrique occidentale et centrale*. Éditions de l’IRD. Faune et Flore tropicales, 35 : 278 pp.
- Chirio L., 2009 : Inventaire des reptiles de la région de la Réserve de Biosphère transfrontalière du W (Niger/Bénin/Burkina Faso : Afrique de l’Ouest) - *Bull. Soc. Herp. -Fr.*, 132 :13-41.
- Chirio L., 2012 : Inventaire des reptiles de la région de Sangarédi (Guinée : Afrique de l’Ouest) - *Bull. Soc. Herp. Fr.*, 144 : 67-100.
- Chirio L., 2013 : Inventaire des reptiles de la région de Kerouané à Yomou (Guinée : Afrique de l’Ouest) - *Bull. Soc. Herp. Fr.*, sous presse.

- Chirio L. & Ineich I., 2006 : Biogeography of the reptiles of the Central African Republic – *African Journal of Herpetology*, 55(1) : 23-59.
- Chirio L. & LeBreton M., 2007 : *Atlas des reptiles du Cameroun*. Publications Scientifiques du Muséum / IRD Editions, Collection « Patrimoines Naturels » 67 : 688 pp.
- Chirio L., Melki F., Dewynter M., Cordier J. & Frétey T., 2018 : *Premières données ichtyologiques (Poissons) sur le mont Koumouna-Bouali (Gabon)*. Les cahiers de la fondation Biotope, 17: 1-24.
- Dewynter M., Chirio L., Melki F., Cordier J. & Frétey T., 2017 : *Premières données herpétologiques (Amphibiens et Reptiles) sur le mont Koumouna-Bouali (Gabon)*. Les cahiers de la fondation Biotope, 11: 1- 42.
- Dowel S.A., Portik D.M., De Buffrénil V., Ineich I., Greenbaum E., Kolokotronis S.O. & Hekkala E.R., 2016 : *Molecular data from contemporary and historical collections reveal a complex story diversification in the Varanus (Polydaedalus) niloticus Species Group*. *Molecular Phylogeny and Evolution*, 94: 591- 604.
- Frétey T., Dewynter M. & Blanc C. P., 2011 : *Amphibiens d'Afrique centrale et d'Angola – Clé de détermination illustrée des amphibiens du Gabon et du Mbini*. Publications Scientifiques du Muséum, Biotopes Editions : 232 pp.
- Honda M., Ota H., Köhler G., Ineich I., Chirio L., Chen S.-Z. & Hikida T., 2003 : *Phylogeny of the Lizard Subfamily Lygosominae (Reptilia : Scincidae), with Special Reference to the Origin of the New World Taxa*. *Genes & Genetic Systems*, 78 : 71-80.
- Leaché A.D., Chong R.A., Papenfuss T.J., Wagner P., Böhme W., Schmitz A., Rödel M.-O., LeBreton M., Ineich I., Chirio L., Bauer A., Eniang E.A. & Baha El Din S., 2009 : *Phylogeny of the genus Agama based on mitochondrial DNA sequence data*. *Bonner zoologische Beiträge* 56 (4): 273-278.
- Leaché A.D., Grummer J.A., Miller M., Krishnan S., Fujita M.K., Böhme W., Schmitz A., LeBreton M., Ineich I., Chirio L., Ofori-Boateng C., Eniang E.A., Greenbaum E., Rödel M.-O. & Wagner P., 2017 : *Bayesian Inference of Species Diffusion in the West African Agama agama species group (Reptilia, Agamidae)*. *Systematics and Biodiversity*, sous presse.
- Mbega J.D. & Teugels G.G., 2003 : *Guide de détermination des poissons du bassin inférieur de l'Ogooué*. IRAFG : 165 pp.
- Pauwels O.S.G. & Vande weghe J.P., 2008 : *Reptiles du Gabon*. Smithsonian Institution: 272 pp.
- Pauwels O.S.G., Biyogo Bi Essono II T., Carlino P., Chirio L., Huijbregts B., Leuteritz T.E.J., Rousseaux D., Tobi E., Vigna C. & Van Neer W., 2017 : *Miscellanea Herpetologica Gabonica VII*. *Bulletin of the Chicago Herpetological Society* 52(1): 1-7.
- Rödel, M.-O., and O. S. G. Pauwels, 2003 : *A new Leptodactylodon species from Gabon (Amphibia: Anura: Astylosternidae)*. *Salamandra* 39: 139–148.
- Spawls S. & Branch B., 1995 : *The dangerous snakes of Africa*. London, Cassell Pub., 192 pp.
- Trape J.-F. & Mané Y., 2006 : *Guide des serpents d'Afrique occidentale - savane et désert*. I.R.D. Editions, 226 pp.
- Trape J.-F., Trape S. & Chirio L., 2012 : *Lézards, crocodiles et tortues d'Afrique occidentale et du Sahara*. I.R.D. Editions, 503 pp.
- Seegers D. L., 1997 : *Killifishes of the World. Old World Killis*. Verlag A.C.S. GmbH (1): 160 pp.
- Seegers D. L., 1997 : *Killifishes of the World. Old World Killis*. Verlag A.C.S. GmbH (2): 112 pp.
- Stiassny L.J.M., Teugels G.G. & Hopkins D.C., 2007 : *Poissons d'eaux douces et saumâtres de la basse Guinée, ouest de l'Afrique Centrale*, Vol. 1 & 2. Institut de recherche pour le développement (IRD) (Paris, France), Musée national d'histoire naturelle (MNHN) (Paris, France) & Musée Royal de l'Afrique Centrale (MRAC) (Tervuren, Belgium), 804 + 622 p.
- Wagner P., Leaché A. D. & Fujita M. K., 2014 : *Description of four new West African forest geckos of the Hemidactylus fasciatus Gray, 1842 complex, revealed by coalescent species delimitation*. *Bonn Zoological Bulletin* 63(1) : 1-14.

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR, DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE ET DE LA FORMATION DES CADRES

CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
ET TECHNOLOGIQUE

COMMISSARIAT GENERAL

COORDINATION SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

COMMISSION SCIENTIFIQUE SUR LES AUTORISATIONS
DE RECHERCHE



REPUBLIQUE GABONAISE
Union – Travail – Justice

N° AR0031/17/MESRSFC/CENAREST/CG/CST/CSAR

AUTORISATION DE RECHERCHES SUR LE TERRITOIRE DU GABON

---0---



Le Commissaire Général du Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique (CENAREST) autorise les personnes ressources de TERA **Gustave NGUEMA**, chef de mission, **Amélie MORIN** et **Romesse MINTOGO**, les consultants indépendants **Yves FERMON**, **Eddy POIRIER**, **Laurent CHIRIO**, **Thibault CAVELIER DE CUVERVILLE**, **Patrice CHRISTY**, les chercheurs **IRET Alfred NGOMANDA**, **Nestor ENGONE OBIANG** et **Etienne AKOMO OKOUE**, le chercheur **IRAF Blaise**, tous affiliés à l'IRET, A procéder à des activités de recherche dans les zones mentionnées ci-dessous.

<p>Date de début de mission : 05 juillet 2017 Date de fin de mission : 04 juillet 2018</p> <p>Justification : Etude de l'état initial du milieu naturel des sites de Ngoulmendjim (Province de l'Estuaire) et Dibwangui (Province de la Ngounié)</p>	<p>Zones de recherche : Ngoulmendjim (Estuaire), à Dibwangui (Ngounié)</p> <p>Activités autorisées : Prélèvements d'eau / Mesure de paramètres physiques / Prélèvement de spécimens et tissus de poissons, de macrofaune aquatique, de lépidoptères et coléoptères / Capture-relâcher des amphibiens et des reptiles (exportation des espèces à intérêt taxonomique) Observation d'oiseaux, de grande faune / Inventaire des espèces ligneuses</p>
---	--



Le cas échéant, le chef de mission se doit se référer à l'Institution Nationale affiliée qui doit veiller au respect des dispositions des lois relatives à la sortie du territoire national du matériel prélevé.

Recommandations

- 1- Le cas échéant, les échantillons prélevés sont la **PROPRIETE** de l'Etat gabonais. Le chef de mission s'engage à n'utiliser le matériel que dans le but exclusif décrit dans la demande d'autorisation de recherche. Toute autre utilisation que celle décrite dans la demande nécessiterait un consentement préalable du CENAREST.
- 2- L'autorisation de recherche est accordée pour une durée d'un (1) an renouvelable. Le renouvellement est soumis à un examen d'un rapport faisant état de l'avancement des travaux de recherche, fourni au CENAREST via le Secrétariat de la Commission Scientifique (csar_cenarest@yahoo.fr) dans le mois suivant la fin de mission sur le terrain.
- 3- Un rapport de mission détaillé, en français ou en anglais avec un résumé en français, doit être fourni au CENAREST via le Secrétariat de la Commission Scientifique (csar_cenarest@yahoo.fr) dans le mois suivant la fin de mission sur le terrain.
- 4- Une copie de tout document publié (articles, thèses, ouvrages, ...), réalisé à partir des données recueillies dans le cadre de cette mission, doit être communiquée au CENAREST.

Fait à Libreville, le **06 JUL. 2017**

Le Commissaire Général

FF Daniel Franck IDIATA

Annexe II : Feuille de route délivrée **par le Consortium**

MINISTÈRE DE L'EAU ET DE L'ÉNERGIE

 SECRETARIAT GÉNÉRAL

DIRECTION GÉNÉRALE DE L'ÉNERGIE NS
 N° 0057 / MLE/SG/DGE

REPUBLIQUE GABONAISE
 Union – Travail – Justice

FEUILLE DE ROUTE

Le Secrétaire Général du Ministère de l'Eau et de l'Énergie prescrit au personnel ci-dessous cité du Cabinet Terre Environnement Aménagement (TEREA), la mission de se rendre, conformément au planning arrêté, au site hydroélectrique de Ngoulmendjim (Province de l'Estuaire) dans le cadre de l'étude de l'état de référence du milieu naturel dudit site.

Il s'agit de :

- M. Romesse MINTOGO NGUEMA, Hydrologie ;
- M. Blaise MBOYE, Macrofaune benthique
- M. Yves FERMON, Ichtyofaune ;
- M. Nestor Laurier ENGONE OBIANG, Flore ;
- M. Tariq STEVART, Botanique ;
- M. Ehoarn BIDAULT, Botanique ;
- M. Gilles DAUBY, Botanique ;
- M. Eddy POIRIER, Entomofaune ;
- M. Laurent CHIRIO, Herpéthofaune ;
- M. Patrice CHRISTY, Avifaune ;
- M. Etienne-François AKOMO OKOUE, Écologie animale ;
- M. Thibaut CAVELIER DE CUVERVILLE, Aide terrain Herpéthofaune ;
- M. Patrick NKOGHE, Chauffeur logisticien ;
- M. Sylvestre AWOME, Technicien botaniste ;
- M. Gustave NGUEMA, Superviseur ;
- Mme. Amélie MORIN, Environnement / gestion de projet.

L'étude suscitée s'étalera sur la période du 19 juin 2017 au 19 juin 2018.

Les frais des séjours et de transport sont à la charge du Cabinet TEREА.

À cet effet, les autorités militaires et civiles des localités concernées, sont priées d'accorder aide et protection nécessaires en cas de besoin au personnel ci-dessus nommément cité du Cabinet TEREА.

Fait à Libreville, le

16 .06. 2017


 Raymond OKINDA
 SECRÉTAIRE

1 = mission 1 ; 2 = mission 2.

Le Komo

Espèces	Stations		K02			K04			K05	QD01			QD02			QD03	QK01			QK02	QK03			QK04	QK05	QK07			QK08
	1	2	1	2	1+2	1	2	1+2	2	1	2	1+2	1	2	1+2	1	1	2	1+2	1	1	2	1+2	1	1	1	2	1+2	1
Alestidae																													
<i>Aphyosemion camerounense</i>																		1	1			26	26						
<i>Aphyosemion cf. callipteron</i>										16	2	18	1		1														
<i>Aphyosemion herzogi</i>											23	23																	
<i>Aphyosemion mimbon</i>													1		1											11		11	
<i>Aplocheilichthys spilauchen</i>	3																												
<i>Atopochilus savorgnani</i>						1	5	6																					
<i>Awaous lateristriga</i>		1																											
<i>Brycinus kingsleyae</i>		65																											
<i>Brycinus macrolepidotus</i>	2	1																											
<i>Brycinus opisthotaenia</i>	1																												
<i>Bryconaethiops microstoma</i>	44	2																											
<i>Bryconalestes longipinnis</i>	67	153																											
<i>Channallabes longicaudatus</i>						1		1																					
<i>Chiloglanis camerounensis</i>							2	2																					
« <i>Chromidotilapia</i> » sp.																													

Espèces	Stations		K02			K04			K05	QD01			QD02			QD03	QK01			QK02	QK03			QK04	QK05	QK07			QK08
	1	2	1	2	1+2	1	2	1+2	2	1	2	1+2	1	2	1+2	1	1	2	1+2	1	1	2	1+2	1	1	1	2	1+2	1
<i>Chromidotilapia mrac</i>						1		1								2		2						5					
<i>Chrysichthys nigrodigitatus</i>	4	82																											
<i>Clarias buthupogon</i>						1		1			2	2	1		1						1	1							
<i>Clarias platycephalus</i>																													
Clupeidae	33																												
<i>Distichodus hypostomatus</i>	1		1	15	16	31	12	43					16	49	65														
<i>Doumea typica</i>																													
<i>Enteromius brichardi</i>	3	11																											
<i>Enteromius camptacanthus</i>				10	10	4	1	5	16	18	24	42	4	36	40	2	4	13	17	2	2	6	8		4	60	70	130	7
<i>Enteromius holotaenia</i>	2	15																											
<i>Enteromius jae</i>			2	57	59		1	1	26		5	5		11	11														
<i>Enteromius martorelli</i>	3		12	52	64	34	89	123	37		4	4	6	63	69														
<i>Enteromius spp.</i>														1	1														
<i>Epiplatys sexfasciatus</i>																													
<i>Hemichromis elongatus</i>																													
<i>Hepsetus lineatus</i>		3																											
<i>Ivindomyrus marchei</i>		1																											
<i>Labeo annectens</i>			1	2	3		19	19			5	5	1	21	22											4	4		

Espèces	Stations		K02			K04			K05	QD01			QD02			QD03	QK01			QK02	QK03			QK04	QK05	QK07			QK08
	1	2	1	2	1+2	1	2	1+2	2	1	2	1+2	1	2	1+2	1	1	2	1+2	1	1	2	1+2	1	1	1	2	1+2	1
<i>Labeobarbus batesii</i>	6		16	16	32	11	28	39	9		3	3		6	6														
<i>Labeobarbus caudovittatus</i>														1	1														
<i>Labeobarbus compinie</i>				3	3		1	1																					
<i>Labeobarbus malacanthus</i>	1		2	14	16	2	10	12					3	4	7														
<i>Labeobarbus micronema</i>													1		1														
<i>Labeobarbus progenys</i>				8	8	6	6	12	1				2	2	4			1	1										
<i>Labeobarbus spp.</i>	1						13	13						1	1														
<i>Marcusenius moorii</i>	11	2																											
<i>Mastacembelus marche</i>										1		1		2	2														
<i>Microctenopoma nanum</i>											3	3																	
<i>Microphis aculeatus</i>	1																												
<i>Neolebias cf. unifasciatus</i>									16		8	8		9	9														
<i>Notoglanidium macrostoma</i>																3		3		3		3			2				
<i>Odaxothrissa ansorgii</i>	114	22																											
<i>Opsaridium ubangiense</i>																													
<i>Oreochromis niloticus</i>						1		1		1		1		1	1														
<i>Parailia occidentalis</i>	47	15																											
<i>Paramormyrops gabonensis</i>																													

Les Tsibilé

Espèces	Stations	Cours d'eau larges						Petits cours d'eau																	
		K03			K06			QT02			QT03			QT04			QT06			QT07			QT08		
		Moy	Max	Min	Moy	Max	Min	Moy	Max	Min	Moy	Max	Min	Moy	Max	Min	Moy	Max	Min	Moy	Max	Min	Moy	Max	Min
Alestidae				19,0	19	19																			
<i>Aphyosemion cameronense</i>																									
<i>Aphyosemion cf. callipteron</i>				19,0	19	19																			
<i>Aphyosemion herzogi</i>																									
<i>Aphyosemion mimbon</i>																									
<i>Aplocheilichthys spilauchen</i>																									
<i>Atopochilus savorgnani</i>																									
<i>Awaous lateristriga</i>				117,0	117	117																			
<i>Brycinus kingsleyae</i>																									
<i>Brycinus macrolepidotus</i>				158,0	165	148																			
<i>Brycinus opisthotaenia</i>																									
<i>Bryconaethiops microstoma</i>				150,3	175	133																			
<i>Bryconalestes longipinnis</i>				77,5	173	24																			
<i>Channallabes longicaudatus</i>																									
<i>Chiloglanis cameronensis</i>																									
« <i>Chromidotilapia</i> » sp.	81,0	81	81																						
<i>Chromidotilapia mrac</i>	47,0	55	35							50,0	50	50													
<i>Chrysichthys nigrodigitatus</i>																									
<i>Clarias bathupogon</i>				162,0	162	162																			
<i>Clarias platycephalus</i>				182,0	182	182																			
<i>Distichodus hypostomatus</i>				99,0	134	34																			
<i>Doumea typica</i>	139,0	162	120																						
<i>Enteromius brichardi</i>																									
<i>Enteromius camptacanthus</i>							31,6	78	13	38,0	38	38	54,1	73	35							71,8	82	57	
<i>Enteromius holotaenia</i>																									
<i>Enteromius jae</i>																									
<i>Enteromius martorelli</i>				18,0	18	18																			
<i>Enteromius spp.</i>																									
<i>Epiplatys sexfasciatus</i>																						26,6	36	21	

Espèces	Stations	Cours d'eau larges						Petits cours d'eau																	
		K03			K06			QT02			QT03			QT04			QT06			QT07			QT08		
		Moy	Max	Min	Moy	Max	Min	Moy	Max	Min	Moy	Max	Min	Moy	Max	Min	Moy	Max	Min	Moy	Max	Min	Moy	Max	Min
<i>Hemichromis elongatus</i>				150,0	150	150																			
<i>Hepsetus lineatus</i>																									
<i>Ivindomyrus marchei</i>																									
<i>Labeo annectens</i>		143,6	225	58	188,6	250	97																		
<i>Labeobarbus batesii</i>		147,3	320	30	193,5	395	122	101,3	134	45															
<i>Labeobarbus caudovittatus</i>					55,7	66	46																		
<i>Labeobarbus compiniei</i>		160,5	243	78																					
<i>Labeobarbus malacanthus</i>		51,4	72	26				36,6	68	23															
<i>Labeobarbus micronema</i>																									
<i>Labeobarbus progenys</i>		202,0	202	202																					
<i>Labeobarbus spp.</i>		23,7	48	13	20,0	20	20																		
<i>Marcusenius moorii</i>																									
<i>Mastacembelus marchei</i>																									
<i>Microctenopoma nanum</i>																							34,4	53	23
<i>Microphis aculeatus</i>																									
<i>Neolebias cf. unifasciatus</i>																									
<i>Notoglanidium macrostoma</i>																									
<i>Odaxothrissa ansorgii</i>																									
<i>Opsaridium ubangiense</i>					59,7	80	33																		
<i>Oreochromis niloticus</i>																									
<i>Parailia occidentalis</i>																									
<i>Paramormyrops gabonensis</i>					125,0	138	112																		
<i>Paramormyrops kingsleyae</i>					82,0	82	82																		
<i>Paramormyrops spp.</i>																									
<i>Paramormyrops sphekodes</i>																									
<i>Parananochromis gabonicus</i>								32,0	36	28															
<i>Parauchenoglanis punctatus</i>																									
<i>Pareutropius debauwi</i>																									
<i>Pellonula leonensis</i>																									
<i>Pelmatolapia cabrae</i>																									

Espèces	Stations	Cours d'eau larges						Petits cours d'eau																	
		K03			K06			QT02			QT03			QT04			QT06			QT07			QT08		
		Moy	Max	Min	Moy	Max	Min	Moy	Max	Min	Moy	Max	Min	Moy	Max	Min	Moy	Max	Min	Moy	Max	Min	Moy	Max	Min
<i>Petrocephalus microphthalmus</i>																									
<i>Phenacogrammus aurantiacus</i>				30,0	45	20																			
<i>Phractura longicauda</i>										43,0	43	43													
<i>Phractura longicaudata</i>																				46,0	46	46			
<i>Plataplochilus</i> sp. « Komo »		24,1	35	13									32,0	32	32										
<i>Polydactylus quadrifilis</i>																									
<i>Pseudotolithus elongatus</i>																									
<i>Raiamas buchholzi</i>					63,4	115	6																		
<i>Schilbe grenfelli</i>																									
<i>Schilbe multitaeniatus</i>																									

Mormyridae	<i>Paramormyrops gabonensis</i> Taverne, Thys van den Audenaerde & Heymer, 1977
-------------------	---

	Longueur maximale connue : 19,9 cm LT
	© S. Lavoué

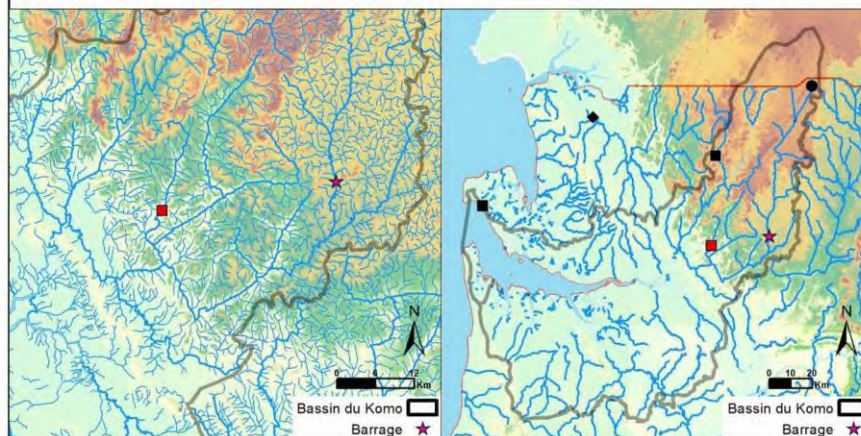
Statut UICN : Vulnérable (B2ab(iii))	VU	Statut : natif
---	-----------	-----------------------

Milieu : eaux douces

Habitat : démersal	Migration :
---------------------------	--------------------



Pêcheurie :	Aquaculture :	Aquarium :
--------------------	----------------------	-------------------

Distribution : connu de l'Ogôoué et des rivières côtières du Cameroun, du Gabon et de République du Congo. Il est connu de l'Ivindo (Gabon), du Ntem (nord-est du Gabon et sud du Cameroun), ainsi que du Woleu (Gabon). Absent du fleuve Ogôoué et du bassin du Congo. Il vit au fond des principales rivières de ces zones géographiques.



Occurrences :	Komo			Autres bassins
	Aval	Amont	Total	
Avant 2017	■ 2	● 1	3	◆ 35
TEREA	Komo	Tsibilé	Autres rivières	
Mission	●	■ 1		1
Killie	●	■	◆	

La faune ichtyologique – Ngoulmendjim-81

Mormyridae	<i>Paramormyrops hopkinsi</i> (Taverne & Thys van den Audenaerde, 1985)			
	Longueur maximale connue :			
	19 cm LT			
				© S. Lavoué
Statut UICN : Vulnérable (B2ab(iii))		VU	Statut : natif	
Milieu : eaux douces				
Habitat : benthopélagique			Migration :	
Pêcherie :		Aquaculture :		Aquarium :
<p>Distribution : connu de l'Ogôoué et des rivières côtières du Cameroun, du Gabon et de la République du Congo. Commun dans l'Ívindo au Gabon qui est la localité type. Aussi collecté dans le Ntem au Cameroun, quoiqu'il soit considéré comme plus rare.</p>				
Occurrences :	Komo			Autres bassins
Avant 2017	Aval	Amont		Total
	■ 1	●		1
				◆ 23

Mormyridae	<i>Paramormyrops kingsleyae</i> (Günther, 1896)
------------	---

	Longueur maximale connue : 16,5 cm LT
	© C. D. Hopkins

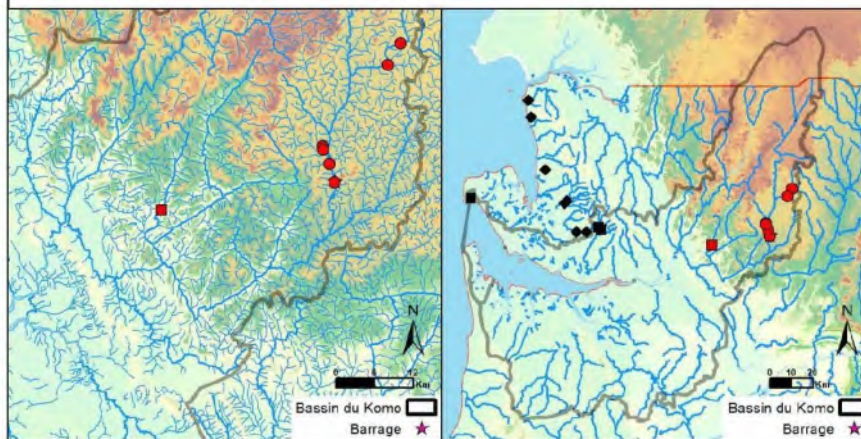
Statut UICN : données manquantes	DD	Statut : natif
----------------------------------	----	----------------

Milieu : eaux douces

Habitat : benthopélagique	Migration :
---------------------------	-------------

Pêcherie :	Aquaculture :	Aquarium :
------------	---------------	------------

Distribution : connu de l'Ogôoué et des rivières côtières du Cameroun, du Gabon et de République du Congo, avec une grande distribution à travers le bassin de l'Ogôoué, incluant l'Ivindo, le Woleu et la Nyanga, et les drainages côtiers du sud du Gabon.



Occurrences :	Komo			Autres bassins
	Aval	Amont	Total	
Avant 2017	3	0	3	114
TEREA	Komo	Tsibilé	Autres rivières	
Mission	6	1		7
Killie				

La faune ichthyologique – Ngoulmendjim-83

Mormyridae	<i>Paramormyrops longicaudatus</i> (Taveme, Thys van den Audenaerde, Heymer & Géry, 1977)
-------------------	---


	Longueur maximale connue : 29,0 cm LT
	© C. D. Hopkins

Statut UICN : Vulnérable (B2ab(iii))	VU	Statut : endémique du Gabon
---	-----------	------------------------------------

Milieu : eaux douces

Habitat : benthopélagique	Migration :
----------------------------------	--------------------

Pêcherie :	Aquaculture :	Aquarium :
-------------------	----------------------	-------------------

<p>Distribution : connu de l'Ogôoué et des rivières côtières du Cameroun, du Gabon et de République du Congo. Préfère les grandes rivières où il vit à proximité des zones de rapides.</p>	
---	---

Occurrences :	Komo			Autres bassins
	Aval	Amont	Total	
Avant 2017	■ 1	● 1	■ 2	◆ 17

Cyprinidae	<i>Enteromius martorelli</i> (Bleeker, 1863)
------------	--

	Longueur maximale connue : 12,2 cm LT
	© Y. Fermon

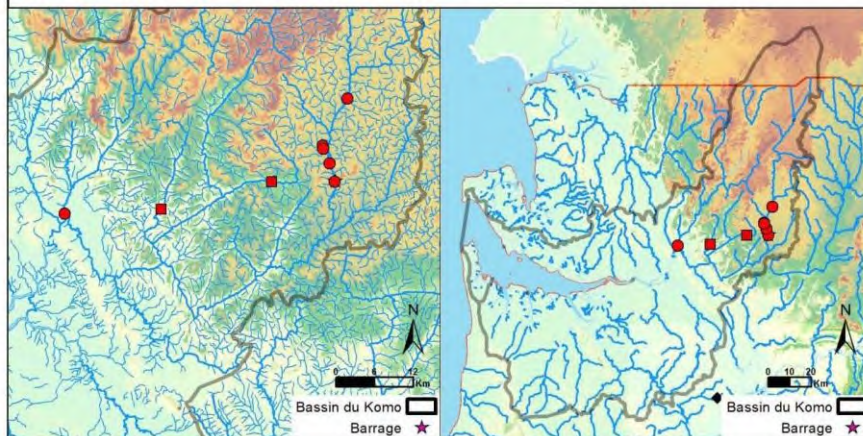
Statut UICN : préoccupation mineure	LC	Statut : natif
-------------------------------------	----	----------------

Milieu : eaux douces

Habitat : benthopélagique	Migration :
---------------------------	-------------

Pêcherie :	Aquaculture :	Aquarium :
------------	---------------	------------

Distribution : endémique de la basse Guinée, présent dans toute la région.



Occurrences :	Komo			Autres bassins
	Aval	Amont	Total	
Avant 2017	■	●		◆ 26
TEREA	Komo	Tsibilé	Autres rivières	
Mission	● 6	■ 2		8
Killie	●	■	◆	

La faune ichtyologique – Ngoulmendjim-93

Cyprinidae	<i>Labeo annectens</i> Boulenger, 1903
------------	--

	Longueur maximale connue : 48,5 cm LT
	© B. Sidauska

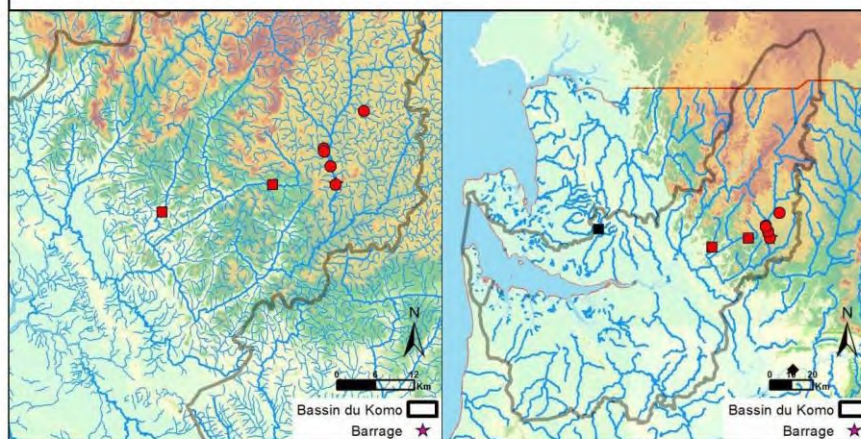
Statut UICN : préoccupation mineure	LC	Statut : natif
-------------------------------------	----	----------------

Milieu : eaux douces

Habitat : benthopélagique	Migration :
---------------------------	-------------

Pêcheurie :	Aquaculture :	Aquarium : commercial
-------------	---------------	-----------------------

Distribution : largement distribué dans tous les bassins de la région de basse Guinée. Présent dans le bassin du Congo.



Occurrences :	Komo			Total	Autres bassins
	Aval	Amont			
Avant 2017	■ 1	●		1	◆ 42
TEREA	Komo	Tsibilé	Autres rivières		
Mission	● 5	■ 2		7	
Killie	●	■	◆		

Cyprinidae	<i>Labeobarbus batesii</i> (Boulenger, 1903)
------------	--

	Longueur maximale connue : 43,5 cm LT
	© Y. Fermon

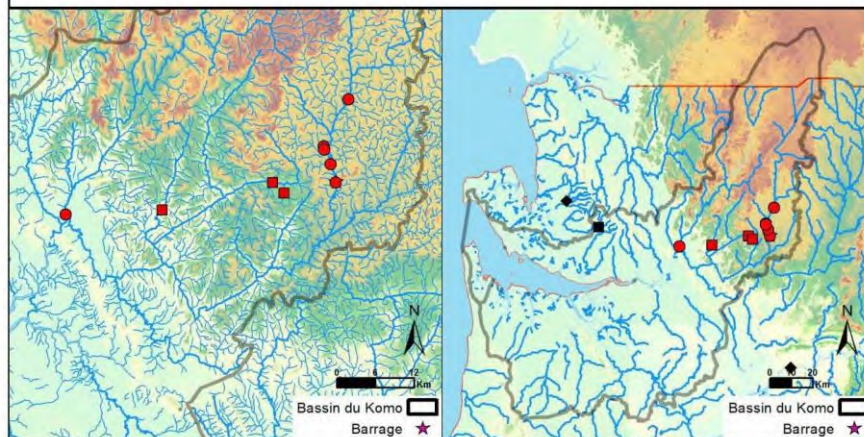
Statut UICN : préoccupation mineure	LC	Statut : natif
-------------------------------------	----	----------------

Milieu : eaux douces

Habitat : benthopélagique	Migration :
---------------------------	-------------

Pêcheurie :	Aquaculture :	Aquarium :
-------------	---------------	------------

Distribution : largement distribué dans toute la basse Guinée. Connu du bassin du Dja et du Tibesti (Tchad).



Occurrences :	Komo			Autres bassins
	Aval	Amont	Total	
Avant 2017	■ 1	●	1	◆ 17
TEREA	Komo	Tsibilé	Autres rivières	
Mission	● 6	■ 3		9
Killie	●	■	◆	

La faune ichthyologique – Ngoulmendjim-95

Cyprinidae	<i>Labeobarbus malacanthus</i> (Pappenheim, 1911)
------------	---

	Longueur maximale connue : 15,5 cm LT
	© Y. Femon

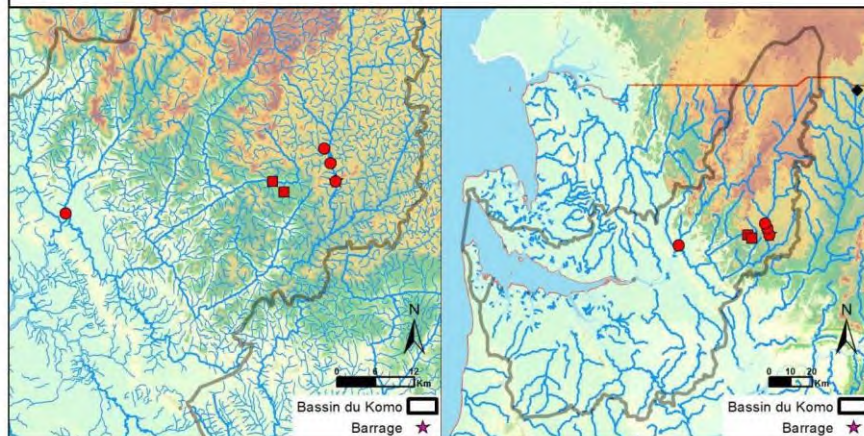
Statut UICN : préoccupation mineure	LC	Statut : natif
-------------------------------------	----	----------------

Milieu : eaux douces

Habitat : benthopélagique	Migration :
---------------------------	-------------

Pêcherie :	Aquaculture :	Aquarium :
------------	---------------	------------

Distribution : connu des rivières du Gabon et de la Guinée Équatoriale.



Occurrences :	Komo			Total	Autres bassins
	Aval	Amont			
Avant 2017	■	●			◆ 9
TEREA	Komo	Tsibilé	Autres rivières		
Mission	● 4	■ 2		6	
Killie	●	■	◆		

Cyprinidae	<i>Labeobarbus micronema</i> (Boulenger, 1904)
------------	--

	Longueur maximale connue : 34,0 cm LT
	© Y. Fermon

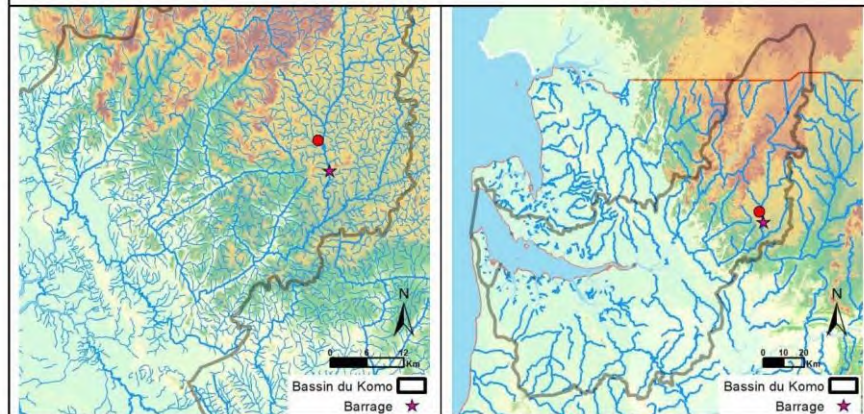
Statut UICN : préoccupation mineure	LC	Statut : natif
-------------------------------------	----	----------------

Milieu : eaux douces

Habitat : benthopélagique	Migration :
---------------------------	-------------

Pêcherie :	Aquaculture :	Aquarium :
------------	---------------	------------

Distribution : connu jusqu'à présent des rivières Sanaga, Nyong, Kribi et Ivindo (bassin de l'Ogôoué).



Occurrences :	Komo			Autres bassins
	Aval	Amont	Total	
Avant 2017	■	●		◆ 3
TEREA	Komo	Tsibilé	Autres rivières	
Mission	● 1	■		1
Killie	●	■	◆	

La faune ichtyologique – Ngoulmendjim-99

Cyprinidae	<i>Labeobarbus progenys</i> (Boulenger, 1903)
------------	---

	Longueur maximale connue : 180,0 cm LT
	© Y. Fermon

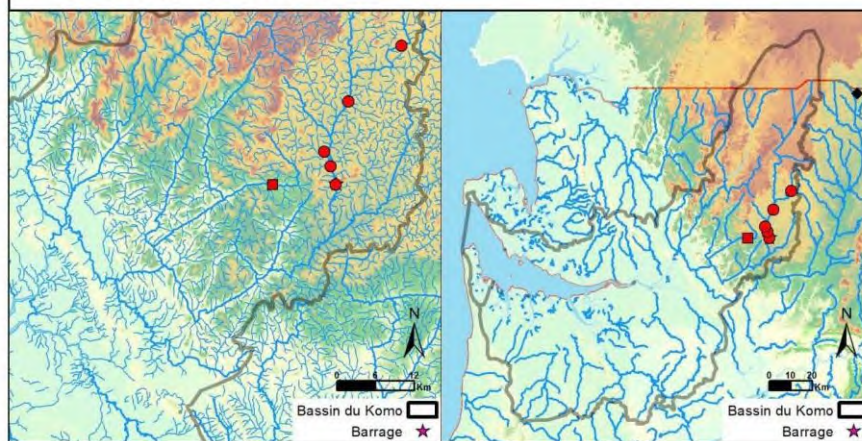
Statut UICN : préoccupation mineure	LC	Statut : natif
-------------------------------------	----	----------------

Milieu : eaux douces

Habitat : bentho-pélagique	Migration :
----------------------------	-------------

Pêcheurie : subsistance	Aquaculture :	Aquarium :
-------------------------	---------------	------------

Distribution : largement distribué dans toute la basse Guinée. Connu des rivières Dja (bassin du fleuve Congo) et du Dundo (Angola).



Occurrences :	Komo			Autres bassins
	Aval	Amont	Total	
Avant 2017	■	●		◆ 18
TEREA	Komo	Tsibilé	Autres rivières	
Mission	● 5	■ 1		6
Killie	●	■	◆	

Cyprinidae	<i>Raiamas buchholzi</i> (Peters, 1876)
------------	---

	Longueur maximale connue : 14,0 cm LT
	© B. Sidauska — BLS14-066

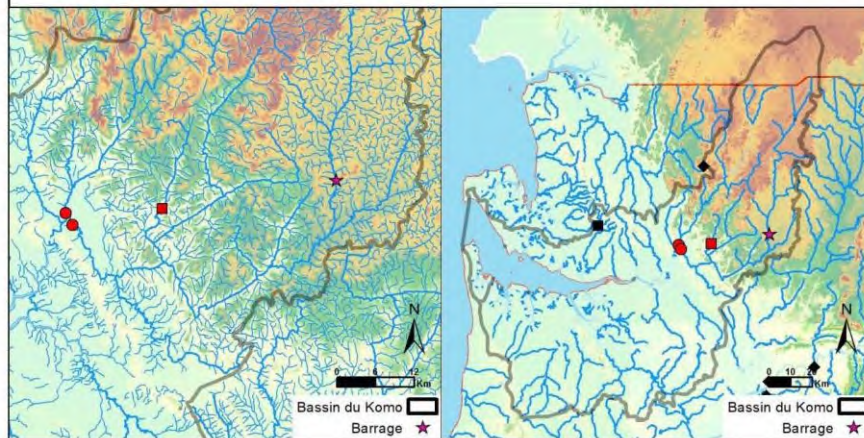
Statut UICN : préoccupation mineure	LC	Statut : natif
-------------------------------------	----	----------------

Milieu : eaux douces

Habitat : benthopélagique	Migration :
---------------------------	-------------

Pêcherie :	Aquaculture :	Aquarium :
------------	---------------	------------

Distribution : connu des bassins côtiers du Cameroun au Congo et de la rivière Oubangui (bassin du Congo).



Occurrences :	Komo			Total	Autres bassins
	Aval	Amont			
Avant 2017	■ 1	●		1	◆ 104
TEREA	Komo	Tsibilé	Autres rivières		
Mission	● 2	■ 1		3	
Killie	●	■	◆		

102 - La faune ichthyologique – Ngoulmendjim

• Characiformes

Alestidae	<i>Brachypetersius gabonensis</i> Poll, 1967
------------------	--

	Longueur maximale connue : 8,5 cm LT
	© Y. Fermon

Statut UICN : préoccupation mineure	LC	Statut : endémique du Gabon
--	----	------------------------------------

Milieu : eaux douces

Habitat : pélagique	Migration :
----------------------------	--------------------

Pêcherie :	Aquaculture :	Aquarium :
-------------------	----------------------	-------------------

<p>Distribution : retrouvé que dans l'Ogôoué et le Komo au Gabon.</p>	
--	--

Occurrences :	Komo			Autres bassins
	Aval	Amont	Total	
Avant 2017	■ 1	● 1	1	◆ 16

Alestidae	<i>Brycinus kingsleyae</i> (Günther, 1896)		
	Longueur maximale connue : 20,2 cm LS		
	© Y. Fermon		
Statut UICN : préoccupation mineure	LC	Statut : natif	
Milieu : eaux douces			
Habitat : pélagique		Migration :	
Pêcherie :	Aquaculture :	Aquarium :	
<p>Distribution : décrit de l'Ogôoué et retrouvé également dans certains bassins côtiers du sud du Cameroun (Sanaga, Nyong et Ntem), du Gabon (Ogôoué et Nyanga), du Congo (Loémé, Kouilou) et du Cabinda (Chiloango). Présent dans le bassin congolais, mais il est surtout signalé du bas cours et du haut cours des affluents (système Kasai, Oubangui-Uélé, tributaires de la Lualaba, système Luapula-Moéro).</p>			
			
Occurrences :	Komo		Autres bassins
Avant 2017	Aval	Amont	Total
	■ 2	●	2
			◆ 118

TEREA	Komo	Tsibilé	Autres rivières		
Mission	● 1	■		1	
Killie	●	■	◆		

La faune ichtyologique – Ngoulmendjim-105

Alestidae	<i>Brycinus macrolepidotus</i> Valenciennes, 1850
------------------	---

	Longueur maximale connue : 64,7 cm LT
	© Y. Fermon

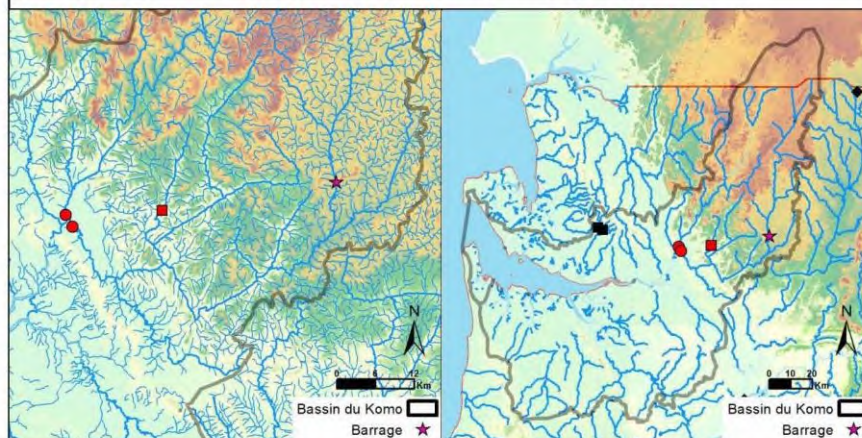
Statut UICN : préoccupation mineure	LC	Statut : natif
--	-----------	-----------------------

Milieu : eaux douces et saumâtres
--

Habitat : pélagique	Migration : potamodrome
----------------------------	--------------------------------

Pêcherie : commercial	Aquaculture :	Aquarium :
------------------------------	----------------------	-------------------

Distribution : présent dans presque toute l'Afrique intertropicale dont dans la Cross, le Mungo, le Wouri, la Sanaga, le Nyong, la Lokoundjé, la Kienké (Kribi), le Ntem, le Campo, le Mbini (Woleu, Benito), le Komo, l'Ogôoué, la Nyanga, le Kouilou et la Loémé.


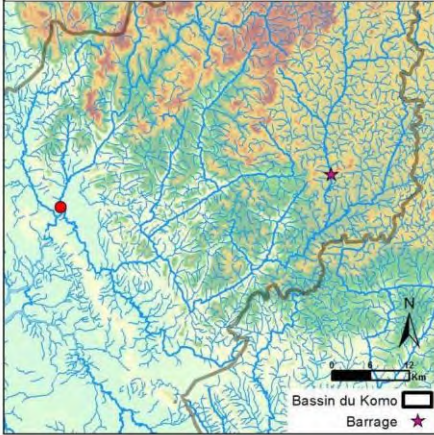



Occurrences :	Komo			Autres bassins
	Aval	Amont	Total	
Avant 2017	■ 2	●	2	◆ 44

106 - La faune ichtyologique – Ngoulmendjim

TEREA	Komo	Tsibilé	Autres rivières		
Mission	● 2	■ 1		3	
Killie	●	■	◆		

La faune ichtyologique – Ngoulmendjim-107

Alestidae		<i>Brycinus opisthotaenia</i> (Boulenger, 1903)		
	Longueur maximale connue :			
	15,6 cm LT			
Statut UICN : préoccupation mineure		LC	Statut : natif	
Milieu : eaux douces				
Habitat : pélagique		Migration :		
Pêcherie : commercial		Aquaculture :	Aquarium :	
<p>Distribution : décrite au sud du Cameroun de la Kribi (Kienké) et de la Mvile (bassin de la Lokoundjé), l'espèce se rencontre également dans la Sanaga, du Ntem (Cameroun), du Mbini (Woleu, Benito), de l'Ogôoué (Gabon) et du Kouilou (Congo). Il semble qu'elle n'ait jamais été signalée du Nyong et de la Nyanga. Elle est également fréquente dans le Dja (bassin congolais).</p>				
				
Occurrences :	Komo			Autres bassins
Avant 2017	Aval	Amont	Total	
	■ 1	● 1	1	◆ 36
TEREA	Komo	Tsibilé	Autres rivières	
Mission	● 1	■ 1	1	

Killie	●	■	◆	
Alestidae	<i>Bryconaethiops microstoma</i> Günther, 1873			

	Longueur maximale connue : 21,0 cm LT
	© Y. Fermon

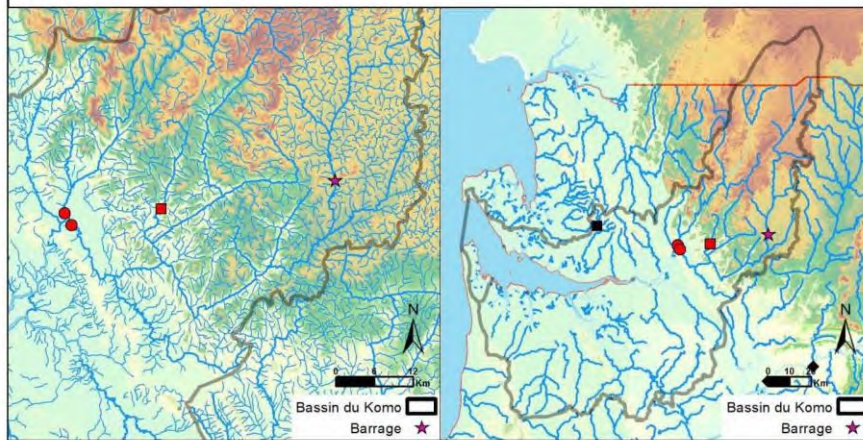
Statut UICN : préoccupation mineure	LC	Statut : natif
--	----	-----------------------

Milieu : eaux douces et saumâtres

Habitat : pélagique **Migration :** potamodrome

Pêcherie : **Aquaculture :** **Aquarium :**

Distribution : connu entre autres du Nyong, de la Lobé (Lobi, Lobo), du Ntem, de la lagune Nkomi, de l'Ogôoué et du Kouilou. Présent dans le lac Kivu et les sous-bassins du Congo moyen et inférieur.



Occurrences :	Komo			Autres bassins
Avant 2017	Aval	Amont	Total	

	■ 1	●		1	◆ 64
TEREA	Komo	Tsibilé	Autres rivières		
Mission	● 2	■ 1		3	
Killie	●	■	◆		

110 - La faune ichtyologique – Ngoulmendjim

Alestidae	<i>Bryconalestes longipinnis</i> (Günther, 1864)
------------------	--

	Longueur maximale connue : 16,4 cm LT
	© NEPID2015 — R. Palmer

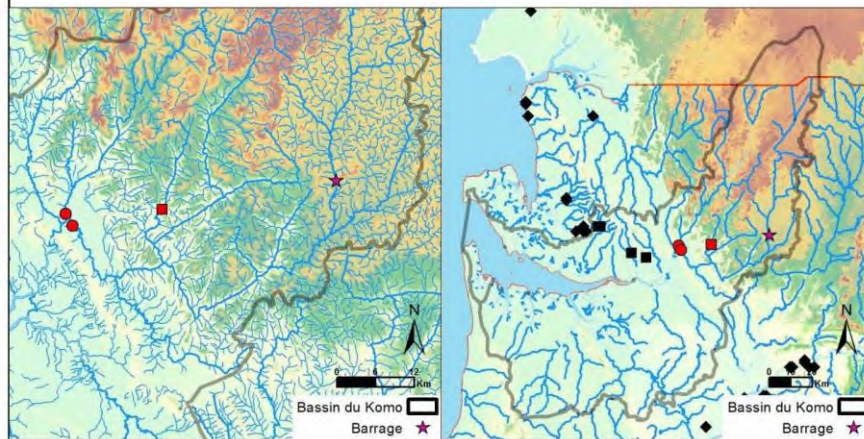
Statut UICN : préoccupation mineure	LC	Statut : natif
--	----	-----------------------

Milieu : eaux douces et saumâtres

Habitat : pélagique	Migration : potamodrome
----------------------------	--------------------------------

Pêcherie :	Aquaculture :	Aquarium : commercial
-------------------	----------------------	------------------------------

Distribution : répartie sur toute la frange atlantique africaine, depuis la Gambie jusqu'au Congo.



Occurrences :	Komo			Total	Autres bassins
	Aval	Amont			
Avant 2017	■ 4	●		4	◆ 141
TEREA	Komo	Tsibilé	Autres rivières		
Mission	● 2	■ 1		3	
Killie	●	■	◆		

La faune ichthyologique – Ngoulmendjim-111

Alestidae	<i>Phenacogrammus aurantiacus</i> (Pellegrin, 1930)
------------------	---

	Longueur maximale connue : 10,0 cm LT
	© Fishbase — P. et M. Hoffmann

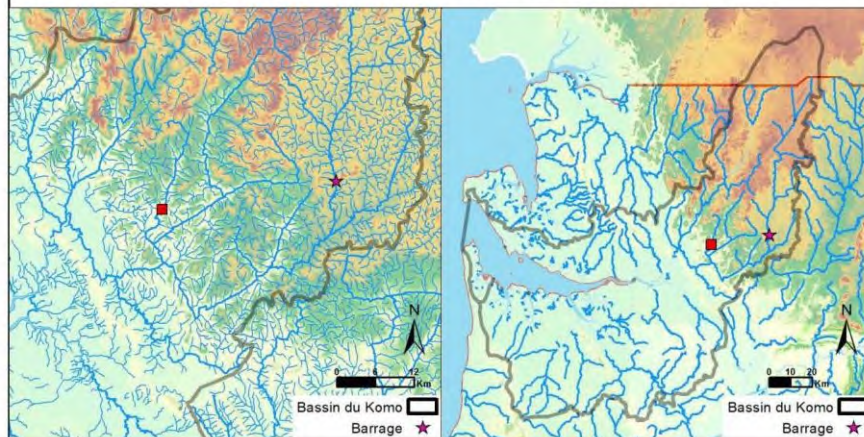
Statut UICN : préoccupation mineure	LC	Statut : natif
--	-----------	-----------------------

Milieu : eaux douces et saumâtres

Habitat : benthopélagique **Migration :**

Pêcherie : **Aquaculture :** **Aquarium :**

Distribution : on trouve cette espèce dans l'Ogôoué et dans tout le bassin du Congo.



Occurrences :	Komo			Autres bassins
	Aval	Amont	Total	
Avant 2017	■	●		◆ 8
TEREA	Komo	Tsibilé	Autres rivières	
Mission	●	■ 1		1
Killie	●	■	◆	

112 - La faune ichthyologique – Ngoulmendjim

Distichodontidae	<i>Distichodus hypostomatus</i> Pellegrin, 1900
------------------	---

	Longueur maximale connue : 23,8 cm LT
	© Y. Fermon

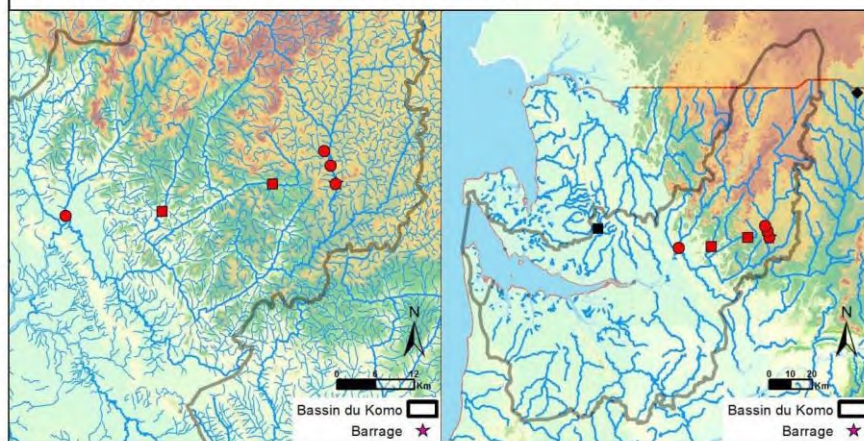
Statut UICN : préoccupation mineure	LC	Statut : natif
-------------------------------------	----	----------------

Milieu : eaux douces

Habitat : pélagique	Migration :
---------------------	-------------

Pêcherie :	Aquaculture :	Aquarium :
------------	---------------	------------

Distribution : présent dans les fleuves Ntem, Ogôoué, Nyanga et Kouilou.



Occurrences :	Komo			Autres bassins
	Aval	Amont	Total	
Avant 2017	■ 1	●		◆ 71
TEREA	Komo	Tsibilé	Autres rivières	
Mission	● 4	■ 2		6
Killie	●	■	◆	

La faune ichthyologique – Ngoulmendjim-113

Distichodontidae	<i>Monostichodus elongatus</i> Vaillant, 1886
------------------	---



Longueur maximale connue :

11,0 cm LT

© B. Sidauska

Statut UICN : préoccupation mineure	LC	Statut : endémique
-------------------------------------	----	--------------------

Milieu : eaux douces

Habitat : pélagique	Migration :
---------------------	-------------

Pêcherie :	Aquaculture :	Aquarium : commercial
------------	---------------	-----------------------

Distribution : il apparaît dans le bassin du fleuve Ogôoué.

Occurrences :	Komo			Total	Autres bassins
	Aval	Amont			
Avant 2017	■ 1	●		1	◆ 20

Distichodontidae	<i>Neolebias kerguennae</i> Daget, 1980
-------------------------	---

	Longueur maximale connue : 3,3 cm LT
	© Stiassny et al. 2007 — Type.

Statut UICN : en danger (B2ab(iii))	EN	Statut : endémique du Gabon
-------------------------------------	-----------	-----------------------------

Milieu : eaux douces

Habitat : pélagique	Migration :
---------------------	-------------

Pêcherie :	Aquaculture :	Aquarium : commercial
------------	---------------	-----------------------

Distribution : il se rencontre dans les fleuves côtiers du Gabon.	
--	---

Occurrences :	Komo			Total	Autres bassins
	Aval	Amont			
Avant 2017	■ 2	● 1		2	◆ 5

Distichodontidae	<i>Neolebias trewavasae</i> Poll & Gosse, 1963
------------------	--


	Longueur maximale connue : 5,3 cm LT
	© Aqualog.de

Statut UICN : préoccupation mineure	LC	Statut : natif
-------------------------------------	----	----------------

Milieu : eaux douces

Habitat : pélagique	Migration :
---------------------	-------------

Pêcherie :	Aquaculture :	Aquarium : commercial
------------	---------------	-----------------------

<p>Distribution : cette espèce apparaît dans plusieurs bassins en basse Guinée et on la trouve dans le fleuve Dja tributaire du bassin du fleuve Congo, dans le haut et bas Congo, à Cabinda et au Soudan, dans le Nil.</p>	
--	---

Occurrences :	Komo			Autres bassins
	Aval	Amont	Total	
Avant 2017	■ 1	● 1	2	◆ 33

116 - La faune ichthyologique – Ngoulmendjim

Distichodontidae	<i>Neolebias unifasciatus</i> Steindachner, 1894
------------------	--



Longueur maximale connue :
5,3 cm LT

© Fishbase — JJPhoto.dk

Remarque : les spécimens capturés lors des missions TERE A sont proches de cette espèce, mais pourraient appartenir à une nouvelle espèce.

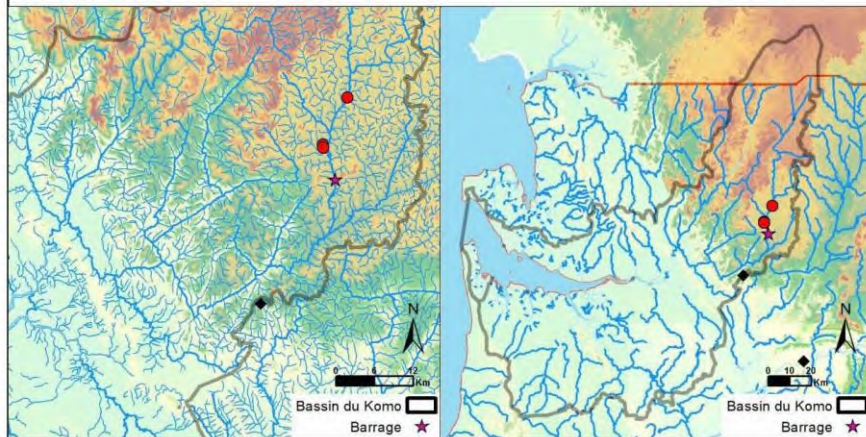
Statut UICN : préoccupation mineure	LC	Statut : natif
-------------------------------------	----	----------------

Milieu : eaux douces

Habitat : pélagique	Migration :
---------------------	-------------

Pêcheurie :	Aquaculture :	Aquarium : commercial
-------------	---------------	-----------------------

Distribution : espèce présente en basse Guinée dans plusieurs fleuves en République du Congo, Cameroun et Gabon jusqu'au Chiloango, DRC. Elle est répandue dans les fleuves de l'Afrique centrale et de l'Afrique de l'Ouest, y compris du bassin du lac Tchad jusqu'à la Gambie.



La faune ichthyologique – Ngoulmendjim-117

Occurrences :	Komo			Autres bassins
	Aval	Amont	Total	
Avant 2017	■	●		◆ 10
TEREA	Komo	Tsibilé	Autres rivières	
Mission	● 3	■		3
Killie	●	■	◆	

118 - La faune ichtyologique – Ngoulmendjim

Hepsetidae	<i>Hepsetus kingsleyae</i> Vreven, Decru & Snoeks, 2013
-------------------	---

	Longueur maximale connue : 26,8 cm LS
	© J.F. Liwouwou

Remarque : après une révision du genre en 2013, plusieurs espèces ont été réhabilitées ou décrites pour le Gabon. Cependant, tous les spécimens n'ont pas été examinés **et les occurrences pour cette espèce ne sont pas encore connues précisément**, bien que cette espèce soit présente dans le Komo.

Statut UICN : préoccupation mineure	LC	Statut : endémique Ogôoué/Gabon
--	-----------	--

Milieu : eaux douces

Habitat : pélagique **Migration :**

Pêcherie : **Aquaculture :** **Aquarium :**

<p>Distribution : endémique du bassin de l'Ogôoué au Gabon, mais absent de la Ngounié.</p>	
---	---

Occurrences :	Komo			Autres bassins
	Aval	Amont	Total	
Avant 2017	■	●		◆ 11

Amphiliidae	<i>Phractura longicauda</i> Boulenger, 1903
--------------------	---

	Longueur maximale connue : 11,0 cm LT
	© J. Cutler

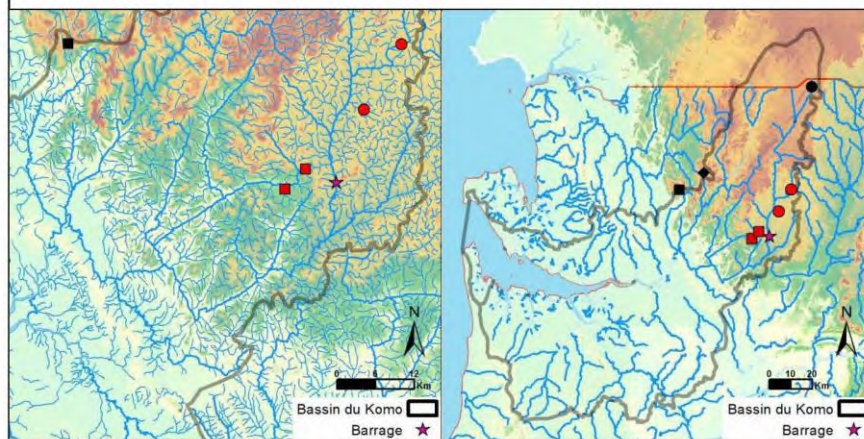
Statut UICN : préoccupation mineure	LC	Statut : natif
--	-----------	-----------------------

Milieu : eaux douces

Habitat : démersal	Migration :
---------------------------	--------------------

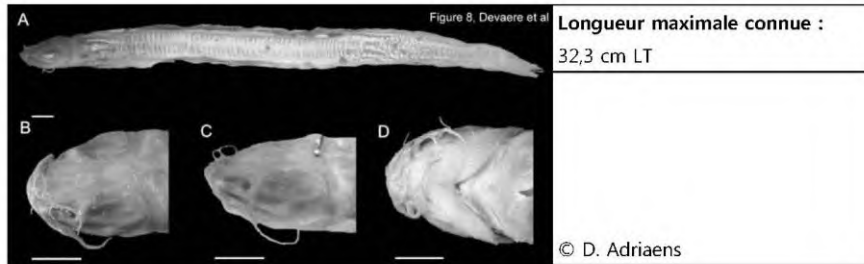
Pêcherie :	Aquaculture :	Aquarium :
-------------------	----------------------	-------------------

Distribution : cette espèce est largement distribuée de la Sanaga au Cameroun jusqu'à la Loémé au Congo.



Occurrences :	Komo			Total	Autres bassins
	Aval	Amont			
Avant 2017	■ 1	● 1		2	◆ 30
TEREA					
Mission	● 2	■ 2		4	
Killie	●	■	◆		

Clariidae	<i>Channallabes longicaudatus</i> (Pappenheim, 1911)
------------------	--



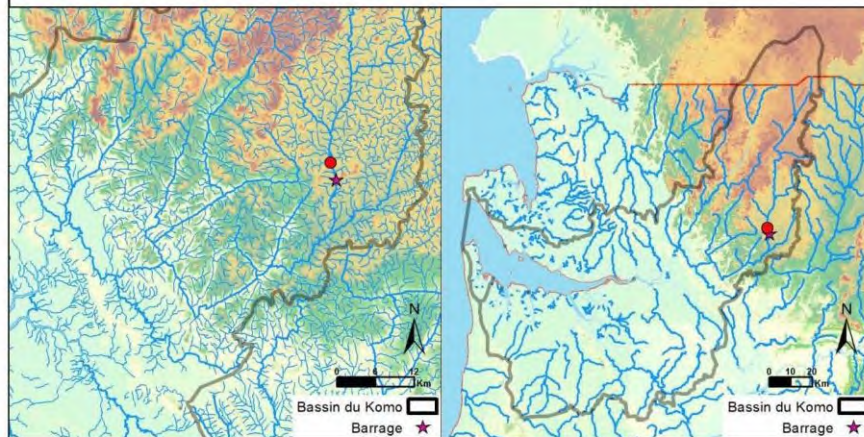
Statut UICN : données manquantes	DD	Statut : natif
---	-----------	-----------------------

Milieu : eaux douces

Habitat : benthopélagique **Migration** :

Pêche : **Aquaculture** : **Aquarium** :

Distribution : connu pour être présent dans les bassins du Cross, Wouri et de la Sanaga au Cameroun, dans l'Ogôoué au Gabon et dans les bassins côtiers du Bénin et du Nigeria et dans le bassin du Congo.



Occurrences :	Komo			Autres bassins
	Aval	Amont	Total	
Avant 2017	■	●		◆ 2
TEREA	Komo	Tsibilé	Autres rivières	
Mission	● 1	■		1
Killie	●	■	◆	

La faune ichthyologique – Ngoulmendjim-125

Clariidae	<i>Clarias buthupogon</i> Sauvage, 1879
------------------	---

	Longueur maximale connue : 30,1 cm LT
	© Y. Fermon

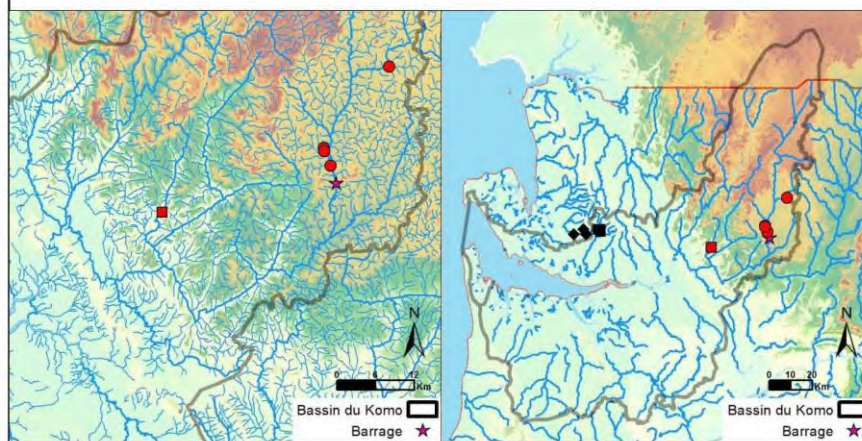
Statut UICN : préoccupation mineure	LC	Statut : natif
--	----	-----------------------

Milieu : eaux douces

Habitat : démersal	Migration : potamodrome
---------------------------	--------------------------------

Pêcherie :	Aquaculture :	Aquarium :
-------------------	----------------------	-------------------

Distribution : présent dans les bassins du Cross, Wouri et de la Sanaga au Cameroun jusqu'à dans l'Ogôoué au Gabon, dans les bassins côtiers du Bénin et du Nigeria et dans le bassin du Congo.



Occurrences :	Komo			Autres bassins
	Aval	Amont	Total	
Avant 2017	■ 3	●	3	◆ 26
TEREA	Komo	Tsibilé	Autres rivières	
Mission	● 4	■ 1	5	
Killie	●	■	◆	

Clariidae	<i>Clarias gariepinus</i> (Burchell, 1822)
------------------	--


	Longueur maximale connue : 170,0 cm LT
	© NEPID2015 — R. Palmer

Statut UICN : préoccupation mineure	LC	Statut : introduit
--	-----------	---------------------------

Milieu : eaux douces

Habitat : benthopélagique	Migration : potamodrome
----------------------------------	--------------------------------

Pêcheurie : commercial	Aquaculture : commercial	Aquarium :
-------------------------------	---------------------------------	-------------------

<p>Distribution : répartition presque panafricaine. Introduite dans différentes stations de pisciculture, l'espèce s'est échappée et est maintenant retrouvée dans le bassin de l'Ogôoué, dans les petits bassins côtiers du sud du Gabon et dans le Kouilou en République du Congo.</p>	
---	---

Occurrences :	Komo			Autres bassins
	Aval	Amont	Total	
Avant 2017	■ 2	●	2	◆ 20

Clariidae	<i>Clarias jaensis</i> Boulenger, 1909
------------------	--


	Longueur maximale connue : 48,3 cm LT
	© Fishbase — JJPhoto.dk

Statut UICN : préoccupation mineure	LC	Statut : natif
--	-----------	-----------------------

Milieu : eaux douces

Habitat : démersal	Migration :
---------------------------	--------------------

Pêcherie : subsistance	Aquaculture :	Aquarium :
-------------------------------	----------------------	-------------------

<p>Distribution : capturé dans la Cross (Nigeria), le bassin de la Sanaga, le Nyong, le Lobi, le Kribi au Cameroun, le Ntem (Cameroun et Gabon) et le bassin de l'Ogôoué avec le Komo (Gabon). L'espèce est également connue du delta du Niger au Nigeria et du Dja et de la Sangha, affluents du bassin du Congo.</p>	 <p style="font-size: small;">Bassin du Komo Barrage</p>
---	---

Occurrences :	Komo			Autres bassins
	Aval	Amont	Total	
Avant 2017	■	● 1	1	◆ 39

Clariidae	<i>Clarias platycephalus</i> Boulenger, 1902
------------------	--

	Longueur maximale connue : 37,6 cm LT
	© Y. Fermon

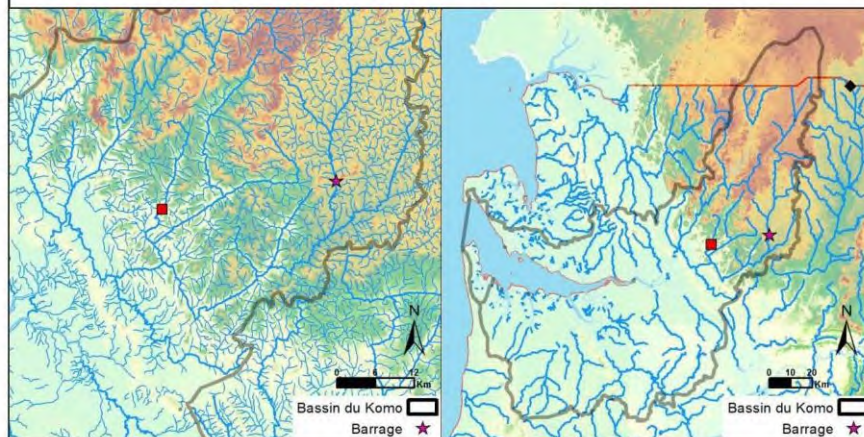
Statut UICN : préoccupation mineure	LC	Statut : natif
--	-----------	-----------------------

Milieu : eaux douces

Habitat : démersal	Migration :
---------------------------	--------------------

Pêcherie : subsistance	Aquaculture :	Aquarium :
-------------------------------	----------------------	-------------------

Distribution : connu de la Sanaga et le Kribi (Cameroun), le Ntem (Cameroun et Gabon) et l'Ogôoué (Gabon) et présente dans le bassin du Congo.



Occurrences :	Komo			Autres bassins
	Aval	Amont	Total	
Avant 2017	■	●		◆ 15
TEREA	Komo	Tsibilé	Autres rivières	
Mission	●	■ 1		1
Killie	●	■	◆	

130 - La faune ichthyologique – Ngoulmendjim

Claroteidae	<i>Chrysichthys nigrodigitatus</i> (Lacepède, 1803)
-------------	---

	Longueur maximale connue : 79,3 cm LS
	© O. Lucanus

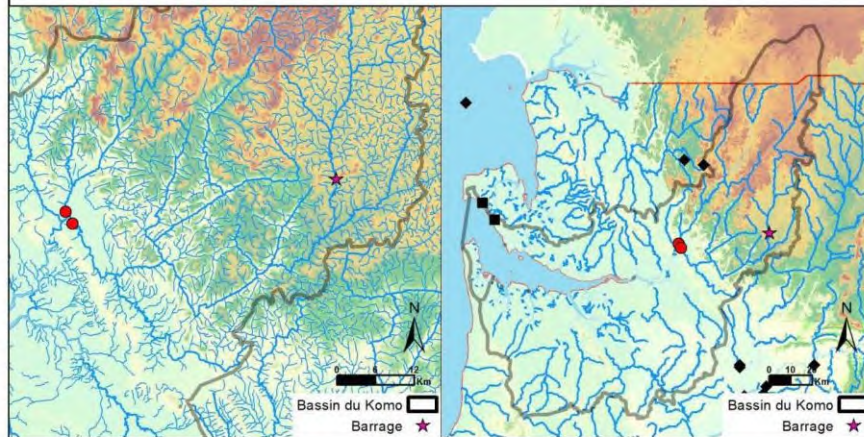
Statut UICN : préoccupation mineure	LC	Statut : natif
-------------------------------------	----	----------------

Milieu : eaux douces

Habitat : démersal	Migration : potamodrome
--------------------	-------------------------

Pêcheurie : commercial	Aquaculture : commercial	Aquarium : aquarium public
------------------------	--------------------------	----------------------------

Distribution : connu de la plupart des bassins côtiers de l'Afrique occidentale, du Sénégal jusqu'au nord de l'Angola.



Occurrences :	Komo			Total	Autres bassins
	Aval	Amont			
Avant 2017	■ 2	●		2	◆ 60
TEREA	●	■	◆	2	
Mission	● 2	■			
Killie	●	■	◆		

Claroteidae	<i>Notoglanidium macrostoma</i> (Pellegrin, 1909)
--------------------	---

	Longueur maximale connue : 34,3 cm LT
	© Fishbase — T. Geerinckx

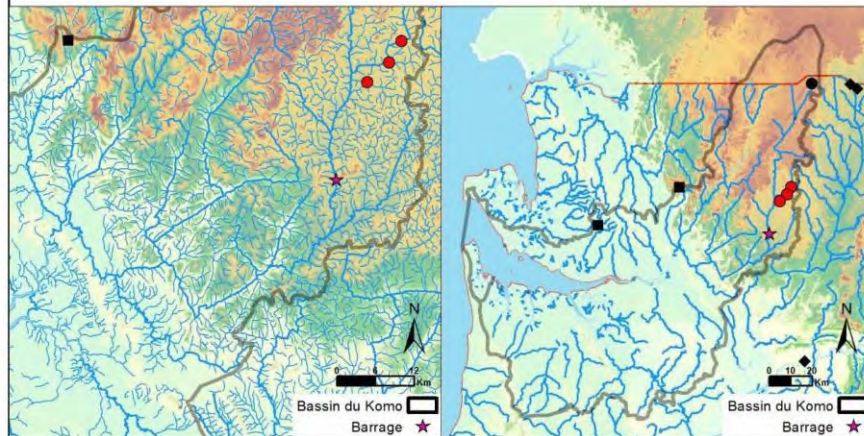
Statut UICN : préoccupation mineure	LC	Statut : natif
--	-----------	-----------------------

Milieu : eaux douces

Habitat : démersal	Migration :
---------------------------	--------------------

Pêcherie :	Aquaculture :	Aquarium :
-------------------	----------------------	-------------------

Distribution : présente dans la partie majeure de la basse Guinée, à l'exception des bassins côtiers au nord de la Sanaga et du bassin du Congo.



Occurrences :	Komo			Total	Autres bassins
	Aval	Amont			
Avant 2017	■ 2	● 1		3	◆ 64
TEREA	Komo	Tsibilé	Autres rivières		
Mission	● 3	■		3	
Killie	●	■	◆		

Claroteidae	<i>Parauchenoglanis balayi</i> (Sauvage, 1879)
--------------------	--

	Longueur maximale connue : 39,0 cm LS
	© Picssr — G. Walsh (mbisigee)

Statut UICN : préoccupation mineure	LC	Statut : natif
--	-----------	-----------------------

Milieu : eaux douces

Habitat : démersal	Migration :
---------------------------	--------------------

Pêcherie : commercial	Aquaculture : commercial	Aquarium : aquarium public
------------------------------	---------------------------------	-----------------------------------

<p>Distribution : retrouvé dans les bassins côtiers à partir du Sanaga jusqu'au Chiloango et dans le bassin du Congo.</p>	
--	---

Occurrences :	Komo			Autres bassins
	Aval	Amont	Total	
Avant 2017	■ 2	● 1	3	◆

Claroteidae	<i>Parauchenoglanis punctatus</i> (Boulenger, 1902)
--------------------	---

	Longueur maximale connue : 50,0 cm LS
	© Y. Fermon

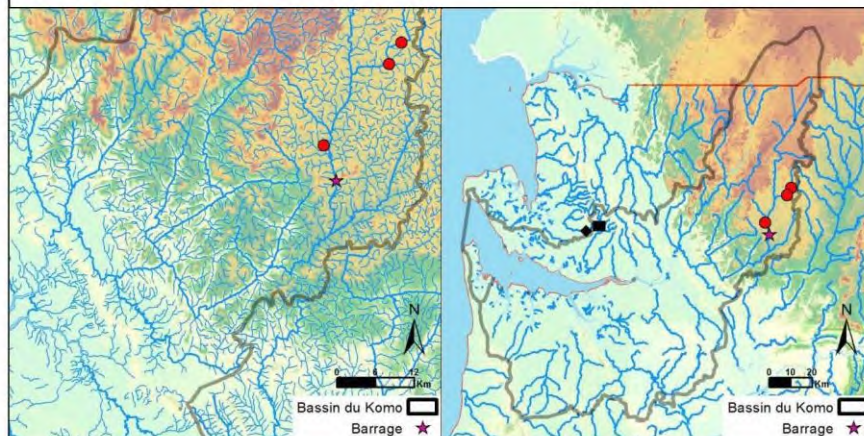
Statut UICN : préoccupation mineure	LC	Statut : natif
--	----	-----------------------

Milieu : eaux douces

Habitat : démersal	Migration :
---------------------------	--------------------

Pêcherie :	Aquaculture :	Aquarium :
-------------------	----------------------	-------------------

Distribution : connu des bassins du San Benito et de l'Ogôoué et dans le bassin inférieur et moyen du Congo (jusqu'à Kisangani).



Occurrences :	Komo			Autres bassins
	Aval	Amont	Total	
Avant 2017	■ 2	●	2	◆ 12
TEREA	Komo	Tsibilé	Autres rivières	
Mission	● 3	■	3	
Killie	●	■	◆	

Schilbeidae	<i>Schilbe multitaeniatus</i> (Pellegrin, 1913)
-------------	---

	Longueur maximale connue : 32,1 cm LT
	© Y. Fermon

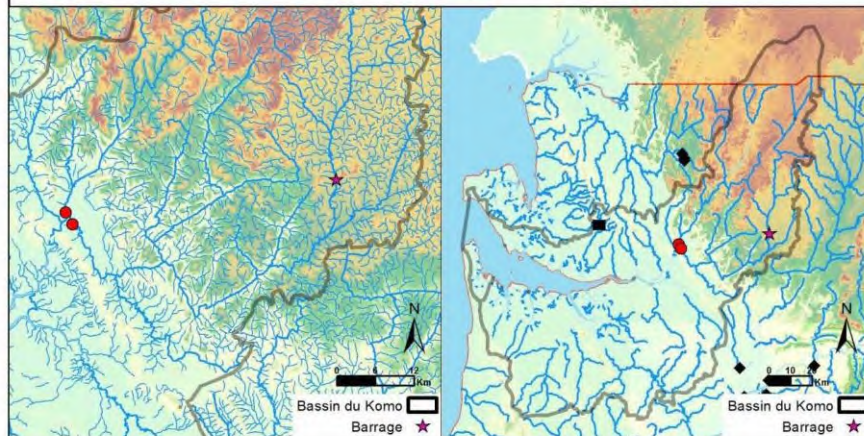
Statut UICN : préoccupation mineure	LC	Statut : natif
-------------------------------------	----	----------------

Milieu : eaux douces

Habitat : démersal	Migration :
--------------------	-------------

Pêcherie : commercial	Aquaculture :	Aquarium :
-----------------------	---------------	------------

Distribution : se rencontre dans les bassins du Nyong, du Ntem, de l'Ogôoué, du Nyanga, du N'dogo, du Kouilou et dans le bassin du Congo (système du Sangha / Dja).



Occurrences :	Komo			Autres bassins
	Aval	Amont	Total	
Avant 2017	■ 2	●	2	◆ 86
TEREA	Komo	Tsibilé	Autres rivières	
Mission	● 2	■	2	
Killie	●	■	◆	

• Syngnathiformes

Syngnathidae	<i>Microphis aculeatus</i> (Kaup, 1856)
---------------------	---

	Longueur maximale connue : 24,4 cm LT
	© Aquarium Glaser

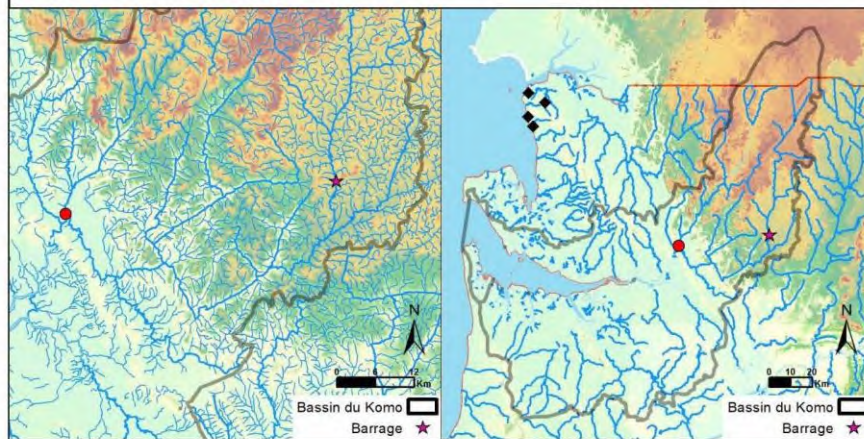
Statut UICN : données manquantes	DD	Statut : natif
---	-----------	-----------------------

Milieu : tous types de milieux

Habitat : démersal **Migration :**

Pêcherie : commercial **Aquaculture :** **Aquarium :**

Distribution : connu des eaux marines, estuaires et rivières le long de la côte occidentale d'Afrique, du Sénégal à l'Angola.



Occurrences :	Komo			Total	Autres bassins
	Aval	Amont			
Avant 2017	■	●			◆ 11
TEREA	Komo	Tsibilé	Autres rivières		
Mission	● 1	■		1	
Killie	●	■	◆		

• Gobiiformes

Gobiidae	<i>Awaous lateristriga</i> (Duméril, 1861)
----------	--

	Longueur maximale connue : 15,5 cm LT
	© M.C.W. Keijman

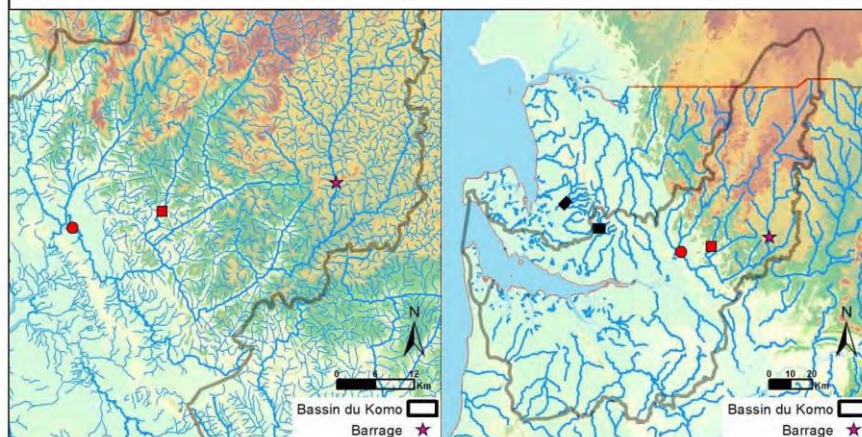
Statut UICN : préoccupation mineure	LC	Statut : natif
-------------------------------------	----	----------------

Milieu : tous types de milieux

Habitat : démersal	Migration : amphidrome
--------------------	------------------------

Pêcherie :	Aquaculture :	Aquarium :
------------	---------------	------------

Distribution : connu du Sénégal à l'Angola et dans les îles de Bioko, São Tomé et Príncipe dans le golfe de Guinée. On le retrouve en général dans les cours inférieurs des fleuves, allant des habitats d'eaux douces à eaux saumâtres. Il peut aussi remonter les rivières assez en amont.




Occurrences :	Komo			Autres bassins
	Aval	Amont	Total	
Avant 2017	■ 2	●	2	◆ 16
TEREA	Komo	Tsibilé	Autres rivières	
Mission	● 1	■ 1		2
Killie	●	■	◆	

La faune ichthyologique – Ngoulmendjim-143

144 - La faune ichtyologique – Ngoulmendjim

Cichlidae	<i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758)
-----------	---

	Longueur maximale connue : 64,0 cm LT
	© Y. Fermon

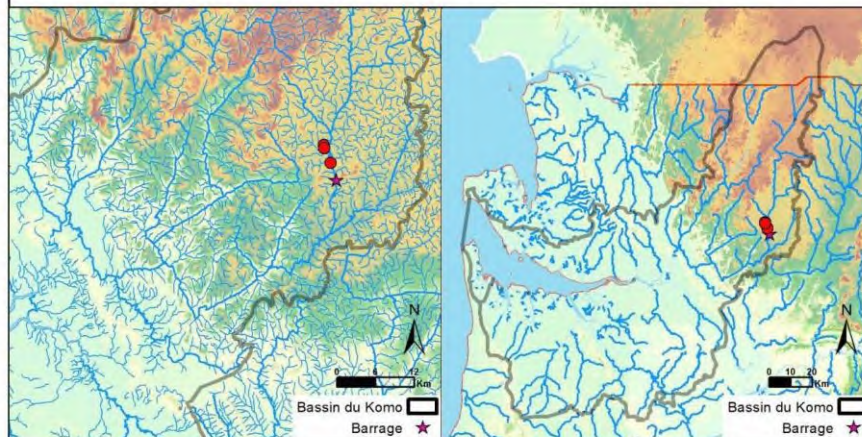
Statut UICN : préoccupation mineure	LC	Statut : introduit
-------------------------------------	----	--------------------

Milieu : eaux douces et saumâtres

Habitat : benthopélagique Migration : potamodrome

Pêcherie : hautement commercial	Aquaculture : commercial	Aquarium :
---------------------------------	--------------------------	------------

Distribution : connu nativement du bassin du Nil, du delta jusqu'au Nil Albert (exclus), bassin du lac Tchad, et fleuves Niger, Bénoué, Volta, Gambie et Sénégal en Afrique de l'Ouest.



Occurrences :	Komo			Total	Autres bassins
	Aval	Amont			
Avant 2017	■	●			◆ 5

TEREA	Komo	Tsibilé	Autres rivières		
Mission	● 3	■		3	
Killie	●	■	◆		

154 - La faune ichtyologique – Ngoulmendjim

Cichlidae	<i>Parananochromis caudifasciatus</i> (Boulenger, 1913)
------------------	---

	Longueur maximale connue : 11,5 cm LT
	© A. Lamboj

Statut UICN : préoccupation mineure	LC	Statut : natif
--	-----------	-----------------------

Milieu : eaux douces

Habitat : démersal	Migration :
---------------------------	--------------------

Pêcherie :	Aquaculture :	Aquarium :
-------------------	----------------------	-------------------

<p>Distribution : présent au sud du Cameroun dans le Nyong, la Lokoundjé, le bassin du Ntem et rivières associées et dans le bassin du Dja.</p>	
--	---

Occurrences :	Komo			Autres bassins
	Aval	Amont	Total	
Avant 2017	■	● 1	1	◆ 8

Cichlidae	<i>Parananchromis gabonicus</i> (Trewavas, 1975)
-----------	--

	Longueur maximale connue : 9,8 cm LT
	© A. Lamboj

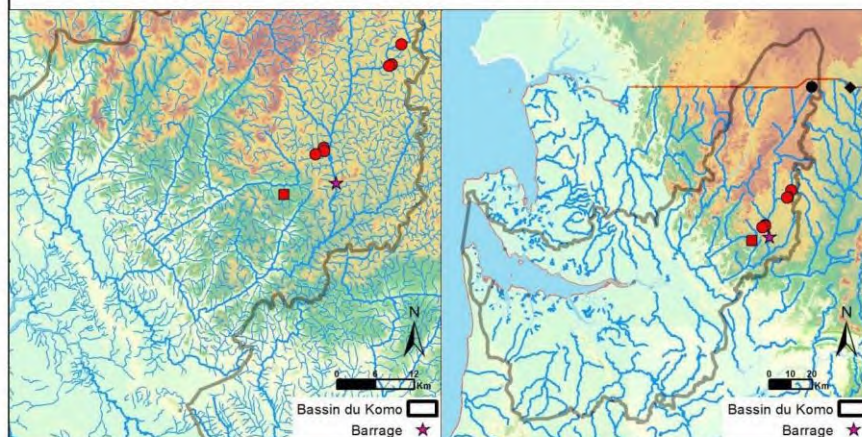
Statut UICN : préoccupation mineure	LC	Statut : natif
-------------------------------------	----	----------------

Milieu : eaux douces

Habitat : démersal	Migration :
--------------------	-------------


Pêcherie :	Aquaculture :	Aquarium : potentiel
------------	---------------	----------------------

Distribution : présent dans le bassin de Woleu-Ntem au nord-est du Gabon, dans l'Okano River (bassin de l'Ogôoué) au nord-ouest du Gabon, et dans le Rio Muni.



Occurrences :	Komo			Total	Autres bassins
	Aval	Amont			
Avant 2017	■	● 1		1	◆ 10
TEREA	Komo	Tsibilé	Autres rivières		
Mission	● 6	■ 1		7	
Killie	●	■	◆		

Cichlidae	<i>Paranochromis longirostris</i> (Boulenger, 1903)
------------------	---


	Longueur maximale connue : 12,5 cm LT
	© J. Sullivan

Statut UICN : préoccupation mineure	LC	Statut : natif
--	----	-----------------------

Milieu : eaux douces

Habitat : démersal	Migration :
---------------------------	--------------------

Pêcherie :	Aquaculture :	Aquarium : potentiel
-------------------	----------------------	-----------------------------

<p>Distribution : apparaît au sud du Cameroun et au nord-est du Gabon dans le bassin du Ntem et rivières associées, dans la rivière Ivindo et ses tributaires. Les syntypes sont enregistrés de la rivière Kribi à Kribi au Cameroun. Cependant, aucun spécimen n'a été trouvé de cette localité et il est possible que cette localité type soit une erreur.</p>	
---	---

Occurrences :	Komo			Autres bassins
	Aval	Amont	Total	
Avant 2017	■ 2	● 1	2	◆ 37

Cichlidae	<i>Pelmatolapia cabrae</i> (Boulenger, 1899)
------------------	--

	Longueur maximale connue : 37,0 cm LT
	© Y. Fermon

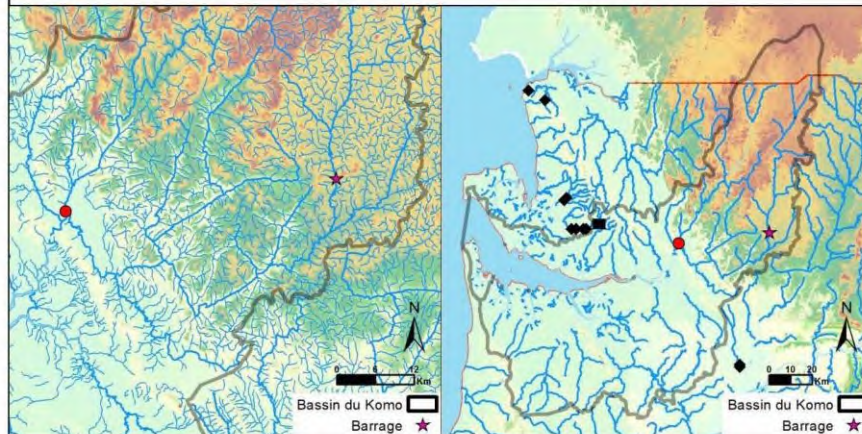
Statut UICN : préoccupation mineure	LC	Statut : natif
--	-----------	-----------------------

Milieu : eaux douces

Habitat : démersal	Migration :
---------------------------	--------------------

Pêcherie : subsistance	Aquaculture :	Aquarium :
-------------------------------	----------------------	-------------------

Distribution : présent dans la zone côtière de l'Ogôoué, du Kouilou-Niari et du Chiloango. Connue de la zone d'eau saumâtre au Congo et au nord de l'Angola.



Occurrences :	Komo			Autres bassins
	Aval	Amont	Total	
Avant 2017	■ 2	●	2	◆ 51
TEREA	Komo	Tsibilé	Autres rivières	
Mission	● 1	■		1
Killie	●	■	◆	

158 - La faune ichthyologique – Ngoulmendjim

Occurrences :	Komo			Autres bassins
	Aval	Amont	Total	
Avant 2017	■ 2	● 1		◆ 130
TEREA	Komo	Tsibilé	Autres rivières	
Mission	● 2	■		7
Killie	● 5	■	◆	

164 - La faune ichtyologique – Ngoulmendjim

Nothobranchiidae	<i>Aphyosemion escherichi</i> (Ahl, 1924)
------------------	---

	Longueur maximale connue : 5,0 cm LT
	© L. Chirio

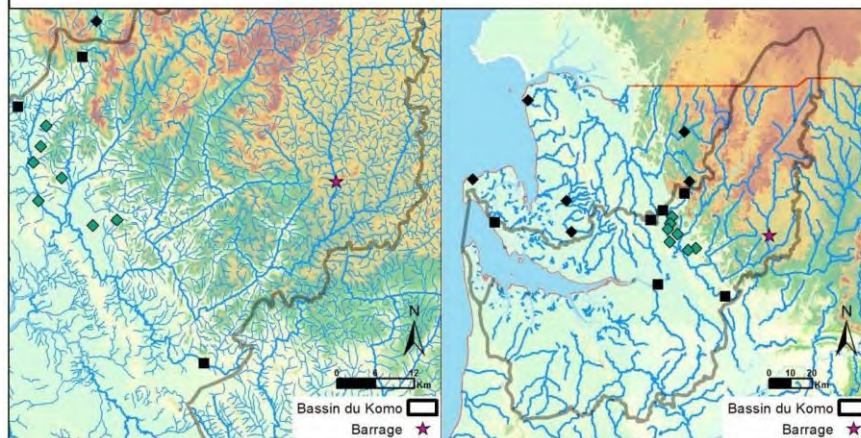
Statut UICN : préoccupation mineure	LC	Statut : natif
-------------------------------------	----	----------------

Milieu : eaux douces

Habitat : benthopélagique Migration :

Pêcherie : Aquaculture : Aquarium : commercial

Distribution : se trouve dans les marécages et parties marécageuses des petits cours d'eau côtiers des bassins de la Mbé et du Komo du nord-ouest du Gabon, en passant par le Gabon occidental et Cabinda jusqu'à la rivière Chiloanga.



Occurrences :	Komo			Total	Autres bassins
	Aval	Amont			
Avant 2017	■ 6	●		6	◆ 37
TEREA	Komo	Tsibilé	Autres rivières		
Mission	●	■		7	
Killie	●	■	◆ 7		

La faune ichthyologique – Ngoulmendjim-165

Nothobranchiidae	<i>Aphyosemion etsamense</i> Sonnenberg & Blum, 2005
-------------------------	--

	Longueur maximale connue : 4,2 cm LT
	© L. Chirio

Remarque : considéré comme une population très aberrante de *A. camerounense*. Les spécimens capturés par l'équipe « killies » pourraient appartenir à une nouvelle espèce.

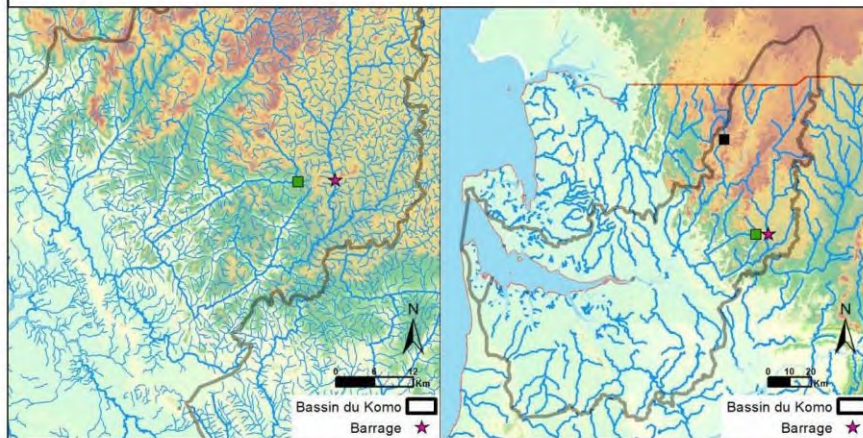
Statut UICN : données manquantes	DD	Statut : endémique du Gabon
---	-----------	------------------------------------

Milieu : eaux douces

Habitat : benthopélagique	Migration :
----------------------------------	--------------------

Pêcherie :	Aquaculture :	Aquarium :
-------------------	----------------------	-------------------


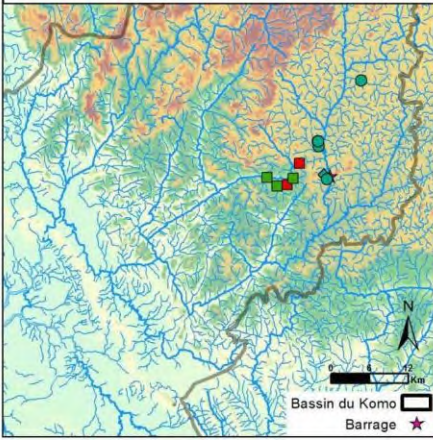

Distribution : connu que de ruisseaux entre Medouneu et Kougouleu dans les Monts Cristal (nord-ouest du Gabon).



Occurrences :	Komo			Autres bassins
	Aval	Amont	Total	
Avant 2017	■ 1	●	1	◆

TEREA	Komo	Tsibilé	Autres rivières		
Mission	●	■		1	
Killie	●	■ 1	◆		

La faune ichtyologique – Ngoulmendjim-167

Nothobranchiidae		<i>Aphyosemion herzogi</i> Radda, 1975			
	Longueur maximale connue : 5,0 cm LT				
	© L. Chirio				
Statut UICN : préoccupation mineure		LC	Statut : natif		
Milieu : eaux douces					
Habitat : benthopélagique		Migration :			
Pêcheurie :		Aquaculture :		Aquarium : commercial	
<p>Distribution : rencontré du sud du Cameroun au nord du Gabon et à la Guinée Équatoriale, dans les rivières Ntem, moyen Okano, moyen Mvoun, haut Ivindo et haute Benito. Se trouve dans les ruisseaux clairs et parfois à débit rapide de la forêt humide de montagne.</p>					
					
Occurrences :		Komo			Autres bassins
Avant 2017	Aval		Amont		Total
	■	6	●	6	
TEREA	Komo		Tsibilé	Autres rivières	12
	●	1	■	3	
	●	4	■	3	

168 - La faune ichthyologique – Ngoulmendjim

Nothobranchiidae	<i>Epiplatys multifasciatus</i> (Boulenger, 1913)
------------------	---

	Longueur maximale connue : 6,0 cm LT
	© L. Chirio

Remarque : les spécimens capturés lors des missions TERE A sont proches de cette espèce, mais pourraient appartenir à une nouvelle espèce.

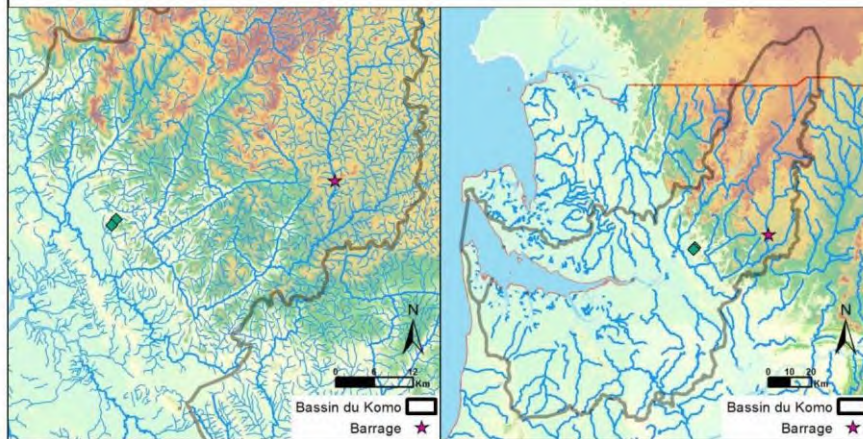
Statut UICN : données manquantes	DD	Statut : natif
----------------------------------	----	----------------

Milieu : eaux douces

Habitat : bentho-pélagique Migration :

Pêcherie : Aquaculture : Aquarium : commercial

Distribution : se rencontre dans les systèmes de la haute Lékonï-Djouya et haute Mpassa, au sud-est du Gabon et dans le système de la Boumba, Sud-Est du Cameroun, dans le bassin du Congo dans le centre et l'est de la République du Congo et de la République Démocratique du Congo. Occupe les criques et autres petits plans d'eau sous le couvert de la forêt humide ou de la forêt-galerie.



La faune ichtyologique – Ngoulmendjim-175

Occurrences :	Komo			Autres bassins
	Aval	Amont	Total	
Avant 2017	■	●		◆ 10
TEREA	Komo	Tsibilé	Autres rivières	
Mission	●	■		2
Killie	●	■	◆ 2	

176 - La faune ichtyologique – Ngoulmendjim

Nothobranchiidae	<i>Epiplatys neumanni</i> Berkenkamp, 1993
------------------	--


	Longueur maximale connue : 6,0 cm LT
	© H. Ott

Statut UICN : préoccupation mineure	LC	Statut : natif
-------------------------------------	----	----------------

Milieu : eaux douces


Habitat : benthopélagique	Migration :
---------------------------	-------------

Pêcherie :	Aquaculture :	Aquarium : commercial
------------	---------------	-----------------------

<p>Distribution : se trouve dans le bassin de l'Ivindo, le cours moyen du Ntem, le haut Dja et quelques affluents du moyen Ogôoué dans le Nord et Nord-Est du Gabon, l'extrême Nord-Ouest de la République du Congo, le sud du Cameroun et l'est de la Guinée Équatoriale. Occupe les criques et autres petits plans d'eau de la forêt humide.</p>	
---	---

Occurrences :	Komo			Autres bassins
	Aval	Amont	Total	
Avant 2017	■ 1	● 1	■ 2	◆ 67

Nothobranchiidae	<i>Epiplatys sexfasciatus</i> Gill, 1862
-------------------------	--

	Longueur maximale connue : 12,2 cm LT
	© Y. Fermon

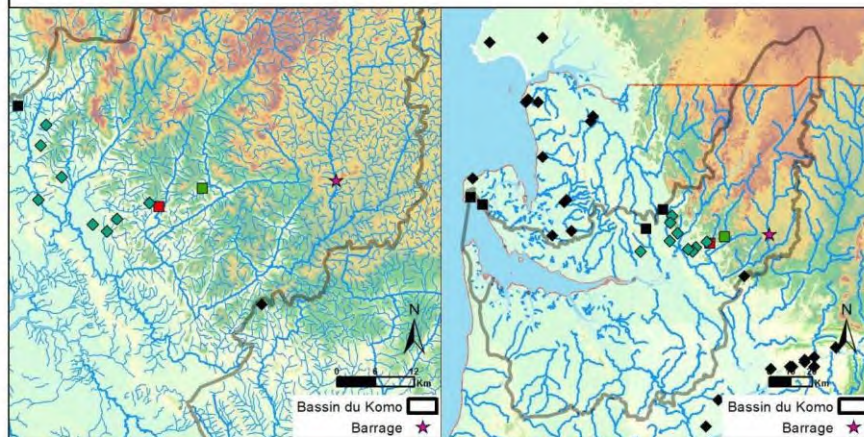
Statut UICN : préoccupation mineure	LC	Statut : natif
--	-----------	-----------------------

Milieu : eaux douces

Habitat : benthopélagique	Migration : potamodrome
----------------------------------	--------------------------------

Pêcherie :	Aquaculture :	Aquarium : commercial
-------------------	----------------------	------------------------------

Distribution : se trouve dans les marécages, mares, ruisseaux et petites rivières des systèmes du bas Ogôoué et du système de la basse Komo au Nord-Est du Gabon et en Guinée Équatoriale du sud.



Occurrences :	Komo				Autres bassins
	Aval	Amont		Total	
Avant 2017	■ 4	●		4	◆ 58
TEREA	Komo	Tsibilé	Autres rivières		
Mission	●	■ 1		11	
Killie	●	■ 1	◆ 9		

178 - La faune ichthyologique – Ngoulmendjim

Nothobranchiidae	<i>Epiplatys singa</i> (Boulenger, 1899)
------------------	--

	Longueur maximale connue : 6,0 cm LT
	© Y. Fermon

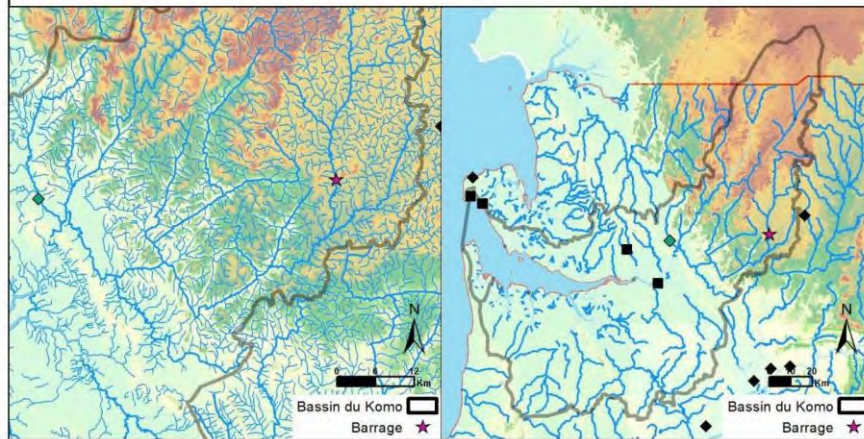
Statut UICN : préoccupation mineure	LC	Statut : natif
-------------------------------------	----	----------------

Milieu : eaux douces

Habitat : benthopélagique	Migration : potamodrome
---------------------------	-------------------------

Pêcherie :	Aquaculture :	Aquarium : commercial
------------	---------------	-----------------------

Distribution : connu dans le bas Ogooué, le Komo, la Nyanga et autres bassins côtiers de l'ouest du Gabon, dans le bas Kouilou et le bassin de la Loémé dans l'ouest du Congo, et le système de la Chiloango, Cabinda, dans les bassins du bas Congo et de la Loango dans l'ouest du Congo.



Occurrences :	Komo			Total	Autres bassins
	Aval	Amont			
Avant 2017	■ 4	●		4	◆ 54
TEREA	Komo	Tsibilé	Autres rivières		
Mission	●	■		1	
Killie	●	■	◆ 1	1	

La faune ichthyologique – Ngoulmendjim-179

Poeciliidae	<i>Apocheilichthys spilauchen</i> (Duméril, 1861)
-------------	---

	Longueur maximale connue : 7,0 cm LT
	© L. Chirio

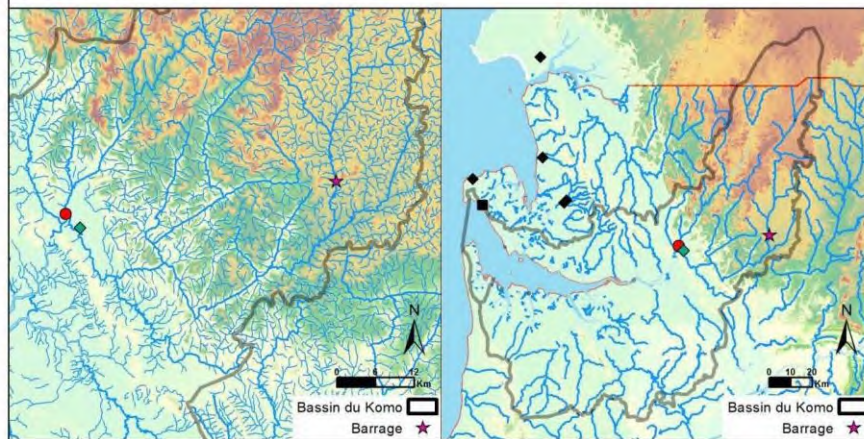
Statut UICN : préoccupation mineure	LC	Statut : natif
-------------------------------------	----	----------------

Milieu : eaux douces et saumâtres

Habitat : benthopélagique	Migration :
---------------------------	-------------


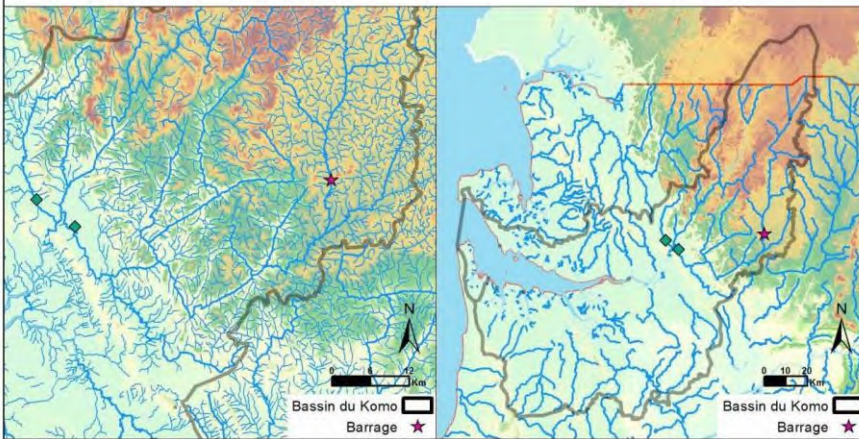
Pêcherie :	Aquaculture :	Aquarium : commercial
------------	---------------	-----------------------

Distribution : se rencontre dans les marais côtiers, les embouchures, les lagunes, les estuaires et les mangroves, de l'embouchure du fleuve Sénégal à l'embouchure du fleuve Benju ou Bengo au nord-ouest de l'Angola.



Occurrences :	Komo			Total	Autres bassins
	Aval	Amont			
Avant 2017	■ 1	●		1	◆ 45
TEREA	Komo	Tsibilé	Autres rivières		
Mission	● 1	■		2	
Killie	●	■	◆ 1		

180 - La faune ichthyologique – Ngoulmendjim

Poeciliidae	<i>Aplocheilichthys</i> sp. « Avébé »			
	Longueur maximale connue :			
	© L. Chirio			
Remarque : nouvelle espèce capturée par l'équipe « killies ».				
Statut UICN : données manquantes		DD	Statut : endémique du Gabon	
Milieu : eaux douces				
Habitat : benthopélagique			Migration :	
Pêcherie :		Aquaculture :		Aquarium :
Distribution : connu de la rivière Avébé, bassin du Komo.				
				
Occurrences :	Komo			Autres bassins
Avant 2017	Aval	Amont		Total
	■	●		◆
TEREA	Komo	Tsibilé	Autres rivières	
Mission	●	■		2
Killie	●	■	◆ 2	

La faune ichthyologique – Ngoulmendjim-181

Poeciliidae	<i>Plataplochilus chalcopyrus</i> Lambert, 1963
-------------	---

	Longueur maximale connue : 4,5 cm LT
	© O. Buisson

Statut UICN : en danger B1ab(iii)+2ab(iii)	EN	Statut : natif
--	----	----------------

Milieu : eaux douces

Habitat : benthopélagique	Migration :
---------------------------	-------------

Pêcheur :	Aquaculture :	Aquarium : potentiel
-----------	---------------	----------------------

<p>Distribution : se rencontre dans le cours inférieur du fleuve Ogôoué au nord-ouest du Gabon et au sud de la Guinée Équatoriale, où on la trouve dans les ruisseaux forestiers, généralement en bancs sur les substrats sablonneux des zones à écoulement rapide.</p>	
--	---

Occurrences :	Komo			Total	Autres bassins
	Aval	Amont			
Avant 2017	■ 2	●		2	◆ 20

Poeciliidae	<i>Plataplochilus ngaensis</i> (Ahl, 1924)
-------------	--

	Longueur maximale connue : 5,0 cm LT
	© Fishbase — M. Norén

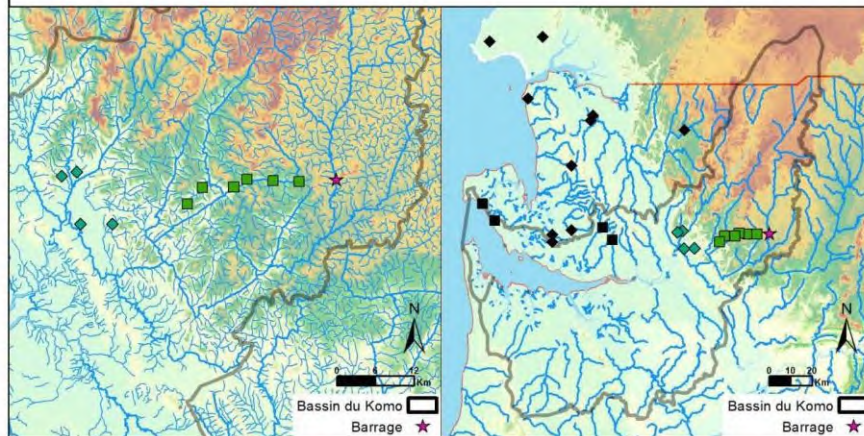
Statut UICN : préoccupation mineure	LC	Statut : natif
-------------------------------------	----	----------------

Milieu : eaux douces

Habitat : bentho-pélagique	Migration :
----------------------------	-------------

Pêcherie :	Aquaculture :	Aquarium : potentiel
------------	---------------	----------------------


Distribution : connu des plaines côtières du nord-ouest du Gabon et du sud de la Guinée Équatoriale.



Occurrences :	Komo			Autres bassins
	Aval	Amont	Total	
Avant 2017	■ 4	●	4	◆ 26
TEREA	Komo	Tsibilé	Autres rivières	
Mission	●	■		10
Killie	●	■ 6	◆ 4	

La faune ichthyologique – Ngoulmendjim-183

Poeciliidae	<i>Plataplochilus pulcher</i> Lambert, 1967
-------------	---

	Longueur maximale connue : 5,0 cm LT
	© L. Chirio

Remarque : considéré comme synonyme de *P. miltotaenia* par certains auteurs.

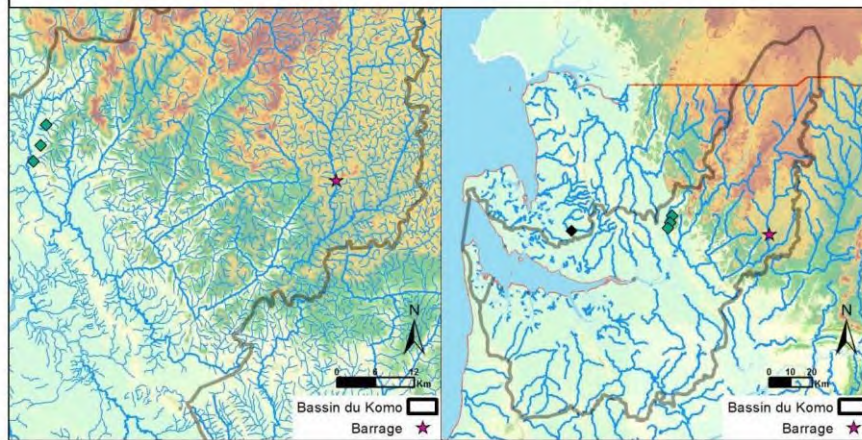
Statut UICN : Vulnérable (D2)	VU	Statut : endémique du Gabon
-------------------------------	----	-----------------------------

Milieu : eaux douces

Habitat : benthopélagique	Migration :
---------------------------	-------------

Pêcherie :	Aquaculture :	Aquarium :
------------	---------------	------------


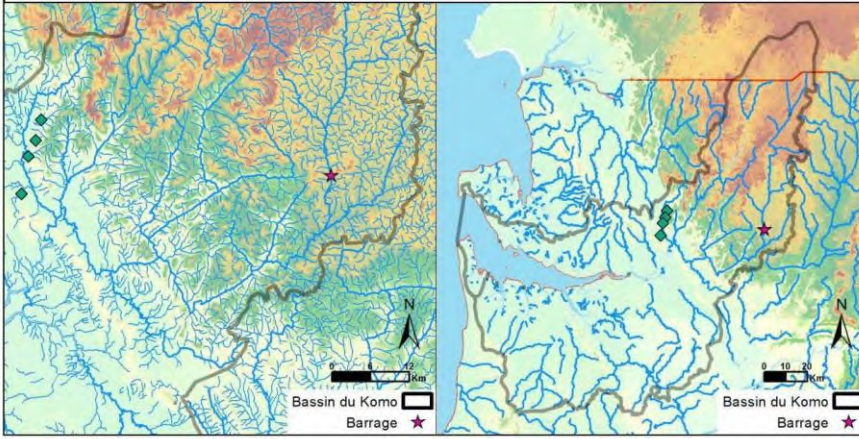
Distribution : se rencontre dans le cours inférieur du fleuve Ogooué au nord-ouest du Gabon et au sud de la Guinée Équatoriale, où on la trouve dans les ruisseaux forestiers, généralement en bancs sur les substrats sablonneux des zones à écoulement rapide.




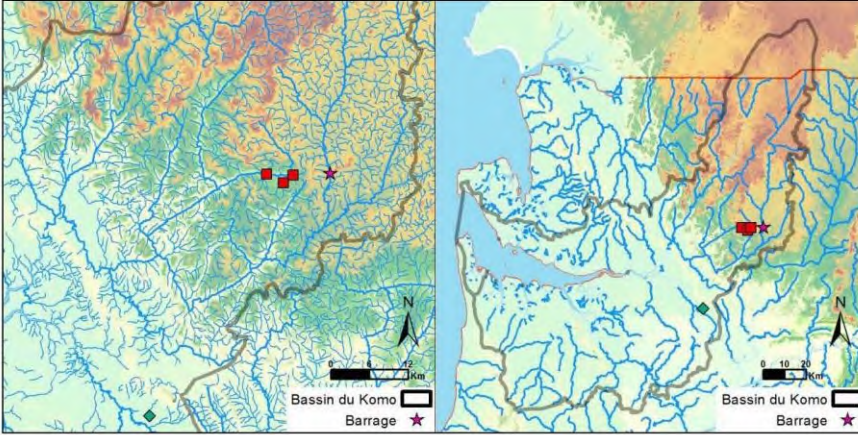
Occurrences :	Komo			Autres bassins
	Aval	Amont	Total	
Avant 2017				

	■	●		◆	1
TEREA	Komo	Tsibilé	Autres rivières		
Mission	●	■			3
Killie	●	■	◆ 3		

La faune ichtyologique – Ngoulmendjim-185


Poeciliidae	<i>Plataplochilus</i> sp. « Avébé »			
	Longueur maximale connue : cm LT			
	© L. Chirio			
Remarque : nouvelle espèce capturée par l'équipe « killies ».				
Statut UICN : données manquantes		DD	Statut : endémique du Gabon	
Milieu : eaux douces				
Habitat : benthopélagique			Migration :	
Pêcherie :		Aquaculture :		Aquarium :
Distribution : connu uniquement de la rivière Avébé dans le bassin du bassin du Komo.				
				
Occurrences :	Komo			Autres bassins
Avant 2017	Aval	Amont		Total
	■	●		◆
TEREA	Komo	Tsibilé	Autres rivières	
Mission	●	■		4
Killie	●	■	◆ 4	

186 - La faune ichthyologique – Ngoulmendjim

Poeciliidae	<i>Plataplochilus</i> sp. « Komo »				
	Longueur maximale connue : 4,5 cm LT				
	© L. Chirio				
Remarque : nouvelle espèce capturée par le équipes TERE. Connue avant les missions de 2017.					
Statut UICN : données manquantes		DD	Statut : endémique du Gabon		
Milieu : eaux douces					
Habitat : benthopélagique		Migration :			
Pêcherie :		Aquaculture :		Aquarium :	
Distribution : connu uniquement du bassin du Komo.					
					
Occurrences :	Komo				Autres bassins
Avant 2017	Aval	Amont		Total	
	■	●			◆
TEREA	Komo	Tsibilé	Autres rivières		
Mission	●	■ 3		4	
Killie	●	■	◆ 1		

La faune ichthyologique – Ngoulmendjim-187

• Perciformes

Polynemidae	<i>Galeoides decadactylus</i> (Bloch, 1795)
	Longueur maximale connue : 50,0 cm LT
	© Fishbase — R. P. Freitas


Statut UICN : quasi-menacé	NT	Statut : natif
-----------------------------------	-----------	-----------------------

Milieu : eaux saumâtres et marines

Habitat : démersal	Migration :
---------------------------	--------------------


Pêcherie : commercial	Aquaculture :	Aquarium :
------------------------------	----------------------	-------------------

Distribution : connu des côtes d'Afrique occidentale du Sénégal à l'Angola. Il pénètre dans les estuaires et en eau saumâtre.



Bassin du Komo
 Barrage ★

Occurrences :	Komo			Autres bassins
	Aval	Amont	Total	
Avant 2017	■ 1	●	1	◆ 3

Polynemidae	<i>Pentanemus quinquarius</i> (Linnaeus, 1758)
	Longueur maximale connue : 35,0 cm LT
	© Fishbase — H. Hiroyuki

Statut UICN : vulnérable (A2bd)	VU	Statut : natif
--	-----------	-----------------------

Milieu : eaux saumâtres et marines

Habitat : démersal	Migration :
---------------------------	--------------------

Pêcherie : hautement commercial	Aquaculture :	Aquarium :
--	----------------------	-------------------

Distribution : connu des côtes d'Afrique occidentale du Sénégal à l'Angola. Il pénètre dans les estuaires et en eau saumâtre.



Occurrences :	Komo			Autres bassins
	Aval	Amont	Total	
Avant 2017	■ 1	●	1	◆ 2

Polynemidae	<i>Polydactylus quadrifilis</i> (Cuvier, 1829)
-------------	--

	Longueur maximale connue : 200 cm LT
	© Fishbase — JJPhoto.dk

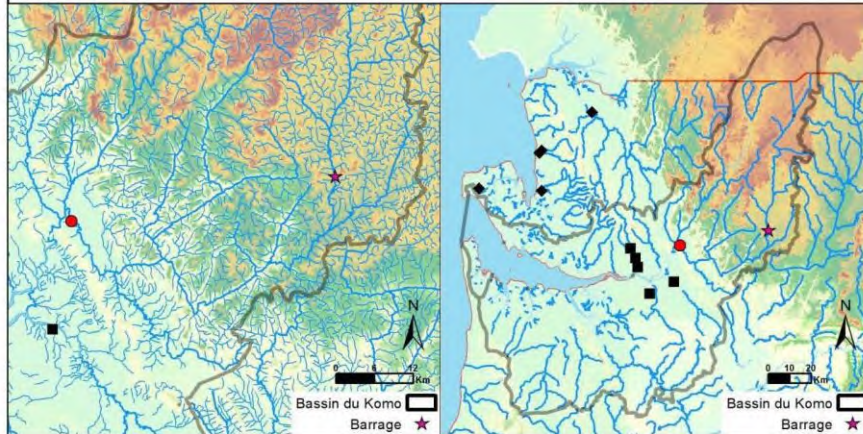
Statut UICN : préoccupation mineure	LC	Statut : natif
-------------------------------------	----	----------------

Milieu : tous types de milieux

Habitat : démersal	Migration :
--------------------	-------------

Pêcherie : commercial	Aquaculture :	Aquarium :
-----------------------	---------------	------------

Distribution : connu de la côte occidentale d'Afrique du Sénégal à l'Angola. Il entre dans les estuaires et peut occasionnellement être capturé en eau douce.



Occurrences :	Komo			Autres bassins
	Aval	Amont	Total	
Avant 2017	5	●	5	◆ 28
TEREA	Komo	Tsibilé	Autres rivières	
Mission	● 1	■		1
Killie	●	■	◆	

Polynemidae	<i>Pseudotolithus elongatus</i> (Bowdich, 1825)
-------------	---

	Longueur maximale connue : 47,0 cm LT
	© FAO

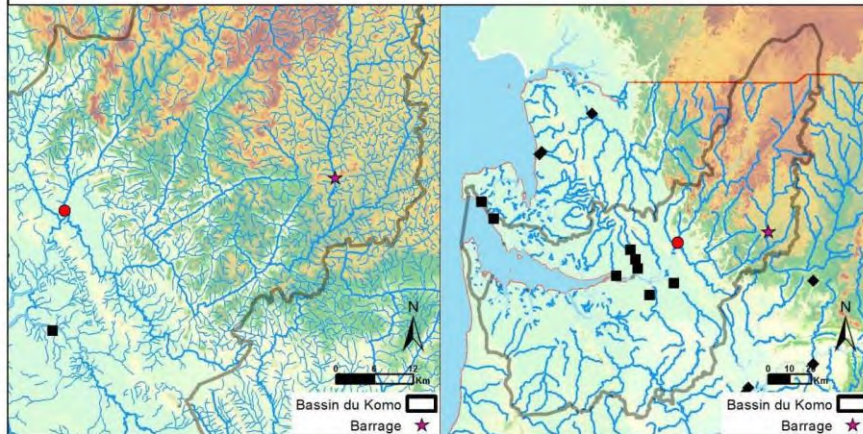
Statut UICN : préoccupation mineure	LC	Statut : natif
-------------------------------------	----	----------------

Milieu : tous types de milieux

Habitat : démersal	Migration :
--------------------	-------------

Pêcherie : commercial	Aquaculture :	Aquarium :
-----------------------	---------------	------------

Distribution : connu de la côte d'Afrique occidentale du Sénégal jusqu'au sud de l'Angola.



Occurrences :	Komo			Autres bassins
	Aval	Amont	Total	
Avant 2017	8	●	8	◆ 33
TEREA	Komo	Tsibilé	Autres rivières	
Mission	● 1	■		1
Killie	●	■	◆	

La faune ichthyologique – Ngoulmendjim-191

Annexe XI : ICHTYOFAUNE : Liste
systematique des espèces décrites du
Komo

La colonne TEREA indique la présence de l'espèce dans les captures.

Ordres	Famille	Espèces	Auteurs	TEREA
Elasmobranchii				
Myliobatiformes	Dasyatidae	<i>Fontitrygon ukpam</i>	(Smith, 1863)	
Actinopteri				
Osteoglossiformes	Arapaimidae	<i>Heterotis niloticus</i>	(Cuvier, 1829)	
	Mormyridae	<i>Boulengeromyrus knoepffleri</i>	Taverne & Géry, 1968	
		<i>Ivindomyrus marcheii</i>	(Sauvage, 1879)	1
		<i>Marcusenius moorii</i>	(Günther, 1867)	1
		<i>Mormyrops zanclirostris</i>	(Günther, 1867)	
		<i>Paramormyrops gabonensis</i>	Taverne, Thys van den Audenaerde & Heymer, 1977	1
		<i>Paramormyrops hopkinsi</i>	(Taverne & Thys van den Audenaerde, 1985)	
		<i>Paramormyrops kingsleyae</i>	(Günther, 1896)	1
		<i>Paramormyrops longicaudatus</i>	(Taverne, Thys van den Audenaerde, Heymer & Géry, 1977)	
		<i>Paramormyrops sphekodes</i>	(Sauvage, 1879)	1
		<i>Petrocephalus microphthalmus</i>	Pellegrin, 1909	1
<i>Petrocephalus simus</i>	Sauvage, 1879			
<i>Stomatorhinus walkeri</i>	(Günther, 1867)			
Clupeiformes	Clupeidae	<i>Ethmalosa fimbriata</i>	(Bowdich, 1825)	
		<i>Odaxothissa ansorgii</i>	(Linnaeus, 1758)	1
		<i>Pellonula leonensis</i>	Boulenger, 1916	1
	Pristigasteridae	<i>Ilisha africana</i>	(Bloch, 1795)	
Cypriniformes	Cyprinidae	<i>Enteromius brazzai</i>	(Pellegrin, 1901)	
		<i>Enteromius brichardi</i>	(Poll & Lambert, 1959)	1
		<i>Enteromius camptacanthus</i>	(Bleeker, 1863)	1
		<i>Enteromius guirali</i>	(Thominot, 1886)	
		<i>Enteromius holotaenia</i>	(Boulenger, 1904)	1
		<i>Enteromius jae</i>	(Boulenger, 1903)	1
		<i>Enteromius martorelli</i>	(Roman, 1971)	1
		<i>Enteromius prionacanthus</i>	(Mahnert & Géry, 1982)	
		<i>Enteromius rubrostigma</i>	(Poll & Lambert, 1964)	
		<i>Enteromius trispilomimus</i>	(Boulenger, 1907)	
		<i>Labeo annectens</i>	Boulenger, 1903	1
		<i>Labeo batesii</i>	Boulenger, 1911	
		<i>Labeobarbus batesii</i>	(Boulenger, 1903)	1
		<i>Labeobarbus caudovittatus</i>	(Boulenger, 1902)	1
		<i>Labeobarbus compiniei</i>	(Sauvage, 1879)	1
		<i>Labeobarbus malacanthus</i>	(Boulenger, 1904)	1
		<i>Labeobarbus micronema</i>	(Boulenger, 1903)	1
		<i>Labeobarbus progenys</i>	(Boulenger, 1903)	1
		<i>Opsaridium ubangiense</i>	(Pellegrin, 1901)	1
<i>Raiamas buchholzi</i>	(Peters, 1876)	1		
Characiformes	Alestidae	<i>Alestes macrophthalmus</i>	Günther, 1867	
		<i>Brachypetersius gabonensis</i>	Poll, 1967	
		<i>Brycinus kingsleyae</i>	(Günther, 1896)	1
		<i>Brycinus macrolepidotus</i>	Valenciennes, 1850	1
		<i>Brycinus opisthotaenia</i>	(Boulenger, 1903)	1
		<i>Brycinus taeniurus</i>	(Günther, 1867)	
		<i>Brycinus tholloni</i>	(Pellegrin, 1901)	
		<i>Bryconaethiops macrops</i>	Boulenger, 1920	
		<i>Bryconaethiops microstoma</i>	Günther, 1873	1
		<i>Bryconalestes longipinnis</i>	(Günther, 1864)	1
		<i>Nannopetersius ansorgii</i>	(Boulenger, 1910)	
		<i>Phenacogrammus aurantiacus</i>	(Pellegrin, 1930)	1
		Distichodontidae	<i>Distichodus hypostomatus</i>	Pellegrin, 1900
	<i>Distichodus notospilus</i>		Günther, 1867	
	<i>Monostichodus elongatus</i>		Vaillant, 1886	
	<i>Nannaethiops unitaeniatus</i>		Günther, 1872	
	<i>Nannocharax parvus</i>		Pellegrin, 1906	
	<i>Neolebias kerguennae</i>		Daget, 1980	
	<i>Neolebias trewavasae</i>		Poll & Gosse, 1963	
	<i>Neolebias unifasciatus</i>	Steindachner, 1894	1	
<i>Xenocharax spilurus</i>	Günther, 1867			
Hepsetidae	<i>Hepsetus kingsleyae</i>	Vreven, Decru & Snoeks, 2013		
	<i>Hepsetus lineatus</i>	(Pellegrin, 1926)	1	
Siluriformes	Amphiliidae	<i>Amphilius nigricaudatus</i>	Pellegrin, 1909	
		<i>Doumea typica</i>	Sauvage, 1879	1
		<i>Phractura brevicauda</i>	Boulenger, 1911	
		<i>Phractura longicauda</i>	Boulenger, 1903	1
	Ariidae	<i>Carlarius heudelotii</i>	(Valenciennes, 1840)	
	Clariidae	<i>Channallabes longicaudatus</i>	(Pappenheim, 1911)	1
		<i>Clarias buthupogon</i>	Sauvage, 1879	1
		<i>Clarias camerunensis</i>	Lönnberg, 1895	
		<i>Clarias gabonensis</i>	Günther, 1867	
		<i>Clarias gariepinus</i>	(Burchell, 1822)	
<i>Clarias jaensis</i>		Boulenger, 1909		

Ordres	Famille	Espèces	Auteurs	TEREA
		<i>Clarias pachynema</i> <i>Clarias platycephalus</i> <i>Heterobranchus longifilis</i>	Boulenger, 1903 Boulenger, 1902 Valenciennes, 1840	1
	Claroteidae	<i>Chrysichthys auratus</i> <i>Chrysichthys nigrodigitatus</i> <i>Chrysichthys thysi</i> <i>Notoglanidium macrostoma</i> <i>Parauchenoglanis balayi</i> <i>Parauchenoglanis punctatus</i>	(Geoffroy Saint-Hilaire, 1809) (Lacepède, 1803) Risch, 1985 (Pellegrin, 1909) (Sauvage, 1879) (Boulenger, 1902)	1 1 1 1
	Malapteruridae	<i>Malapterurus beninensis</i> <i>Malapterurus oguensis</i>	Murray, 1855 Sauvage, 1879	
	Mochokidae	<i>Atopochilus savognani</i> <i>Chiloglanis cameronensis</i> <i>Microsynodontis batesii</i> <i>Microsynodontis laevigata</i> <i>Synodontis albolineatus</i> <i>Synodontis batesii</i> <i>Synodontis tessmanni</i>	Sauvage, 1879 Boulenger, 1904 Boulenger, 1903 Ng, 2004 Pellegrin, 1924 Boulenger, 1907 Pappenheim, 1911	1 1 1 1
	Schilbeidae	<i>Parailia occidentalis</i> <i>Pareutropius debauwi</i> <i>Schilbe grenfelli</i> <i>Schilbe multitaeniatus</i>	(Pellegrin, 1901) (Boulenger, 1900) (Boulenger, 1900) (Pellegrin, 1913)	1 1 1 1
Syngnathiformes	Syngnathidae	<i>Enneacampus ansorgii</i> <i>Microphis aculeatus</i>	(Boulenger, 1910) (Kaup, 1856)	1
Gobiiformes	Eleotridae	<i>Bostrychus africanus</i> <i>Eleotris daganensis</i> <i>Eleotris vittata</i>	(Steindachner, 1879) Steindachner, 1870 Duméril, 1861	
	Gobiidae	<i>Awaous lateristriga</i>	(Duméril, 1861)	1
Synbranchiformes	Mastacembelidae	<i>Mastacembelus marcheii</i> <i>Mastacembelus niger</i>	Sauvage, 1879 Sauvage, 1879	1
Anabantiformes	Anabantidae	<i>Ctenopoma gabonense</i> <i>Ctenopoma kingsleyae</i> <i>Microctenopoma nanum</i>	Günther, 1896 Günther, 1896 (Günther, 1896)	1
	Channidae	<i>Parachanna obscura</i>	(Günther, 1861)	
Pleuronectiformes	Paralichthyidae	<i>Citharichthys stampflii</i>	(Steindachner, 1894)	
	Psettodidae	<i>Psettodes belcheri</i>	Bennett, 1831	
Cichliformes	Cichlidae	<i>Chromidotilapia kingsleyae</i> <i>Chromidotilapia mamonekenei</i> <i>Chromidotilapia mrac</i> <i>Coptodon guineensis</i> <i>Hemichromis elongatus</i> <i>Oreochromis niloticus</i> <i>Oreochromis schwebischi</i> <i>Parananochromis caudifasciatus</i> <i>Parananochromis gabonicus</i> <i>Parananochromis longirostris</i> <i>Pelmatolapia cabrae</i> <i>Sarotherodon nigripinnis</i>	Boulenger, 1898 Lamboj, 1999 Lamboj, 2002 (Günther, 1862) (Guichenot, 1861) (Linnaeus, 1758) (Sauvage, 1884) (Boulenger, 1913) (Trewavas, 1975) (Boulenger, 1903) (Boulenger, 1899) (Guichenot, 1861)	1 1 1 1 1 1 1
Cyprinodontiformes	Nothobranchiidae	<i>Aphyosemion (Episemion) callipteron</i> <i>Aphyosemion (Episemion) krystallinoron</i> <i>Aphyosemion alpha</i> <i>Aphyosemion cameronense</i> <i>Aphyosemion escherichi</i> <i>Aphyosemion etsamense</i> <i>Aphyosemion herzogi</i> <i>Aphyosemion kouamense</i> <i>Aphyosemion mimbon</i> <i>Aphyosemion striatum</i> <i>Epiplatys ansorgii</i> <i>Epiplatys multifasciatus</i> <i>Epiplatys neumanni</i> <i>Epiplatys sexfasciatus</i> <i>Epiplatys singa</i>	(Radda & Pürzl, 1987) Sonnenberg, Blum & Misof, 2006 Huber, 1998 (Boulenger, 1903) (Ahl, 1924) Sonnenberg & Blum, 2005 Radda, 1975 Legros, 1999 Huber, 1977 (Boulenger, 1911) (Boulenger, 1911) (Boulenger, 1913) Berkenkamp, 1993 Gill, 1862 (Boulenger, 1899)	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
	Poeciliidae	<i>Aplocheilichthys spilauchen</i> <i>Plataplochilus chalcopyrus</i> <i>Plataplochilus ngaensis</i> <i>Plataplochilus pulcher</i>	(Duméril, 1861) Lambert, 1963 (Ahl, 1924)	1 1 1
Mugiliformes	Mugilidae	<i>Neochelon falcipinnis</i>	(Valenciennes, 1836)	
Perciformes	Carangidae	<i>Caranx senegalus</i>	Cuvier, 1933	
	Ephippidae	<i>Chaetodipterus lippei</i>	Steindachner, 1895	
	Gerreidae	<i>Gerres nigri</i>	Günther, 1859	
	Haemulidae	<i>Pomadasys jubelini</i>	(Cuvier, 1830)	
	Lutjanidae	<i>Lutjanus dentatus</i>	(Duméril, 1861)	
	Monodactylidae	<i>Monodactylus sebae</i>	(Cuvier, 1829)	
	Polynemidae	<i>Galeoides decadactylus</i>	(Bloch, 1795)	

Ordres	Famille	Espèces	Auteurs	TEREA
		<i>Pentanemus quinquarius</i>	(Linnaeus, 1758)	1
		<i>Polydactylus quadrifilis</i>	(Cuvier, 1829)	
	Sciaenidae	<i>Pseudolithus elongatus</i>	(Bowdich, 1825)	1
		<i>Pseudolithus epipecus</i>	(Bleeker, 1863)	
		<i>Pseudolithus typus</i>	Bleeker, 1863	

Annexe XII : ICHTYOFAUNE / Killies :
Liste des espèces recensées

- **N.B.** : les espèces notées en noir ont été identifiées en mission de saison sèche ; les espèces notées en rouge ont été identifiées en mission de saison des pluies

- **N.B.** : les 3 espèces surlignées en vert sont nouvelles pour la science ; les 5 espèces surlignées en jaune sont potentiellement nouvelles pour la science

Famille / Espèce

Aplocheiliidae

Aphyoplatys sp.

Aphyosemion cf callipteron Radda & Pürzl 1987

Aphyosemion cameronense (Boulenger, 1903)

Aphyosemion escherichi (Ahl, 1903)

Aphyosemion cf etsamense Sonnenberg & Blum, 2005

Aphyosemion herzogi Radda 1975

Aphyosemion mimbon Huber 1977

Aphyosemion striatum (Boulenger, 1911)

Epiplatys cf ansorgii (Boulenger, 1911)

Epiplatys cf multifasciatus (Boulenger, 1913)

Epiplatys sexfasciatus Gill 1862

Epiplatys singa (Boulenger, 1899)

Procatopodidae

Aplocheilichthys spilauchen (Duméril 1859)

Aplocheilichthys sp. Avébé

Plataplochilus ngaensis (Ahl 1924)

Plataplochilus pulcher Lambert 1967

Plataplochilus sp. Avebe

Plataplochilus sp. Koma

**Annexe XIII : FLORE / Espèces
menacées : rapport de la revue
bibliographique préliminaire (Desktop
study)**

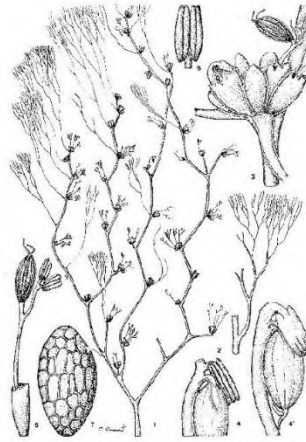
Projet d'aménagement hydroélectrique de Ngoulmendjim

Rapport d'étude préliminaire (desktop study)

Préparé par :

Ehoarn Bidault, Tariq Stévant, Gilles Dauby & Porter P. Lowry II

Missouri Botanical Garden (MBG), Africa and Madagascar Department,
P.O. Box 299, 63166-0299, St. Louis, Missouri, USA
Pete.lowry@mobot.org, +32 494632253



Pl. 25. — *Ledermannia leontal* (Pellagria) C. Cosson. 1, vue générale $\times 1$; 2, feuille $\times 3$; 3, inflorescence $\times 10$; 4, 5, deux aspects de la spathe $\times 25$; 6, fleur épanouie $\times 8$; 7, ovaire $\times 25$; 8, grain $\times 200$. (Le Jardin Bot. de Villiers-Bois).

Préparé pour :
TEREA

Novembre 2017



MISSOURI
BOTANICAL
GARDEN

Table des matières

1.0	Résumé.....	5
2.0	Introduction	8
2.1	Contexte.....	8
2.2	Objectifs	9
3.0	Revue de la littérature	9
3.1	Végétation.....	9
3.2	Flore	15
4.0	Méthodes	16
4.1	Définition des aires d'étude.....	16
4.2	Bases de données.....	18
4.3	“Rapid Red Listing”.....	19
5.0	Résultats.....	21
5.1	Empreinte du projet (Z1).....	21
5.2	Aire d'étude restreinte (Z2)	25
5.3	Aire d'étude large (Z3)	29
5.4	Présentation de quelques espèces potentiellement menacées.....	32
5.4.1	<i>Grewia drummondiana</i> Sprague (Malvaceae)	32
5.4.2	<i>Ledermanniella letestui</i> (Pellegr.) Cusset (Podostemaceae).....	35
5.4.3	<i>Begonia erectotricha</i> Sosef (Begoniaceae).....	36
5.4.4	<i>Rhaphiostylis fusca</i> Pierre (Icacinaceae)	37
5.4.5	<i>Sirdavidia solannona</i> Couvreur & Sauquet (Annonaceae).....	40
5.4.6	<i>Agelaea gabonensis</i> Jongkind (Connaraceae).....	41
5.4.7	<i>Bridelia wilksii</i> Breteler (Phyllanthaceae).....	42
5.4.8	<i>Isomacrolobium hallei</i> Aubrév. (Fabaceae).....	44
5.4.9	<i>Microcalamus convallarioides</i> Stapf (Poaceae).....	47
6.0	Conclusion.....	49
7.0	Bibliographie	51
	Annexe.....	54

Figures

Figure 1. Principales régions montagneuses ou paysages collinaires du Gabon. 1 : Monts de Cristal ; 2 : Monts de Ndjolé ; 3 : Monts Koumounabwali ; 4 : Massif Du Chaillu ; 5 : Monts Doudou ; 6 : Mayombe ; 7 : Monts Bélinga.	10
Figure 2. Types de végétation dominants, schématisés et définies par Caballé (1979). La flèche indique la zone concernée par le projet (en rouge). FDH semp. : Forêts denses humides sempervirentes.....	11
Figure 3. Données d'inventaires des communautés d'arbres disponibles et analysées lors de différentes travaux réalisées dans le cadre du Programme Régional pour l'Environnement en Afrique Centrale. En rouge : zone du projet. Les parcs nationaux sont délimités en bleu.	12
Figure 4. Variation de la composition floristique au sein des données d'inventaires (voir Figure 3) examinée à l'aide d'une analyse factorielle des correspondances non symétrique. La figure du dessus montre la position des espèces selon les deux premiers axes de l'ordination. Les deux cartes représentent la localisation des données d'inventaires dans l'espace géographique (les axes x et y sont exprimés en degré décimal) et les valeurs représentent la position des données d'inventaires selon les deux premiers axes de l'ordination. Ainsi, les valeurs négatives de l'axe 1 indiquent l'abondance de l'Okoumé.	13
Figure 5. Diversité locale au sein des données d'inventaires de la concession SEEF estimée par le nombre équivalent d'espèce (k=2) (Stévant & Dauby 2011, Dauby <i>et al.</i> 2014).....	14
Figure 6. Boxplots des diversités locales estimée sur la base des données de transects récoltées dans plusieurs localités du Gabon (voir Figure 3 pour les données dans les Monts de Cristal) et par le nombre équivalent d'espèce (k=2) (Stévant & Dauby 2011, Dauby <i>et al.</i> 2014). La localité E (en rouge) se réfère à celle située dans la partie sud de la concession SEEF (Figure 3).	14
Figure 7. Carte de l'effort d'échantillonnage au Gabon selon les données de RainBio (2015), développée par Nicolas Texier (MBG/ULB). La zone du projet de Ngoulmendjim est entourée en bleu.	16
Figure 8. Localisation des trois aires d'étude au Gabon.	17
Figure 9. Localisation des 676 spécimens en herbier collectés sur l'empreinte du projet.	22
Figure 10. Localisation des 8 359 spécimens en herbier collectés dans l'aire d'étude restreinte (Z2).	26
Figure 11. Localisation des 10 650 spécimens en herbier collectés dans l'aire d'étude large (Z3).	30
Figure 12. Spécimen type de <i>G. drummondiana</i> (Bates 459, disponible à l'adresse http://specimens.kew.org/herbarium/K000241799).	34
Figure 13. Dessin original de <i>Ledermanniella letestui</i> publié dans Cusset (1984.	36
Figure 14. <i>Begonia erectotricha</i> , photo du specimen Stévant <i>et al.</i> 4789, récolté à Mabounié, près de Lambaréné.....	37
Figure 15. <i>Rhaphiostylis fusca</i> , image de l'échantillon récolté par le R.P. Klaine (numéro 387) dans l'Ogooué mais sans localité précise, en 1898.....	39
Figure 16. <i>Sirdavidia solannona</i> , détail de la fleur, échantillon Couvreur 596 récolté entre Kingué et Tchimbélé en 2013.	40
Figure 17. Dessin original de <i>Agelaea gabonensis</i> , paru dans Jongkind (1991).....	42
Figure 18. Dessin original de <i>Bridelia wilksii</i> par Hans de Vries, paru dans Breteler (2011).	44
Figure 19. <i>Isomacrolobium hallei</i> , image de l'échantillon Leal 548, récolté dans les Monts de Cristal (accessible à l'adresse http://data.biodiversitydata.nl/naturalis/specimen/WAG.1627889).....	46

Figure 20. *Microcalamus convallarioides*, image du spécimen N. Hallé 2259, récolté au chantier Abanga (accessible à l'adresse <http://coldb.mnhn.fr/catalognumber/mnhn/p/p03652899>)..... 48

Tableaux

Tableau 1. Les 26 espèces identifiées par l'analyse préliminaire comme étant potentiellement menacées, présentes sur l'empreinte du projet. La catégorie UICN préliminaire est donnée pour chacune d'entre elle après vérification manuelle des résultats du « Rapid Red Listing ». Le nombre de <i>locations</i> sensu UICN est indiqué, ainsi que les pays où ces espèces sont trouvées.	23
Tableau 2. Les 65 familles récoltées dans l'aire d'étude restreinte qui comportent des espèces identifiées comme potentiellement menacées lors de cette étude. Le nombre total d'espèces récoltées dans la zone pour chaque famille est donné, ainsi que le nombre d'espèces potentiellement menacées.	27
Tableau 3. Les 67 familles récoltées dans l'aire d'étude restreinte (Z3) qui comportent des espèces identifiées comme potentiellement menacées lors de cette étude. Le nombre total d'espèces récoltées dans la zone pour chaque famille est donné, ainsi que le nombre d'espèces potentiellement menacées. Les 28 familles représentées chacune par une seule espèce potentiellement menacée ont été groupées pour faciliter la lecture.....	31

Illustration de première page : *dessin original de Ledermanniella letestui publié dans Cusset (1984).*

Comment citer ce rapport : Bidault, E., Stévant, T., Dauby G., Lowry, P.P., 2017. *Projet d'aménagement hydroélectrique de Ngoulmendjim. Rapport d'étude préliminaire. Missouri Botanical Garden, Saint-Louis (U.S.A.) & Bruxelles (Belgique). 55 pp.*

1.0 RESUME

Dans le cadre du projet de construction de l'ouvrage hydroélectrique de Ngoulmendjim au Gabon, la société TERE A a été chargée de l'étude de l'état initial du milieu naturel des sites de Ngoulmendjim (province de l'Estuaire) et Dibwangui (province de la Ngounié), pour le compte du consortium FGIS (Fond Gabonais d'Investissement Stratégique) / ERANOVE. Dans le cadre de la réalisation de cette étude, TERE A a fait appel au MBG pour la réalisation de la l'identification des espèces de plantes menacées. Ce rapport présente la première partie des prestations requises par le contrat, à savoir une étude préliminaire consistant en une extraction, une analyse et une interprétation des bases de données disponibles au sens du standard international PS6 de la SFI.

Une étude de la littérature a été réalisée. Le site est inclus dans les forêts des Monts de Cristal qui sont généralement décrites comme appartenant à un type forestier « de la bordure cristalline, riche en espèces d'arbres à bois dur appartenant à la sous-famille des Caesalpinioidea » (Nicolas 1977) également dénommé « forêts denses humides sempervirentes des reliefs et plateaux de l'intérieur » (Caballé 1979, Figure 2). L'analyse des inventaires forestiers reconnaît deux types forestiers.

Malgré un effort d'échantillonnage particulièrement élevé dans les Monts de Cristal, de nouvelles espèces y sont encore régulièrement signalées. Parmi les découvertes les plus inattendues, il faut signaler la découverte d'un nouveau genre d'Annonaceae (*Sirdavidia*) dans une des localités les plus échantillonnées de la zone (Couvreur *et al.* 2015). En fait, la très grande majorité des collectes ne concernent qu'une petite partie des Monts de Cristal : la zone aux alentours des sites de barrages de Tchimbélé et Kinguélé, et la concession SEEF a été très largement négligée par les botanistes.

Compte tenu de l'échantillonnage très limité dans la partie des Monts de Cristal qui abrite l'empreinte du barrage, en particulier dans la zone de retenue, nous avons adopté une approche en trois zones de tailles différentes, représentant trois probabilités de présence. Les trois aires d'étude retenues sont : la première (Z1), d'une superficie de 460 km², est la plus restrictive, s'agissant de l'empreinte du projet, définie comme étant la zone englobant toutes les infrastructures proposées, les projections des réservoirs du futur barrage, des affluents avals de la retenue et des voies d'accès. La seconde aire (Z2) est dite « restreinte » et représente une zone de 4 500 km² englobant les contreforts sud du massif des Monts de Cristal ainsi que les vallées de Nougmlendjim et Tchimbélé, qui devraient posséder un assemblage floristique et un type de végétation (forêts denses de terre ferme) relativement homogènes. Enfin, l'aire d'étude dite « large » (Z3) représente l'intégralité des Monts de Cristal gabonais à l'exception du plateau de Médouneu, soit une zone d'environ 7 500 km².

Pour ces trois aires d'étude, les données botaniques issues des bases de données RainBio, Tropicos et Gbif ont été extraites. De ces bases ont été extraites 676 récoltes au sein de l'empreinte du projet, représentant 325 taxons. Pour l'aire d'étude restreinte, 8 359 récoltes géolocalisées, représentant 1 643 taxons, ont été extraites. Pour l'aire d'étude large, 10 650 récoltes géolocalisées, représentant 1 860 taxons, ont été extraites.

Pour l'ensemble de ces taxons, la routine ConR a été utilisée pour évaluer le statut de menace préliminaire selon les catégories et critères de la Liste Rouge (méthode de « Rapid Red Listing »), en se focalisant sur le Critère B et les taxons de rang spécifique. Après vérification de l'ensemble des résultats obtenus par la routine concernant l'empreinte du projet et l'incorporation des spécimens de la base de données Sonnerat du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris, il apparaît que **26 espèces potentiellement menacées** sont connues de l'empreinte du projet (1 CR?, 8 EN ? et 17 VU ?), 207 espèces potentiellement menacées sont connues de l'aire d'étude restreinte (9 CR?, 85 EN ? et 113 VU ?), dont 181 ont une probabilité forte d'être présentes sur l'empreinte mais n'y sont

pas encore attestées, et 253 espèces potentiellement menacées sont connues de l'aire d'étude large (12 CR?, 106 EN? et 135 VU?), dont 46 ont une probabilité moyenne d'être présentes sur l'empreinte, et n'y sont pas encore attestées (voir Tableau A ci-dessous).

Tableau A. Pour chaque zone d'étude, les nombres de récoltes disponibles, de taxons collectés, d'espèces préliminairement évaluées comme CR? (en danger critique), EN? (en danger d'extinction) et VU? (vulnérable), et nombre total d'espèces préliminairement évaluées comme menacées, dont le nombre d'entre elles uniquement représentées dans la zone.

	Empreinte du projet (Z1)	Zone d'étude restreinte (Z2)	Zone d'étude large (Z3)
Récoltes	676	8 359	10 650
Taxons	325	1 643	1 860
CR?	1	9	12
EN?	8	85	106
VU?	17	113	135
Total	26	207	253
Dont uniques à la zone	26	181	46

Les 26 espèces potentiellement menacées dont la présence est attestée sur le site sont présentées dans le Tableau B ci-dessous, reproduit dans la partie 5.1 du corps du rapport.

Les cas de la seule espèce CR? et des 8 espèces EN? signalées sur l'empreinte du projet sont développés plus en détails dans la partie 5.4 du rapport. Parmi celles-ci, *Grewia drummondiana* et *Rhaphiostylis fusca* sont des espèces rares dont les sous-populations respectivement observées en 1896 et 1969 sur le site devraient être retrouvées et documentées. *Isomacrolobium hallei*, *Begonia erectotricha*, et *Bridelia wilksii* sont relativement abondantes dans les Monts de Cristal, mais leur distribution est très limitée et devraient être recherchée en dehors du site. *Ledermanniella letestui* est une espèce aquatique de la famille des Podostemaceae dont le centre de diversité se trouve en Afrique centrale et qui est représenté par de nombreuses espèces à la distribution très limitée. Ces espèces représentent actuellement les enjeux connus les plus importants en terme de conservation pour la flore, **et en particulier *Grewia drummondiana*, non documentée depuis 1896, et l'espèce aquatique *Ledermanniella letestui*, donc l'habitat très sélectif la rend à priori sensible à toute forme de perturbations de la qualité de son habitat, les petites rivières aux eaux claires.**

Tableau B. Les 26 espèces identifiées par l'analyse préliminaire comme étant potentiellement menacées et présentes sur l'empreinte du projet. La catégorie UICN préliminaire est donnée pour chacune d'entre elle après vérification manuelle des résultats du « Rapid Red Listing ». Le nombre de locations sensu UICN est indiqué, ainsi que les pays où ces espèces sont trouvées.

Famille	Espèce	UICN préliminaire	Nb de locations	Pays
Malvaceae	<i>Grewia drummondiana</i>	CR?	1	Gabon
Connaraceae	<i>Agelaea gabonensis</i>	EN?	5	Gabon
Begoniaceae	<i>Begonia erectotricha</i>	EN?	5	Gabon
Phyllanthaceae	<i>Bridelia wilksii</i>	EN?	3	Gabon

Fabaceae	<i>Isomacrobium hallei</i>	EN?	5	Gabon
Podostemaceae	<i>Ledermanniella letestui</i>	EN?	4	Gabon
Poaceae	<i>Microcalamus convallarioides</i>	EN?	5	Gabon
Icacinaceae	<i>Rhaphiostylis fusca</i>	EN?	5	Gabon, RDC, Côte d'Ivoire
Solanaceae	<i>Sirdavidia solannona</i>	EN?	2	Gabon
Melastomataceae	<i>Amphiblemma setosum</i>	VU?	7-8	Gabon
Melastomataceae	<i>Amphiblemma soyauxii</i>	VU?	8	Gabon, Cameroun
Gentianaceae	<i>Anthocleista laxiflora</i>	VU?	6	Gabon, Guinée Equatoriale, Congo
Begoniaceae	<i>Begonia heterochroma</i>	VU?	7-8	Gabon, Cameroun
Araceae	<i>Culcasia rotundifolia</i>	VU?	7	Gabon, Guinée Equatoriale
Cyperaceae	<i>Cyperus cataractarum</i>	VU?	7-8	Gabon, Cameroun, Nigeria
Rubiaceae	<i>Gaertnera gabonensis</i>	VU?	7	Gabon
Balsaminaceae	<i>Impatiens pseudomacroptera</i>	VU?	7	Gabon
Dryopteridaceae	<i>Lastreopsis davalliaeformis</i>	VU?	9-10	Gabon, Guinée Equatoriale, Cameroun, RDC
Podostemaceae	<i>Ledermanniella cristata</i>	VU?	9	Gabon, Cameroun, Congo-Brazzaville, République Centrafricaine, Angola
Cyperaceae	<i>Mapania secans</i>	VU?	9	Gabon, Cameroun
Sapotaceae	<i>Neolemonniera batesii</i>	VU?	8	Gabon, Guinée Equatoriale, Cameroun, Côte d'Ivoire
Rubiaceae	<i>Pavetta mayumbensis</i>	VU?	6-7	Gabon, Cameroun, Angola
Rubiaceae	<i>Pavetta stemonogyne</i>	VU?	9	Gabon, Cameroun
Orchidaceae	<i>Polystachya bipoda</i>	VU?	7	Gabon, Guinée Equatoriale, Cameroun
Rubiaceae	<i>Rutidea ferruginea</i>	VU?	7	Gabon, Guinée Equatoriale, Cameroun
Pteridaceae	<i>Vittaria schaeferi</i>	VU?	8	Gabon, Cameroun

2.0 INTRODUCTION

2.1 Contexte

Dans le cadre du projet de construction de l'ouvrage hydroélectrique de Ngoulmendjim au Gabon (province de l'Estuaire), la société TERE A a été chargée de l'étude de l'état initial du milieu naturel pour le compte du consortium FGIS (Fond Gabonais d'Investissement Stratégique) / ERANOVE. Dans le cadre de la réalisation de cette étude, TERE A a fait appel au MBG pour la réalisation de l'identification des espèces de plantes menacées.

L'expertise apportée par le MBG doit permettre d'inventorier la flore menacée du site en mettant notamment l'accent sur les espèces importantes au niveau biologique (rareté, statut de protection / conservation à une échelle nationale, sous régionale et internationale, etc.) et sur la flore des cascades. Cette expertise sera réalisée par des missions de terrain permettant de tenir compte de la saisonnalité, et une revue bibliographique. Les études menées devront répondre aux standards de la SFI.

Ces conclusions serviront d'indicateurs de sensibilité et ce sont ces habitats et ces espèces qui feront l'objet d'attentions particulières lors de l'étude d'impacts (qui fera l'objet d'un projet distinct du consortium) et notamment pour la définition des mesures correctrices.

L'étendue géographique de la mission :

Sur l'ensemble des périmètres du site de Ngoulmendjim, la Zone d'Etude correspond à l'ensemble des zones susceptibles d'être impactées par le projet, à savoir :

- emprise du réservoir,
- affluents au réservoir,
- tronçons de cours d'eau aval barrage et aval usine jusqu'au prochain affluent important,
- itinéraires de migration lorsque possible,
- zones annexes au projet principal, sous réserve que ces annexes soient dans le périmètre immédiat de la zone d'emprise du barrage (ligne d'évacuation du courant, zones d'emprunt et de décharge des matériaux, canalisations, canaux, pistes d'accès, bâtiments divers, base vie des travailleurs pendant le chantier de construction, ...)

Les prestations confiées au MBG sont les suivantes :

- Réalisation d'une étude préliminaire consistant en une extraction, une analyse et une interprétation de la base de données TROPICOS du MBG au sens du standard international PS6 de la SFI.
- Réalisation d'une expertise de terrain de la flore et des végétations. Cette expertise implique la réalisation d'une mission de terrain sur l'aire d'étude ;
- Compiler et analyser les données ainsi recueillies, et fournir les conclusions nécessaires à la conduite de l'étude d'impact en référence au standard international PS6 de la SFI ;
- Conduire des évaluations formelles selon les catégories et critères de la Liste Rouge de l'UICN pour les espèces potentiellement menacées identifiées sur le site ;
- De participer à tout échange avec TERE A quant au sujet d'expertise.

Ce rapport représente la première partie de l'étude globale, c'est-à-dire l'étude préliminaire (« desktop analysis »).

2.2 Objectifs

Comme nous le verrons par la suite, les Monts de Cristal dans leur ensemble font partie des zones les plus privilégiées pour l'exploration dans l'histoire de la botanique au Gabon. Ainsi, de nombreuses espèces ont déjà été identifiées dans la région, mais l'essentiel des collectes ont été effectuées entre Kinguélé et Tchimbélé.

Les objectifs de cette étude préliminaire sont donc premièrement d'identifier les espèces potentiellement menacées selon les critères de la Liste Rouge de l'UICN présentes sur le site et susceptibles d'être impactées par le développement du projet, à partir des données historiques disponibles dans les différentes bases de données regroupant des informations de récoltes botaniques en Afrique centrale en général, et au Gabon en particulier. Identifier ces espèces est une étape essentielle qui permettra de les cibler en particulier lors des inventaires de terrain en saison humide en 2017. Il sera alors plus aisé de collecter des informations essentielles sur des espèces rares et souvent mal connues, en vue d'une gestion la plus efficace possible des risques que le projet pourrait faire encourir aux sous-populations de ces espèces.

L'objectif de cette étude préliminaire est, en outre, d'identifier les espèces potentiellement menacées selon les critères de la Liste Rouge de l'UICN qui sont potentiellement présentes sur le site, car documentées à proximité et dans des habitats similaires, au sein d'une aire d'étude définie lors de cette étude. De la même manière, même si ces espèces n'ont pas été documentées formellement sur le site dans les données historiques ou la littérature, elles seront recherchées sur le terrain.

3.0 REVUE DE LA LITTÉRATURE

3.1 Végétation

Le Gabon, par sa superficie de 262 090 km² et ses 1,3 millions d'habitants, est le pays le moins densément peuplé de la sous-région du bassin du Congo (5 hab/km²) (Chevalier *et al.* 2009). Les forêts couvrent environ 80 % de sa superficie, soit à peu près 21 millions d'hectares (Mayaux *et al.* 2004), le reste étant couvert par des formations herbeuses, des lacs et des milieux urbanisés (Nicolas 1977).

Du point de vue géomorphologique, le Gabon peut se diviser en trois sous-ensembles :

- le bassin sédimentaire, à l'ouest;
- le plateau continental, principalement constitué de roches précambriennes et de granites;
- le rebord montagneux central, inséré entre les deux sous-ensembles précédents et qui inclut la zone d'intérêt du projet d'aménagement.

Le rebord montagneux est constitué de roches précambriennes. Au nord de l'Ogooué, il constitue les **Monts de Cristal** et son prolongement au sud les Monts de Ndjolé. Ces massifs montagneux qui dépassent rarement 800 m d'altitude (maximum 1 024 m) présentent une topographie très accidentée sur la façade ouest, et plus aplanie au fur et à mesure que l'on s'approche du plateau continental (Martin *et al.* 1981). Au sud de l'Ogooué, la situation est plus complexe. Dans la région à l'ouest du fleuve Ngounié, on retrouve plusieurs petits massifs de hautes collines (maximum 800 m) qui contrastent avec les plaines littorales (monts Doudou, massif du Koumounabwali). A l'est du

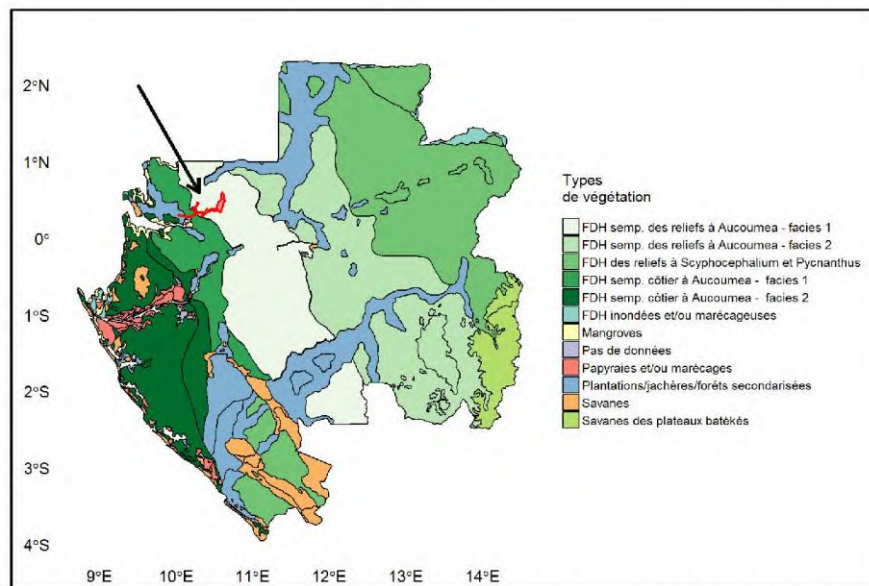


Figure 2. Types de végétation dominants, schématisés et définies par Caballé (1979). La flèche indique la zone concernée par le projet (en rouge). FDH semp. : Forêts denses humides sempervirentes.

Ce n'est qu'en 2000 que plusieurs études se sont focalisées sur la caractérisation des types de végétation et de la diversité végétale des forêts à l'échelle des Monts de Cristal, notamment dans le cadre du Programme Régional pour l'Environnement en Afrique Centrale (CARPE). Plusieurs travaux ont ainsi été réalisés par le Missouri Botanical Garden en collaboration avec l'Herbier National du Gabon, la Wildlife Conservation Society (WCS), le bureau d'études Sylvafrica, le Smithsonian Institute et l'Université Libre de Bruxelles.

Ceux-ci ont permis de grandement améliorer notre connaissance de la diversité végétale et de la composition floristique des communautés d'arbres de cette région (Sunderland *et al.* 2004, Stévant & Dauby 2011) grâce à la récolte et l'analyse de trois types de données d'inventaires (Figure 3) :

- (1) 36 transects réparties dans 7 localités (Stévant & Dauby 2011, Dauby 2012) ;
- (2) inventaires forestiers réalisés dans le cadre des aménagements de la concession forestière SEEF (Figure 3) ;
- (3) cinq parcelles de 1 hectare dans lesquelles ont été inventoriés tous les arbres d'un diamètre à hauteur de poitrine supérieur à 5 cm (Sunderland *et al.* 2004).

Ces données ont également été comparées avec les données d'autres régions du Gabon et Cameroun (Gonmadje *et al.* 2012, Dauby *et al.* 2014) permettant ainsi d'appréhender la diversité végétale des Monts de Cristal dans un contexte régional.

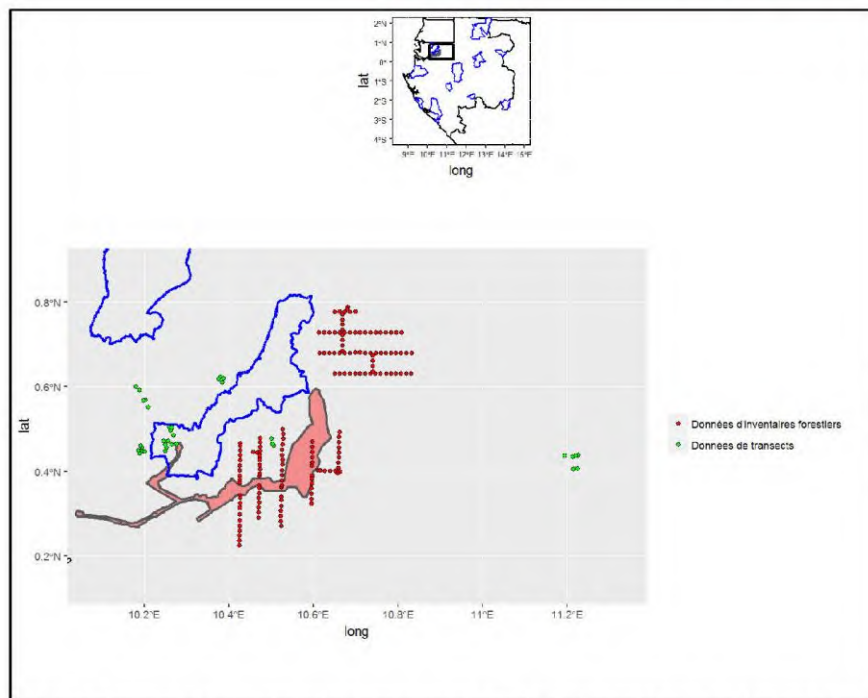


Figure 3. Données d'inventaires des communautés d'arbres disponibles et analysées lors de différentes travaux réalisées dans le cadre du Programme Régional pour l'Environnement en Afrique Centrale. En rouge : zone du projet. Les parcs nationaux sont délimités en bleu.

L'analyse des données d'inventaires forestiers par une méthode d'ordination (Figure 4) a permis de distinguer un type de forêt dominé par l'Okoumé. Ces forêts sont particulièrement bien représentées à l'Est du Parc National des Monts de Cristal. Un deuxième type de forêt confiné au sud de la concession SEEF est caractérisé par la dominance de *Coelocaryon preussii* (Myristicaceae).

Le type forestier dominé par l'Okoumé est également caractérisé par de faibles valeurs de diversité locale (Figure 5). Les forêts les plus diversifiées localement sont présentes dans la partie sud de la concession SEEF qui est également celle concernée par le projet (Figure 3).

Au sein du Gabon, les forêts des Monts de Cristal présentent les valeurs de diversité locale parmi les plus élevées du pays (Figure 6, Dauby *et al.* 2014).

Les forêts des Monts de Cristal semblent présenter une plus grande affinité floristique avec les localités du Monte Mitra (sud du Rio Muni) et de Waka (nord ouest du Massif Du Chaillu) (Gonmadje *et al.* 2012).

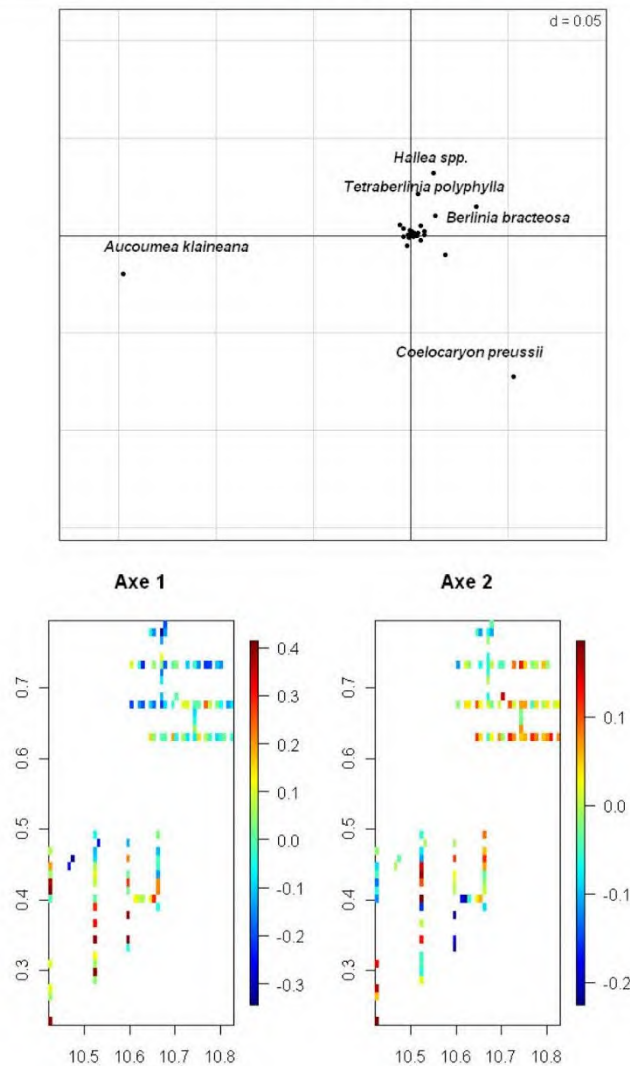


Figure 4. Variation de la composition floristique au sein des données d'inventaires (voir Figure 3) examinée à l'aide d'une analyse factorielle des correspondances non symétrique. La figure du dessus montre la position des espèces selon les deux premiers axes de l'ordination. Les deux cartes représentent la localisation des données d'inventaires dans l'espace géographique (les axes x et y sont exprimés en degré décimal) et les valeurs représentent la position des données d'inventaires selon les deux premiers axes de l'ordination. Ainsi, les valeurs négatives de l'axe 1 indiquent l'abondance de l'Okoumé.

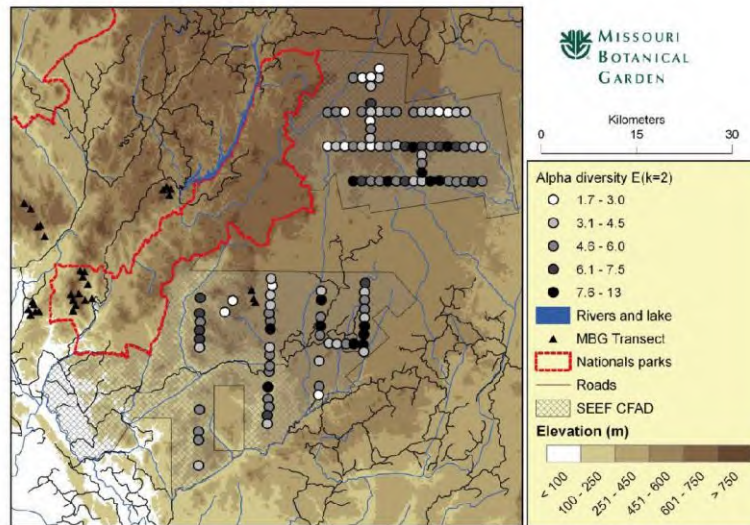


Figure 5. Diversité locale au sein des données d'inventaires de la concession SEEF estimée par le nombre équivalent d'espèce ($k=2$) (Stévant & Dauby 2011, Dauby *et al.* 2014).

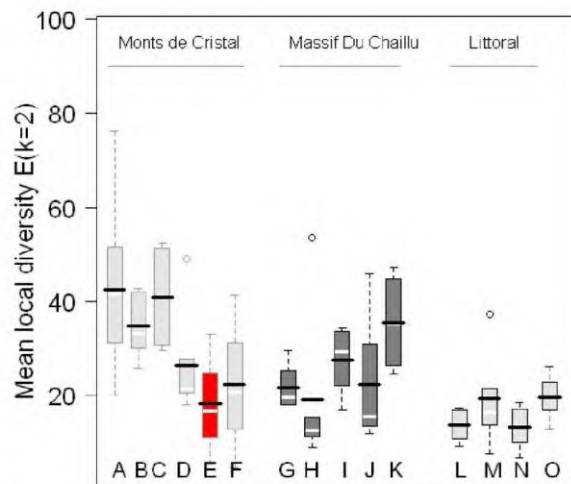


Figure 6. Boxplots des diversités locales estimée sur la base des données de transects récoltées dans plusieurs localités du Gabon (voir Figure 3 pour les données dans les Monts de Cristal) et par le nombre équivalent d'espèce ($k=2$) (Stévant & Dauby 2011, Dauby *et al.* 2014). La localité E (en rouge) se réfère à celle située dans la partie sud de la concession SEEF (Figure 3).

3.2 Flore

Selon Sosef *et al.* (2017), 5 236 espèces de plantes vasculaires sont recensées au Gabon, dont un peu plus de 10% sont endémiques. Le Gabon est le pays dont la flore a été la mieux échantillonnée (Sosef *et al.* 2017) comparativement aux autres pays d'Afrique centrale (Cameroun, Guinée Equatoriale, République Centrafricaine, République du Congo, République Démocratique du Congo, Sao Tomé & Príncipe). Néanmoins, l'effort d'échantillonnage reste très hétérogène : si les Monts de Cristal représentent probablement la région la mieux connue du Gabon, d'autres zones sont quasiment exemptes de toute récolte botanique (Lachenaud *et al.* 2017, sous presse).

Echantillonnage

Historiquement, l'exploration du Gabon par les européens, amenant avec eux les premiers naturalistes dont les inventaires nous sont parvenus, a été faite d'abord par la côte du pays. Une fois que les côtes étaient cartographiées, les explorateurs s'enfonçaient plus en avant dans les terres, mais en privilégiant toujours les voies fluviales, souvent plus faciles à suivre que les voies terrestres. De fait, les montagnes gabonaises n'ont été explorées que tardivement. La bordure occidentale des Monts de Cristal fait cependant exception. Les premières récoltes botaniques datent des expéditions de Gustav Maan à la fin du XIX^e siècle. Par la suite, les Monts de Cristal ont été très régulièrement explorés par les botanistes. Ce qui peut s'expliquer par la facilité d'accès et la réputation d'une flore très diversifiée. Aujourd'hui cette région fait partie des localités dont la flore est la mieux échantillonnée du pays. Il convient de noter cependant que la très grande majorité de ces collectes ne concernent qu'une petite partie des Monts de Cristal : la zone aux alentours des sites de barrages de Tchimbélé et Kinguélé. La partie nord des Monts de Cristal (secteur du Mont Séni) est nettement moins connue.

Diversité taxonomique et endémisme

Les Monts de Cristal sont souvent soulignés comme étant un centre d'endémisme floristique (Dauby *et al.* 2014, Janssens *et al.* 2008). La présence de nombreuses espèces endémiques et la richesse floristique importante, que ce soit à l'échelle régionale ou locale (voir paragraphe consacrée à la végétation) sont souvent expliquées par le fait que cette région aurait abrité un refuge forestier important pendant les dernières périodes glaciaires, caractérisées par un climat plus froid et surtout plus sec en Afrique centrale (Sosef, 1994, 1996 ; Maley, 1996). Ces patrons de diversité et d'endémisme s'expliquent probablement aussi en partie par l'hétérogénéité environnementale de cette région (voir paragraphe traitant de la géomorphologie) (Dauby 2012, Dauby *et al.* 2014).

Les collectes de spécimens des dernières décennies ont permis de découvrir quelques nouvelles espèces endémiques de cette région. Janssens *et al.* (2010) ont décrit deux nouvelles espèces d'*Impatiens* (*I. issembei* et *I. wilksiana*), dont la seconde n'est connue que de quelques localités aux alentours du Mont Mbilan. Dans ce même travail, les auteurs ont reconstruit la phylogénie moléculaire des différentes espèces d'*Impatiens* de la région et on a ainsi montré qu'il s'agissait de deux espèces sœurs qui auraient divergé il y a environ 1 million d'années. Ce résultat conforte l'hypothèse que les flores des Monts de Cristal et du Massif du Chaillu auraient une origine commune et auraient pu diverger relativement récemment lors des derniers épisodes glaciaires qui auraient fragmenté la forêt en refuges.

Même si l'effort d'échantillonnage est particulièrement élevé dans les Monts de Cristal (voir paragraphe précédent), de nouvelles espèces y sont encore régulièrement signalées. Parmi les découvertes les plus inattendues, il faut signaler la découverte d'un nouveau genre d'Annonaceae (*Sirdavidia*) dans une des localités les plus échantillonnées de la zone (Couvreur *et al.* 2015).

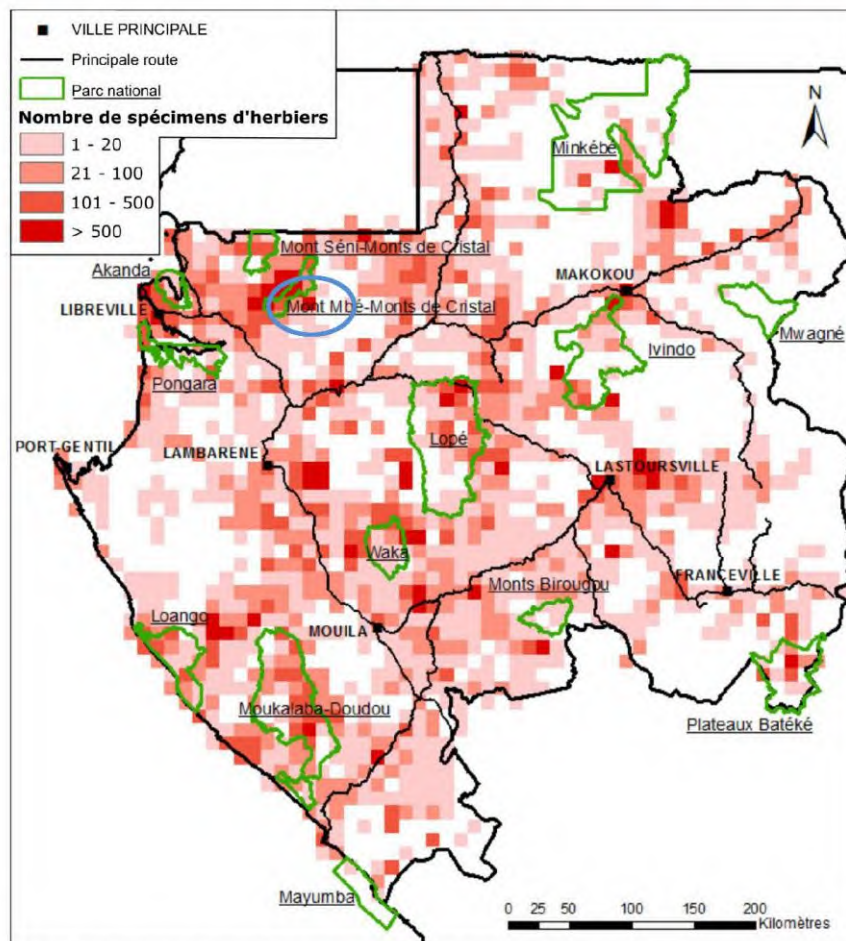


Figure 7. Carte de l'effort d'échantillonnage au Gabon selon les données de RainBio (2015), développée par Nicolas Texier (MBG/ULB). La zone du projet de Ngoulmendjim est entourée en bleu.

4.0 METHODES

4.1 Définition des aires d'étude

Afin de prendre en compte le mieux possible les données existantes pour l'ensemble des Monts de Cristal, nous avons défini trois aires d'étude représentant des probabilités de présences des espèces différentes. Ces trois aires sont de tailles différentes, et emboîtées (Figure 8).

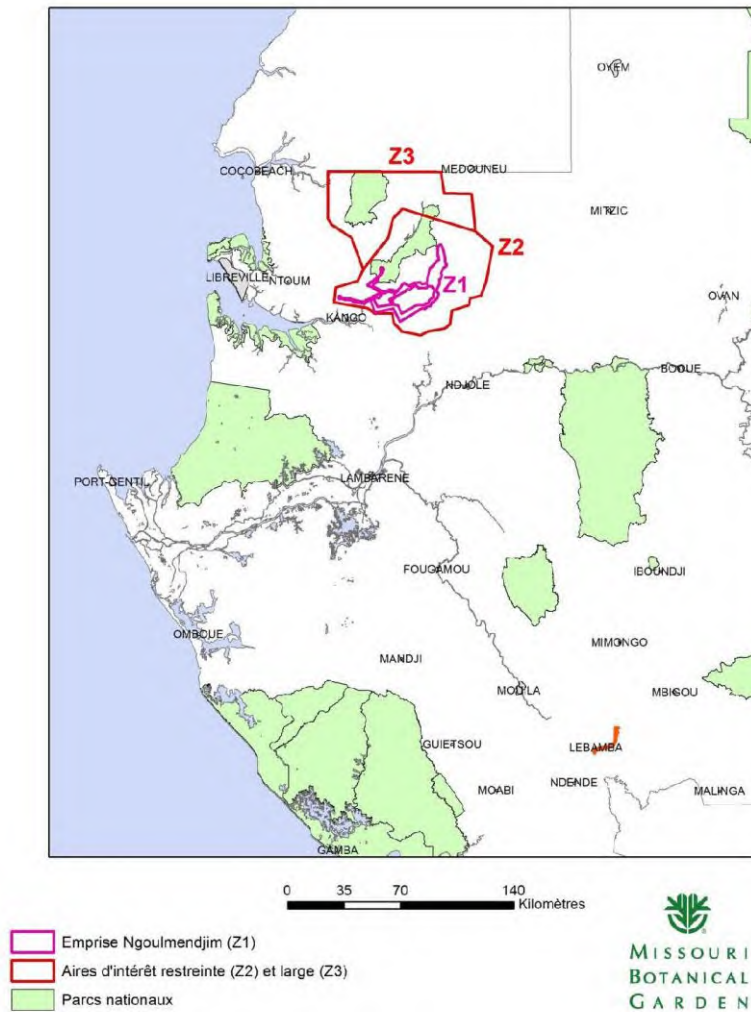


Figure 8. Localisation des trois aires d'étude au Gabon.

La première (Z1), la plus restrictive, est la zone des aménagements prévus par le projet (barrage, retenue, affluents à la retenue, tronçons de cours d'eau aval au barrage, et routes). Elle représente ce que nous appelons l'empreinte du projet, selon les shapefiles fournis par Terea, et représente une aire d'environ 460 km². Les espèces dont les données de récoltes ont été extraites des bases de données à partir de cette aire d'étude sont considérées comme présentes de façon certaine sur le site.

La seconde aire d'étude (Z2) a été définie selon les connaissances phytogéographiques et de végétation dont nous disposons à propos des Monts de Cristal. Les contreforts des Monts de Cristal, représentent un ensemble cohérent de types forestiers dont la continuité ne s'étend pas à l'intégralité des Monts de Cristal. Ainsi, ces forêts formeraient un sous-ensemble différent de l'intérieur des Monts de Cristal, à l'instar de la vallée de Tchimbélé, de Ngoulmendjim, et qui s'arrête au plateau de Médouneu, en termes de composition spécifique. Néanmoins, si la retenue prévue du barrage de Ngoulmendjim se situe entièrement dans le sous-ensemble plus au cœur des Monts de Cristal, l'empreinte proposée du projet traverse les contreforts vers l'ouest, en suivant les cours inférieurs du Komo et de la Petite Tsibilé. De plus, une partie de l'empreinte proposée englobe la partie aval de la vallée de Kingué, le long de la Mbé. Nous avons donc défini cette aire d'environ 4 500 km² en prenant en compte l'aire précédente et en y ajoutant l'intégralité des contreforts sud-ouest du massif. Nous avons aussi pris en compte la vallée de Kingué amont où se situe le barrage existant, car nous supposons une forte affinité floristique avec la zone de Ngoulmendjim. Nous considérons que les espèces issues des données extraites à partir de cette zone ont une forte probabilité d'être présentes sur le site, sans que leur présence ne soit pour l'instant attestée.

Enfin, la troisième aire d'étude est la plus large (Z3), et regroupe l'intégralité de la partie gabonaise des Monts de Cristal, à l'exception du plateau de Médouneu. Cette aire représente un ensemble phytogéographique et physique cohérent, et nous supposons que toutes les espèces qui s'y trouvent ont une probabilité non négligeable de se trouver aussi sur l'empreinte du projet. Cette zone d'étude représente une aire de 7 500 km².

4.2 Bases de données

Cette étude préliminaire est effectuée grâce à plusieurs bases de données, dans le but d'accéder au maximum de données disponibles concernant la flore de l'Afrique centrale.

RainBio

Développée entre 2014 et 2016 (Dauby *et al.*, 2016) par l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD) et ses partenaires (dont le MBG), la base de données RainBio contient des informations sur environ 30 000 taxons dans plus de 3 100 genres et 273 familles. Elle constitue plus de 860 000 occurrences en Afrique tropicale, compilées et vérifiées provenant des nombreuses bases de données des institutions botaniques travaillant sur la flore africaine. Pour l'Afrique Centrale, les données de RainBio sont majoritairement issues de la base de données de l'herbier de Wageningen (WAG), dont les botanistes ont largement récolté au Gabon depuis les années 1960. Les données disponibles en 2014 de l'herbier national de Belgique à Meise (BR) ont aussi été intégrées, ainsi que celles de l'herbier de l'Université Libre de Bruxelles (BRLU), les données de l'herbier des Royal Botanic Gardens, Kew (K), et les données contenues dans Tropicos, la base de données du MBG.

D'autres jeux de données de moindre taille ont aussi été intégrés, tels que les données de plots de végétation effectués en Afrique Centrale (Dauby *et al.* 2014), la base de données des palmiers africains (Blach-Overgaard *et al.* 2015), et les jeux de données concernant les Rubiaceae et les Orchidaceae endémiques d'Afrique Centrale (Droissart *et al.* 2011).

Ainsi, RainBio représente, à l'heure actuelle, la base de données la plus complète en ce qui concerne l'Afrique centrale, et le Gabon en particulier, avec plus de 113 000 occurrences pour ce pays.

Tropicos

Si RainBio représente l'une des bases de données les plus complètes à ce jour concernant le Gabon, elle n'en reste pas moins l'équivalent d'une photographie à un temps déterminé (en l'occurrence l'année 2015) de l'ensemble des données existantes. Cependant, les travaux d'inventaires au Gabon (et ailleurs en Afrique centrale) se poursuivent en continu, et de nouvelles récoltes sont effectuées chaque année. Toutes les données contenues dans Tropicos jusqu'en 2015 ont été intégrées dans RainBio, mais les données récentes ne sont pas incluses. De fait, la majeure partie des récoltes récentes effectuées au Gabon ont été faites par le MBG, ainsi ces données sont disponibles dans Tropicos. Pas moins de 3 000 récoltes additionnelles ont été effectuées au Gabon depuis le début de l'année 2015. En conséquence, nous avons aussi pris en compte pour cette analyse préliminaire, séparément de RainBio, les données incluses dans Tropicos depuis 2015.

GBIF

Le Global Biodiversity Information Facility (GBIF), est une infrastructure en « open data » dont l'initiative remonte à 2001, et qui regroupe environ 35 600 jeux de données pour quasiment 800 millions d'occurrences sur la biodiversité de manière générale. La plupart des grands herbiers mondiaux contribuent à cette méga-base de données, et les données y sont versées de manière régulière. Ainsi, GBIF est régulièrement mis à jour. Néanmoins, cette base de données souffre d'un grand nombre de doublons, en particulier en ce qui concerne la botanique, car une entrée est créée pour chaque part d'herbier. De plus, aucune vérification n'y est faite, et les données nécessitent d'être investiguées et nettoyées avant une utilisation formelle. Néanmoins, GBIF contient une grande partie des données disponibles sur la base de données Sonnerat du Muséum National d'Histoire Naturelle, qui n'étaient pas incluses dans RainBio. Ainsi, de nombreuses données historiques ont été prises en compte lors de cette étude, non disponibles ailleurs qu'à Paris.

4.3 “Rapid Red Listing”

Gilles Dauby (IRD) et ses collaborateurs ont proposé une automatisation de l'approche « Rapid Red Listing » sous la forme d'un module R appelé ConR (Dauby, 2017). Ce module permet de proposer des évaluations préliminaires du statut de menaces des espèces selon les Critères et Catégories de la Liste Rouge de l'UICN, de façon automatisée. Ce module prend en compte les données géographiques que lui fournit l'utilisateur, et calcule l'Aire d'Occupation (AOO) et la zone d'Occurrence (EEO) pour chacune des espèces. Les catégories préliminaires selon la Liste Rouge sont ensuite déterminées selon le Critère B, en prenant en compte une approximation du nombre de *locations* sensu UICN (IUCN Standards and Petitions Subcommittee, 2017 ; IUCN, 2012), déterminées par une taille de maille définie par l'utilisateur, et en prenant en compte les aires protégées.

L'utilisation du critère A (une estimation du déclin de l'EEO, de l'AOO ou du nombre d'individus sur une période de 3 générations dans le passé et/ou dans le futur) est aussi rendu possible par un script amélioré de ConR non publié, mais nous choisissons pour cette étude de nous limiter au critère B, jugé plus fiable lors de l'automatisation des évaluations préliminaires en Afrique Centrale. En plus, l'application du critère A nécessite une connaissance poussée du temps de génération de chacune des espèces, et une observation rigoureuse de chacune des *locations* afin de déterminer avec le plus de précision possible leur éventuelle disparition ou réduction dans le temps (passé ou futur). Le critère B étant lui basé sur des seuils définis par l'UICN d'EEO, d'AOO ou de nombre de *locations*, il se prête plus à une automatisation des évaluations.

Les taxons de rang infra-spécifiques n'ont pas été pris en compte dans les évaluations préliminaires. Evaluer les variétés et sous-espèces avec précision nécessite une connaissance parfaite de leur taxonomie ainsi que la revue complète du matériel correspondant. En effet, certains taxons infra-spécifiques peuvent être difficiles à distinguer les uns des autres, et souvent les échantillons ne sont

identifiés qu'à l'espèce. Evaluer ces taxons par la méthode de « Rapid Red Listing » a pour conséquence des niveaux de menace estimés systématiquement surévalués, avec un biais trop important. Ainsi, seuls les taxons de rang spécifique sont pris en compte dans cette étude préliminaire.

Les résultats de ces évaluations préliminaires ne sauraient être considérés comme des évaluations UICN en bonne et due forme. En effet, le préalable à toute évaluation UICN est la revue complète du matériel appartenant à l'espèce, y compris la confirmation des identifications faites dans les diverses institutions. Effectuer ce travail demande de nombreuses journées d'études des spécimens existants, en fonction de la rareté de l'espèce considérée et de la complexité de sa taxonomie. Effectuer ce travail dépasse largement le cadre de cette étude préliminaire et sera réalisé pour un certain nombre de taxons basé sur l'ensemble des données collectées sur le terrain en novembre 2017. Les évaluations fournies par ConR sont donc préliminaires et ne doivent être vues que comme un indice fiable du niveau de menace pesant sur les espèces considérées, permettant de mettre en place une liste d'espèces potentiellement menacées, présentes ou potentiellement présentes sur le site. Ainsi, toutes les évaluations fournies dans ce rapport sont suivies d'un « ? », pour marquer cette distinction avec une évaluation UICN complète et en bonne et due forme.

Pour les besoins du projet, nous avons aussi vérifié « manuellement » certaines évaluations UICN préliminaires fournies par ConR. De fait, ConR peut présenter un biais dans les évaluations fournies, dans le sens où le script ne dispose pas nécessairement de l'intégralité des données. En effet, pour certaines espèces rares, des données « cachées » peuvent exister en dehors de RainBio et de Tropicos. C'est par exemple le cas des espèces pour lesquelles il existe des herbiers conservés à Paris, dont les données n'ont pas été systématiquement numérisées. Néanmoins, l'intégralité des spécimens de P a été scannée, et des images de ces spécimens sont disponibles sur la base de données en ligne Sonnerat. La vérification manuelle a consisté en une exploration, espèce par espèce, des données dans les images disponibles sur Sonnerat afin d'ajuster l'évaluation préliminaire fournie par ConR. Souvent, cette vérification a permis de faire baisser le niveau de menace préliminaire estimé. Cette vérification étant longue et fastidieuse, nous avons ciblé seulement les espèces présentes sur l'empreinte du projet, ainsi que toutes les autres espèces identifiées comme « CR? » par ConR.

5.0 RESULTATS

Les résultats de cette étude sont présentés ci-après. Nous les avons divisés en trois parties, représentant les trois aires d'étude prise en compte dans cette étude. Comme ces trois aires s'emboîtent, les taxons potentiellement menacés identifiés pour l'empreinte du projet sont par définition inclus dans l'aire d'étude restreinte et dans l'aire d'étude large.

5.1 Empreinte du projet (Z1)

Selon les bases de données RainBio et Tropicos, 676 spécimens en herbiers géolocalisés ont été collectés sur l'empreinte du projet (Figure 9). Parmi ces spécimens, 498 ont été identifiés au rang de l'espèce ou d'un niveau infra-spécifique, et représentent 325 taxons (espèces et taxons de rang inférieur). L'utilisation de la méthode de « Rapid Red Listing » a permis l'identification de 34 espèces potentiellement menacées selon les critères de la Liste Rouge de l'UICN, 1 ayant été évaluées comme CR?, 17 comme EN?, et 16 comme VU?.

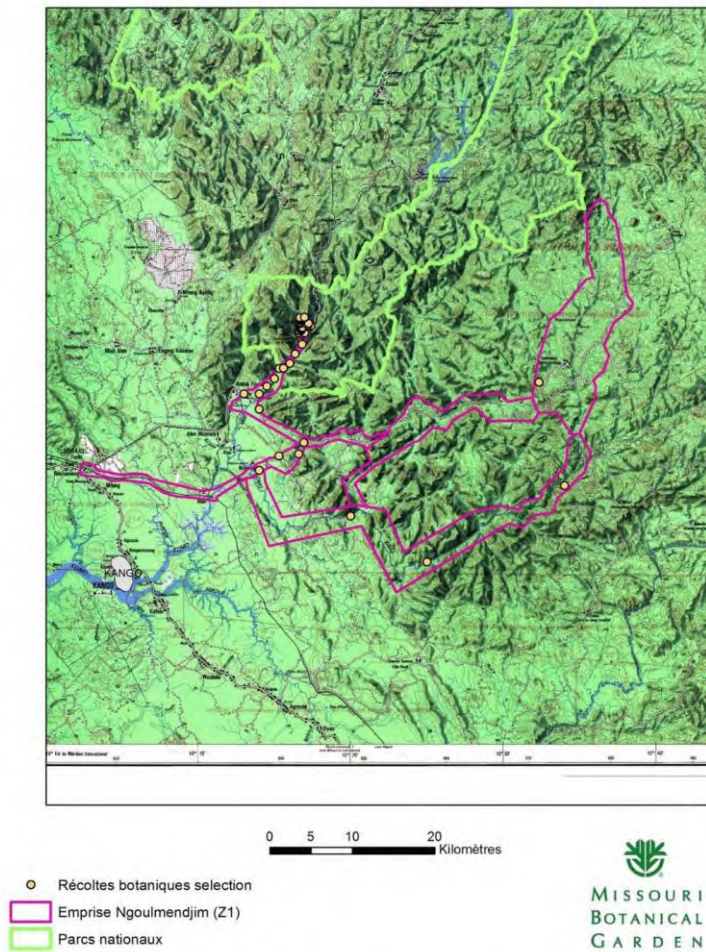


Figure 9. Localisation des 676 spécimens en herbier collectés sur l’empreinte du projet.

Néanmoins, après vérification de chacune de ces 34 espèces, il apparaît que seulement **8 d’entre elles devraient en réalité être considérées comme EN?**, **17 comme VU?**, et **1 comme CR?**. En effet, l’ajout des spécimens de Paris non pris en compte par le « Rapid Red Listing » permet de faire baisser le niveau estimé de menaces significativement, en particulier pour celles préliminairement évaluées comme VU? et EN?. 8 des 16 espèces VU? se sont révélées être finalement potentiellement non menacées, et 9 EN? sont passées en VU?. L’espèce préliminairement évaluée comme CR? semble avoir été correctement évaluée, car aucune donnée complémentaire n’a été trouvée dans les spécimens de Paris. Ces désormais 26 espèces sont retenues comme étant potentiellement

menacées, et résumées dans le Tableau 1 ci-dessous. Elles représentent 8% des taxons récoltés sur l’empreinte du projet.

Tableau 1. Les 26 espèces identifiées par l’analyse préliminaire comme étant potentiellement menacées, présentes sur l’empreinte du projet. La catégorie UICN préliminaire est donnée pour chacune d’entre elle après vérification manuelle des résultats du « Rapid Red Listing ». Le nombre de *locations* sensu UICN est indiqué, ainsi que les pays où ces espèces sont trouvées.

Famille	Espèce	UICN préliminaire	Nb de locations	Pays
Malvaceae	<i>Grewia drummondiana</i>	CR?	1	Gabon
Connaraceae	<i>Agelaea gabonensis</i>	EN?	5	Gabon
Begoniaceae	<i>Begonia erectotricha</i>	EN?	5	Gabon
Phyllanthaceae	<i>Bridelia wilksii</i>	EN?	3	Gabon
Fabaceae	<i>Isomacrobium hallei</i>	EN?	5	Gabon
Podostemaceae	<i>Ledermanniella letestui</i>	EN?	4	Gabon
Poaceae	<i>Microcalamus convallarioides</i>	EN?	5	Gabon
Icacinaceae	<i>Rhaphiostylis fusca</i>	EN?	5	Gabon, RDC, Côte d'Ivoire
Solanaceae	<i>Sirdavidia solannona</i>	EN?	2	Gabon
Melastomataceae	<i>Amphiblemma setosum</i>	VU?	7-8	Gabon
Melastomataceae	<i>Amphiblemma soyauxii</i>	VU?	8	Gabon, Cameroun
Gentianaceae	<i>Anthocleista laxiflora</i>	VU?	6	Gabon, Guinée Equatoriale, Congo
Begoniaceae	<i>Begonia heterochroma</i>	VU?	7-8	Gabon, Cameroun
Araceae	<i>Culcasia rotundifolia</i>	VU?	7	Gabon, Guinée Equatoriale
Cyperaceae	<i>Cyperus cataractarum</i>	VU?	7-8	Gabon, Cameroun, Nigeria
Rubiaceae	<i>Gaertnera gabonensis</i>	VU?	7	Gabon
Balsaminaceae	<i>Impatiens pseudomacroptera</i>	VU?	7	Gabon
Dryopteridaceae	<i>Lastreopsis davalliaeformis</i>	VU?	9-10	Gabon, Guinée Equatoriale, Cameroun, RDC
Podostemaceae	<i>Ledermanniella cristata</i>	VU?	9	Gabon, Cameroun, Congo-Brazzaville, République Centrafricaine, Angola
Cyperaceae	<i>Mapania secans</i>	VU?	9	Gabon, Cameroun
Sapotaceae	<i>Neolemonniera batesii</i>	VU?	8	Gabon, Guinée Equatoriale, Cameroun, Côte d'Ivoire

Rubiaceae	<i>Pavetta mayumbensis</i>	VU?	6-7	Gabon, Cameroun, Angola
Rubiaceae	<i>Pavetta stemonogyne</i>	VU?	9	Gabon, Cameroun
Orchidaceae	<i>Polystachya bipoda</i>	VU?	7	Gabon, Guinée Equatoriale, Cameroun
Rubiaceae	<i>Rutidea ferruginea</i>	VU?	7	Gabon, Guinée Equatoriale, Cameroun
Pteridaceae	<i>Vittaria schaeferi</i>	VU?	8	Gabon, Cameroun

Dans l'état actuel des données, une seule espèce potentiellement « en danger critique » (CR?) a été récoltée sur l'empreinte du projet, sur les berges du Komo. Cinq des 8 espèces identifiées comme EN? sont actuellement connues de 5 *locations* différentes. Ainsi, si une nouvelle *location* était trouvée pour chacune de ces espèces, que ce soit lors de futurs travaux de terrain ou lors de l'étude des spécimens en herbier, l'évaluation préliminaire pour ces espèces devraient être réévaluée en VU?.

De la même manière, 4 espèces évaluées comme VU? sont actuellement connues de 9 *locations* différentes. L'ajout de deux *locations* ferait passer ces espèces en « quasi-menacé » (NT).

Nous remarquons aussi que seulement quatre espèces parmi les 26 préliminairement évaluées comme menacées appartiennent à la famille des Rubiaceae, ce qui est peu eu égard à la grande importance de cette famille au sein de la flore gabonaise, en termes de diversité spécifique (Lachenaud, 2013). Aussi, sur les 26 espèces potentiellement menacées identifiées, seulement 8 sont des arbustes de taille modeste à quelques mètres de hauteur (*Campylopermum klainei*, *Anthocleista laxiflora*, *Pavetta stemonogyne*, *Pavetta mayumbensis*, *Isomacrolobium hallei*, *Sirdavidia solanona*, *Gaertnera gabonensis* et *Neolemonniera batesii*), et un seul peut atteindre les 25 m (*Bridelia wilksii*). Les 17 autres espèces sont des herbacées de sous-bois, des plantes aquatiques, des épiphytes ou des lianes. On y trouve ainsi deux *Begonia* (*B. erectotricha* et *B. heterochroma*), un genre particulièrement diversifié dans les Monts de Cristal (Sosef, 1996 & 2014), une orchidée épiphyte (*Polystachya bipoda*), et deux Podostemaceae inféodées aux rapides et rochers dans les rivières (*Ledermanniella letestui* et *Inversodicraea cristata*).

Parmi les 26 espèces identifiées comme étant potentiellement menacées, 11 sont endémiques du Gabon. De plus, 8 autres sont connues du Gabon, de la Guinée Equatoriale et/ou du Cameroun. Ceci est à mettre en relation avec le statut particulier du massif des Monts de Cristal à cheval géographiquement entre le Gabon et la Guinée Equatoriale, et formant une aire phytogéographique s'étendant jusqu'au sud du Cameroun (Senterre, 2005). Ainsi, de nombreuses espèces trouvées dans la partie gabonaise des Monts de Cristal sont inconnues ailleurs au Gabon, mais présentes en Guinée Equatoriale, et parfois jusqu'au sud-ouest du Cameroun. De plus, les 11 espèces actuellement considérées comme endémiques du Gabon pourraient aussi être présentes dans la partie guinéenne des Monts de Cristal, et attendent peut-être d'y être découvertes, car les Monts de Cristal guinéens restent sous-explorés par rapport à leur partie gabonaise.

Enfin, deux espèces, *Neolemonniera batesii* et *Rhaphiostylis fusca*, sont connues d'Afrique Centrale et d'Afrique de l'Ouest (Côte d'Ivoire), mais ne sont connues que de 8 et 5 *locations*, respectivement. Elles semblent donc largement réparties, mais rares.

5.2 Aire d'étude restreinte (Z2)

Selon les bases de données RainBio et Tropicos, 8 359 spécimens en herbiers géolocalisés ont été collectés sur l'aire d'étude restreinte (Z2) (Figure 10). Ils représentent environ 7% de tous les spécimens récoltés dans l'histoire de la botanique au Gabon, dont l'estimation actuelle est à 115 000 spécimens (Lachenaud *et al.* 2017, sous presse). Parmi ces spécimens, 6 677 ont été identifiés au rang spécifique ou infra-spécifique, et représentent 1 643 taxons (espèces, et taxons de rang inférieur). L'utilisation de la méthode de « Rapid Red Listing » a permis l'identification de 217 espèces potentiellement menacées selon les critères de la Liste Rouge de l'UICN, 19 ayant été évaluées comme CR?, 86 comme EN?, et 112 comme VU?.

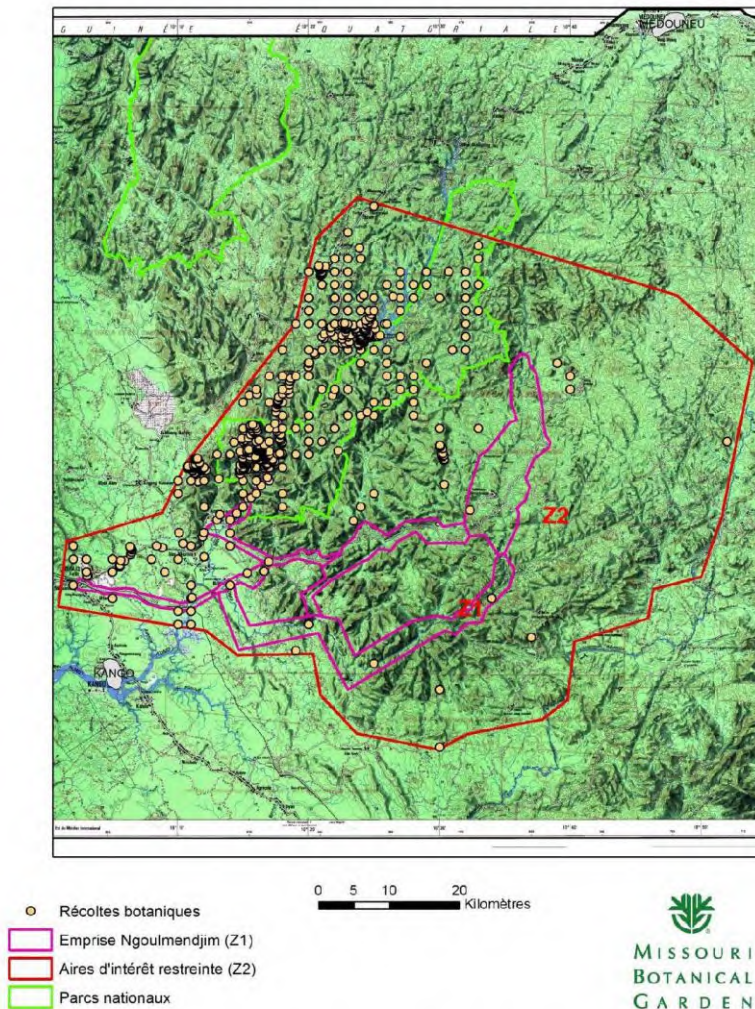


Figure 10. Localisation des 8 359 spécimens en herbier collectés dans l'aire d'étude restreinte (Z2).

En intégrant la vérification des 34 espèces identifiées sur l'empreinte du projet, tenant compte des spécimens hébergés dans l'herbier de Paris, et après la vérification des 19 espèces préliminairement évaluée comme CR?, il apparaît que seulement 9 d'entre elles devraient en réalité être considérées comme CR? (contre 19 initialement), 85 comme EN? (contre 86 initialement), et 113 comme VU? (contre 112 initialement), pour un total de 207 espèces potentiellement menacées. Compte tenu du

nombre conséquent d'espèces potentiellement menacées, leur liste est présentée en Annexe. Elles représentent 12,6% des taxons récoltés sur l'ensemble de la zone.

Sept espèces préliminairement évaluées comme CR? ont changé de statut après vérification. C'est le cas par exemple de *Culcasia brevipetiolata*, représentée par un seul spécimen dans RainBio et donc mécaniquement évalué comme CR? par la routine ConR, mais dont l'examen des collections à Paris a révélé l'existence de trois autres *locations*, nous amenant à la considérer comme EN?. Il faut néanmoins rappeler ici que ces évaluations préliminaires sont uniquement basées sur le Critère B, et ne prennent pas en compte l'examen minutieux de chacune des *locations* en fonction de leur degré de menace. Un tel processus, ou bien l'utilisation d'autres critères de la Liste Rouge (comme le critère A) pourrait amener, lors de l'évaluation en bonne et due forme de ces espèces, à les considérer comme en danger Critique (CR).

Une espèce initialement évaluée comme CR? est un taxon inédit noté « *Dicranolepis* sp. A (flore du Gabon) ». Il s'agit en effet d'un taxon noté comme insuffisamment connu par G. Aymonin dans le volume des Thymeleaceae pour la Flore du Gabon (1966). Dans la base données RainBio, l'identification du spécimen correspondant a donc repris ce nom provisoire. Néanmoins, l'unique spécimen connu pour ce taxon (N. Hallé 860) a été identifié en 2007 par Z.S. Rogers, un spécialiste des Thymeleaceae du MBG, comme *Dicranolepis* cf. *pulcherrima*, avec une incertitude quant à son identité due à l'absence de fleurs sur la part présente à MO. De fait, nous choisissons de suivre la dernière identification de Rogers et de ne pas considérer ce spécimen comme représentant un taxon à part, à cause de l'incertitude encore trop grande. Ce taxon n'est donc pas retenu comme CR? dans cette étude. Néanmoins, ceci n'écarte pas la possibilité que plus de matériel fertile représentant ce morphotype soit collecté lors des prospections à venir (que ce soit dans le cadre de ce projet ou non), et que ce matériel supplémentaire puisse attester de l'existence d'un taxon de rang spécifique ou infraspécifique nouveau et différent de *D. pulcherrima*, et potentiellement menacé.

Au sein des 207 espèces potentiellement menacées identifiées pour la zone d'étude restreinte, nous remarquons que 4 familles sont représentées par plus de 10 espèces : les Orchidaceae (31 espèces), les Rubiaceae (25), les Fabaceae (12) et les Begoniaceae (13). Le reste des espèces représentent 61 autres familles, dont 32 familles sont représentées chacune par une seule espèce potentiellement menacée (Tableau 2).

Tableau 2. Les 65 familles récoltées dans l'aire d'étude restreinte qui comportent des espèces identifiées comme potentiellement menacées lors de cette étude. Le nombre total d'espèces récoltées dans la zone pour chaque famille est donné, ainsi que le nombre d'espèces potentiellement menacées.

Famille	Nb d'espèces potentiellement menacées	Nb d'espèces récoltées dans la zone
Orchidaceae	31	145
Rubiaceae	25	237
Begoniaceae	13	53
Fabaceae	12	142
Melastomataceae	7	37
Araceae	6	21
Primulaceae	5	8
Acanthaceae	5	38
Annonaceae	5	49

Aspleniaceae	4	15
Phyllanthaceae	4	37
Sapotaceae	4	21
Celastraceae	4	22
Marantaceae	4	24
Lauraceae	4	8
Ochnaceae	3	21
Polypodiaceae	3	8
Apocynaceae	3	45
Cyperaceae	3	31
Burseraceae	3	14
Malvaceae	3	27
Asparagaceae	2	15
Euphorbiaceae	2	33
Olacaceae	2	20
Rhizophoraceae	2	5
Podostemaceae	2	2
Vochysiaceae	2	3
Costaceae	2	13
Connaraceae	2	14
Sapindaceae	2	28
Chrysobalanaceae	2	13
Meliaceae	2	16
Balsaminaceae	2	8
32 familles	32	470

La grande importance des Orchidaceae en terme de nombre d'espèces potentiellement menacées confirme le rôle des Monts de Cristal comme centre de diversité (et d'endémisme) pour cette famille. En effet, ceci avait déjà été mis en lumière par Stévant (2003) et Droissart (2009), entre autres. Pour cette famille, 145 espèces différentes ont été récoltées dans la zone, dont 21% sont ici évaluées comme potentiellement menacées. Il en est de même pour le genre *Begonia*, représenté par 13 espèces potentiellement menacées parmi 53 espèces différentes récoltées dans la zone, soit 24,5%. Sosef (1996) avait déjà souligné l'importance des Monts de Cristal en tant qu'entité phytogéographique dans la diversité du genre au Gabon.

Les Fabaceae, avec 12 espèces potentiellement menacées sur un total de 142 taxons identifiés au moins au niveau spécifique récoltés dans la zone (soit environ 8,5%), et les Rubiaceae, avec 25 espèces potentiellement menacées sur un total de 237 taxons (soit 10,5%), s'inscrivent dans le cadre plus généralement gabonais et pas spécifique aux Monts de Cristal. En effet, ces deux familles représentent les deux plus riches au Gabon et en Afrique Centrale de manière générale (Sosef *et al.* 2017).

Nous remarquons par ailleurs 5 des 8 espèces de Primulaceae, la moitié des Lauraceae (4 sur 8), 2 espèces sur 3 de Vochysiaceae et surtout 100% des Podostemaceae récoltées dans cette aire d'étude Z2 (2 sur 2) sont menacées. Pour cette dernière famille, il s'agit d'une tendance générale non spécifique aux Monts de Cristal ou même au Gabon. Pour les autres familles, ceci s'explique par un

contexte taxonomique difficile, où beaucoup d'espèces ne sont représentées que par quelques spécimens, à cause de la difficulté à déterminer avec précision les spécimens récoltés. Il pourrait s'agir d'une réalité dans la distribution et la rareté des espèces, mais les connaissances sur ces familles sont encore trop faibles pour l'attester avec certitude en ce qui concerne les espèces mentionnées ici.

A l'exception des 26 espèces potentiellement menacées dont la présence est attestée sur l'empreinte du projet, et qui sont incluses dans cette liste pour l'aire d'étude restreinte, les 181 autres espèces ici mentionnées ont donc une probabilité importante d'être présentes sur l'empreinte du projet, même si elles n'y ont pas encore été récoltées.

5.3 Aire d'étude large (Z3)

Selon les bases de données RainBio et Tropicos, 10 650 spécimens en herbiers géolocalisés ont été collectés sur l'aire d'étude large (Z3) (Figure 11). Ils représentent environ 9% de tous les spécimens récoltés au Gabon. Parmi ces spécimens, 8 284 ont été identifiés au rang spécifique ou infra-spécifique, et représentent 1 860 taxons (espèces, et taxons de rang inférieur). Au regard de l'estimation de 6 000 taxons reconnus pour le Gabon (Lachenaud *et al.* 2017, sous presse), ceci confirme la richesse spécifique des Monts de Cristal, qui ne représentent que 2,6 % de la surface du pays, mais où ont été récoltés environ 30% de la flore connue pour le pays. L'utilisation de la méthode de « Rapid Red Listing » a permis l'identification de 255 espèces potentiellement menacées selon les critères de la Liste Rouge de l'UICN, 25 ayant été évaluée comme CR?, 104 comme EN?, et 126 comme VU?.

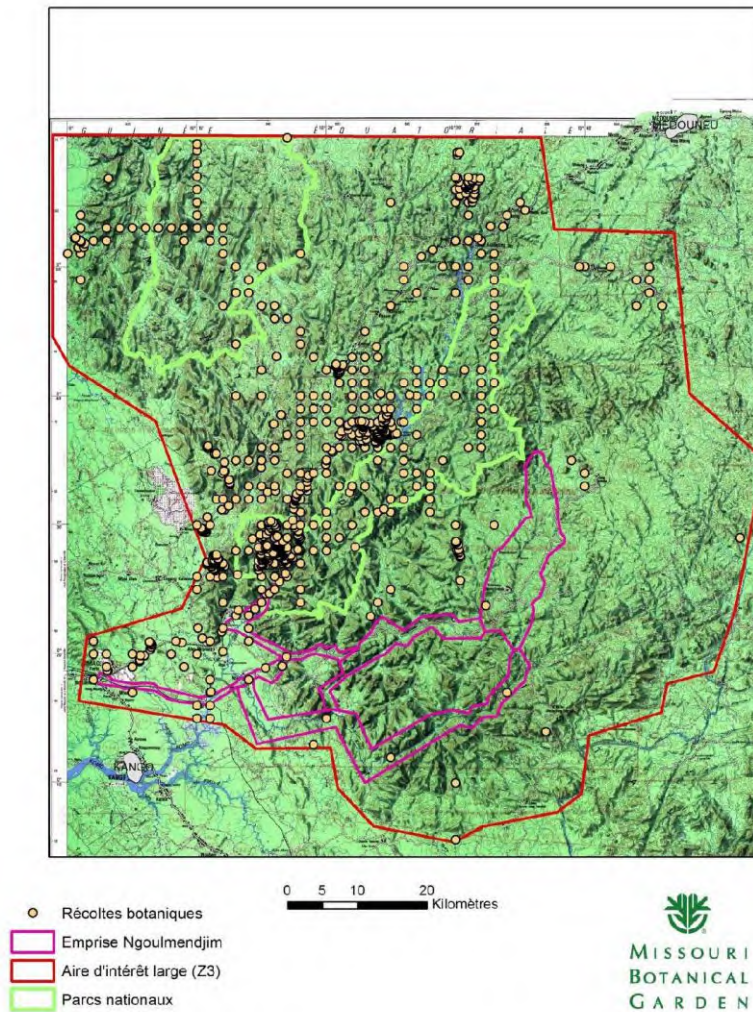


Figure 11. Localisation des 10 650 spécimens en herbier collectés dans l'aire d'étude large (Z3).

De la même manière que pour l'aire d'étude restreinte (Z2), vérifier manuellement les résultats du « Rapid Red Listing » pour chacune de ces 255 espèces demanderait un temps de travail qui ne rentrerait pas dans le cadre de cette étude rapide. Néanmoins, en intégrant les 34 espèces identifiées sur l'emprise du projet, et après la vérification manuelles des 25 espèces préliminairement évaluée comme CR?, il apparaît que seulement 12 d'entre elles devraient être

considérées comme CR? (contre 25 initialement), 106 comme EN? (contre 104 initialement), et 135 comme VU? (contre 126 initialement) pour un total de 253 espèces potentiellement menacées. Compte tenu du nombre conséquent d'espèces potentiellement menacées, leur liste est donné en Annexe. Elles représentent 13,6% des taxons récoltés sur l'ensemble de la zone.

Toutes les espèces récoltées dans l'aire d'étude large représentent 137 familles différentes, mais les 253 espèces potentiellement menacées n'en représentent que 67. Parmi ces 67 familles, 29 ne sont représentées que par une seule espèce potentiellement menacées (pour 474 espèces récoltées dans la zone au total), et 5 familles (Orchidaceae, Rubiaceae, Fabaceae, Melastomataceae et Begoniaceae) sont représentées par plus de 10 espèces potentiellement menacées (voir Tableau 3).

Tableau 3. Les 67 familles récoltées dans l'aire d'étude restreinte (Z3) qui comportent des espèces identifiées comme potentiellement menacées lors de cette étude. Le nombre total d'espèces récoltées dans la zone pour chaque famille est donné, ainsi que le nombre d'espèces potentiellement menacées. Les 28 familles représentées chacune par une seule espèce potentiellement menacée ont été groupées pour faciliter la lecture.

Famille	Nb d'espèces potentiellement menacées	Nb d'espèces récoltées dans la zone
Orchidaceae	31	156
Rubiaceae	30	274
Fabaceae	18	159
Melastomataceae	14	48
Begoniaceae	14	56
Annonaceae	8	56
Araceae	7	24
Primulaceae	6	10
Acanthaceae	6	43
Sapotaceae	6	25
Celastraceae	5	28
Phyllanthaceae	5	41
Malvaceae	5	29
Aspleniaceae	5	18
Lauraceae	5	9
Marantaceae	4	25
Apocynaceae	4	55
Euphorbiaceae	3	36
Cyperaceae	3	35
Balsaminaceae	3	11
Olacaceae	3	23
Asparagaceae	3	19
Polypodiaceae	3	9
Sapindaceae	3	28
Burseraceae	3	14
Ochnaceae	3	20

Rhizophoraceae	2	5
Connaraceae	2	15
Burmanniaceae	2	4
Anacardiaceae	2	20
Putranjivaceae	2	12
Chrysobalanaceae	2	15
Costaceae	2	13
Podostemaceae	2	2
Vochysiaceae	2	3
Meliaceae	2	19
Lamiaceae	2	16
Lecythidaceae	2	11
29 familles	29	474

En ce qui concerne les 5 familles représentées par plus de 10 espèces potentiellement menacées, 4 (Orchidaceae, Rubiaceae, Fabaceae, Begoniaceae) ont été discutées précédemment à propos l'aire d'étude restreinte (Z2). A celles-ci s'ajoutent les Melastomataceae, dont 14 des 48 espèces qui y ont été récoltées sont ici évaluées comme potentiellement menacées, soit environ 30%. Ceci atteste, de la même manière que pour les Orchidaceae et les Begoniaceae, de l'importance des Monts de Cristal comme centre de diversité et d'endémisme de cette famille.

Parmi ces 253 espèces identifiées comme potentiellement menacées, sont incluses les 26 dont la présence est attestée sur l'empreinte du projet (Z1), ainsi que les 181 autres non présentes sur l'empreinte mais attestées dans l'aire d'étude restreinte (Z2). Ce sont donc 46 espèces potentiellement menacées qui sont ajoutées à la liste, lorsque l'on prend en compte l'intégralité de la partie gabonaise des Monts de Cristal. Ces espèces ont une probabilité moyenne d'être présentes sur l'empreinte du projet. La présence sur le site ou la probabilité de présence sur le site est donnée pour chacune des espèces dans la liste en annexe, en fonction de l'appartenance à l'empreinte (Z1), l'aire restreinte (Z2) ou l'aire large (Z3).

5.4 Présentation de quelques espèces potentiellement menacées

Dans cette section nous présentons plus en détails les 9 espèces potentiellement les plus menacées dont la présence est avérée sur le site. Il s'agit des 8 espèces préliminairement évaluées comme EN?, et de la seule espèce préliminairement évaluée comme CR?.

5.4.1 *Grewia drummondiana* Sprague (Malvaceae)

Bulletin of Miscellaneous Information, Royal Gardens, Kew 1909: 21. 1909.

Description. Liane ligneuse aux feuilles ovales à oblongues-ovales, acuminées à l'apex, à base ronde, de 7-12 cm de long, 3-5 cm de large. Nervilles pubéruleuses, nervure primaire proéminente, pétiole 8 mm. Cymes tomenteuses, divariquées, bractées de 5-6 mm de long, bifides ou trifides. *G. drummondiana* diffère de *G. malacocarpa* par ses larges bractées et son indumentum la rapproche de *G. barombiensis* (Figure 12).

Phénologie. Cette espèce a été trouvée en boutons floraux en Mai, selon la seule récolte connue.

Distribution. Gabon. Cette espèce a été récoltée une seule fois par Bates (numéro 459) en 1896, sur les rives du Komo à 75 km de « Gaboon », appellation à l'époque de ce qui représente actuellement l'estuaire du Komo. Le géoréférencement a posteriori de cette récolte a permis de la situer dans les contreforts des Monts de Cristal.

Habitat. L'habitat de *Grewia drummondiana* reste inconnu à l'heure actuelle. Aucune mention n'est faite sur le spécimen type à part « Komo river ». Il pourrait aussi bien s'agir des forêts inondables de bords de rivières, comme des forêts de terre ferme adjacentes. Le spécimen type a été récolté à environ 140 m d'altitude.

Statut de conservation. Avec seulement 1 spécimen et 1 *location* (sensu UICN) connus, cette espèce rare a été préliminairement évaluée comme CR?, en utilisant la méthode « Rapid Red Listing » pour cette étude. Elle est menacée par le déclin de la qualité de son habitat.

Note. Cette espèce fut d'abord décrite par Sprague comme étant proche de *G. barombiensis*, avant d'être transférée comme sous-espèce de *G. africana*. Néanmoins, ce transfert ne semble pas avoir été reconnu comme valide par la suite. Le site The Plant List (theplantlist.org) mentionne que cette espèce serait synonyme de *Grewia barombiensis*, néanmoins, nous n'avons pu retrouver de publications attestant cette mise en synonymie. Dans la checklist des plantes vasculaires du Gabon (Sosef *et al.* 2006), *G. drummondiana* est traitée comme une espèce à part. Nous choisissons de suivre cette référence et de considérer cette espèce comme valide, et donc potentiellement en danger critique d'extinction.



Figure 12. Spécimen type de *G. drummondiana* (Bates 459, disponible à l'adresse <http://specimens.keew.org/herbarium/K000241799>).

5.4.2 *Ledermanniella letestui* (Pellegr.) Cusset (Podostemaceae)

Adansonia, série 2, 14(2): 274. 1974.

Description. Herbacée rampante aquatique amarrée aux rochers. Tiges bien développées, longues jusqu'à 15 cm, à ramification dichotomique. Feuilles linéaires, en segments, ramification dichotomique, jusqu'à 5 cm de long. Spathelles sessiles, ellipsoïdes, irrégulièrement denticulées, d'environ 2 mm de diamètre. Pédicelle d'environ 4 mm de long, étamines 2, capsules d'environ 1,5 cm de long, 0,5 cm de diamètre (Figure 13). L'espèce se distingue de *L. schlechteri* par des spathelles sessiles et non longuement pédonculées.

Phénologie. Cette espèce a été trouvée en fleurs et en fruits en janvier, juin, et juillet.

Distribution. Gabon, Guinée Equatoriale. Cette espèce a été récoltée pour la première fois par Le Testu (numéro 1347) dans le Mayombe Bayaka, en 1908, puis une nouvelle fois par Le Testu (6508) vers Mouila, en 1927. La première récolte dans les Monts de Cristal a été effectuée par N. Hallé & J.-F. Villiers (4635) en 1968, à Kingué. Une récolte récente a apparemment été effectuée par A. Rial & C. Lasso (en 1994) à Monte Alen. Bien que nous n'ayons pu vérifier l'identification de cette récolte, la présence de cette espèce en Guinée Equatoriale semble tout à fait plausible, eu égard à son écologie et son habitat.

Habitat. *Ledermanniella letestui* est une plante aquatique inféodée aux rivières rocheuses et rapides en forêt. Elle a été trouvée entre 100 et 500 m d'altitude.

Statut de conservation. Avec seulement 4 *locations* (sensu UICN) connues, cette espèce rare a été préliminairement évaluée comme EN?, en utilisant la méthode « Rapid Red Listing » pour cette étude. Elle est menacée par la perte de son habitat (les rivières) et le déclin de la qualité de son habitat.

Note. Cette espèce fut d'abord décrite par François Pellegrin en 1927 au sein du genre *Inversodicraea*. Elle fut ensuite rattachée au genre *Ledermanniella* en 1974 par Colette Cusset, spécialiste des Podostemaceae au Muséum National d'Histoire Naturelle à Paris, et auteur de nombreuses publications sur le sujet, à l'échelle mondiale. Aujourd'hui, la combinaison des données morphologiques et moléculaires indique que le genre *Ledermanniella* sensu lato est polyphylétique (Thiv et al. 2009). De nombreux auteurs (Cheek & Haba, 2016 ; Schenk et al., 2015) ont ainsi plaidé pour la réhabilitation du genre *Inversodicraea*, et de nombreuses espèces ont été transférées à nouveau dans ce genre. Néanmoins, ce n'est pas encore le cas de *Ledermanniella letestui*, ce nom est donc privilégié pour l'instant.

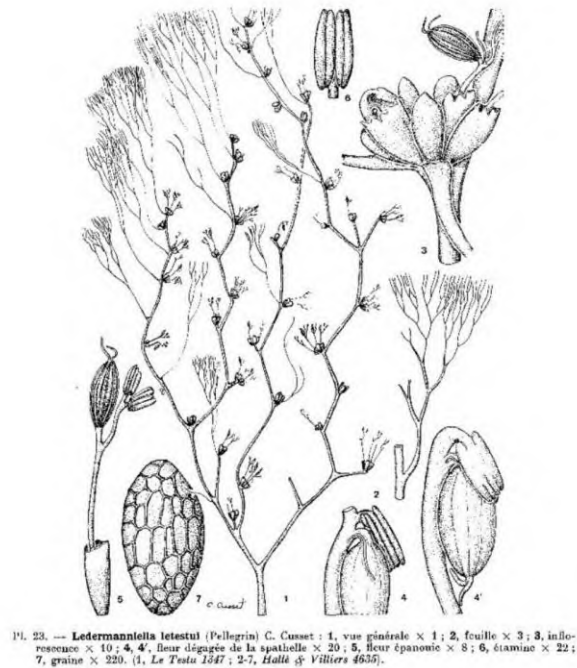


Figure 13. Dessin original de *Ledermanniella letestui* publié dans Cusset (1984).

5.4.3 *Begonia erectotricha* Sosef (Begoniaceae)

Wageningen Agricultural University Papers 91(4): 98, f. 5, pl. 2b, c. 1991 [1992].

Description. Petite herbacée terrestre de 30 cm de haut. Feuilles peltées, circulaires. Tiges rouges. Pubescence érigée sur les tiges et les feuilles (Figure 14). Nervation proéminente sur la face inférieure des feuilles. Fleurs rose-orange à l'extérieur, jaunes à l'intérieur, fruits à trois ou quatre ailes.

Phénologie. D'après les spécimens récoltés, cette espèce semble fleurir et fructifier d'août à janvier.

Distribution. Endémique du Gabon. Cette espèce a été récoltée à 17 reprises dont 16 au sein des Monts de Cristal. Une récolte stérile a été effectuée à Mabounié, à 40 km au sud-est de Lambaréné. Sa présence n'a pour l'instant pas été attestée en Guinée Equatoriale, mais compte tenu de son abondance dans la partie gabonaise des Monts de Cristal, elle pourrait s'y trouver également.

Habitat. *Begonia erectotricha* est une plante des sous-bois forestiers, souvent en bord de rivière, mais parfois aussi sur pente, si les conditions d'humidité le permettent. Elle a été récoltée une fois en forêt dégradée, et une fois en forêt marécageuse à *Crateranthus letestui*. Elle est connue de 90 à 310 m d'altitude.

Statut de conservation. Avec seulement 5 *locations* (sensu UICN) connues, cette espèce a été préliminairement évaluée comme EN?, en utilisant la méthode « Rapid Red Listing » pour cette étude. Elle semble particulièrement abondante dans les Monts de Cristal où elle a été récoltée à 16 reprises, surtout autour du barrage de Kinguélé, mais elle semble rare en dehors de cette zone. Elle est menacée par la perte de son habitat.

Note. Cette espèce, publiée en 1992 par Sosef, est une découverte récente dans un genre particulièrement diversifié dans les Monts de Cristal. Elle a longtemps été considérée comme endémique de la zone, jusqu'à ce qu'elle soit récoltée dans la plaine centrale du Gabon, à Mabounié. Cette récolte a considérablement agrandi son aire de distribution connue. Cette espèce devrait être recherchée ailleurs au Gabon dans des habitats similaires à ceux où elle a été récoltée dans les Monts de Cristal, car elle pourrait en effet être moins menacée que ce que les données actuelles laissent suggérer.



Figure 14. *Begonia erectotricha*, photo du spécimen Stévant *et al.* 4789, récolté à Mabounié, près de Lambaréné.

5.4.4 *Rhaphiostylis fusca* Pierre (Icacinaceae)

Bulletin Mensuel de la Société Linnéenne de Paris 2: 1324.

Description. Une grande liane ligneuse de plusieurs dizaines de mètres de hauteur. Feuilles elliptiques acuminées, tout le long des rameaux. Inflorescences courtes, ramifiées, aux fleurs hermaphrodites, par 6-7, au pédicelle de 3 mm de long, pubérulent. Calice de 3 mm de long, 5 sépales imbriqués, ovales-obtus, pubescents. Pétales oblongs-linéaires, à l'apex incurvé (Figure 15).

Phénologie. D'après les spécimens récoltés, cette espèce semble fleurir en Février, Juin, Juillet, et Août, et fructifier en Novembre.

Distribution. Gabon, RDC, Côte d'Ivoire (Guinée Equatoriale ?). Cette espèce est connue depuis 1862 grâce à une récolte de Mann, malheureusement non localisable (Gabon ou Guinée Equatoriale). Elle a été récoltée à 10 reprises au Gabon, dont 8 dans la région de Libreville par Klaine ou Courtet, une fois dans l'Ogooué (sans localité précise), et une fois dans les Monts de Cristal, par Nicolas Hallé. Vanderyst a récolté trois spécimens en RDC vers Ipamu, dont la détermination a été faite par R. Boutique et qu'il ne nous a pas été possible de vérifier avec certitude. De plus, un spécimen a été collecté par Jolly en Côte d'Ivoire, dont le déterminateur est inconnu. Cet échantillon est douteux, mais dans l'état actuel des données, nous devons le prendre en compte.

Habitat. Les connaissances sur l'habitat et l'écologie de *Rhaphiostylis fusca* sont très parcellaires. Il semble que cette espèce soit essentiellement forestière. Aucune information sur l'altitude n'a été trouvée. Néanmoins, la majeure partie de ses spécimens ont été récoltés en dessous des 100 m.

Statut de conservation. Avec seulement 5 *locations* (sensu UICN) connues, cette espèce a été préliminairement évaluée comme EN?, en utilisant la méthode « Rapid Red Listing » pour cette étude. Elle a été récoltée de nombreuses fois par le passé dans les environs de Libreville, mais rarement en dehors de cette zone. Elle est menacée par l'urbanisation et la perte de son habitat forestier.

Note. Cette espèce, décrite en 1893 par Pierre, a été rarement récoltée dans l'histoire de la botanique, et n'a pas été vue au Gabon depuis la récolte de Nicolas Hallé en 1968 à Kingué. La plupart des échantillons connus ont plus de 50 ans, et il est fort probable que de nombreuses sous-populations documentés alors soient maintenant disparues. C'est certainement le cas des sous-populations des alentours de Libreville, une zone qui, depuis les activités de Klaine, a subi une importante urbanisation. De plus, les déterminations des spécimens de la RDC et de Côte d'Ivoire n'ayant pu être vérifiés, il est possible que ces données représentent des erreurs, et que cette espèce ne soit connue que du Gabon. Cette espèce devrait donc être activement recherchée lors des activités de terrain à venir.



Figure 15. *Rhapsiostylis fusca*, image de l'échantillon récolté par le R.P. Klaine (numéro 387) dans l'Ogooué mais sans localité précise, en 1898.

5.4.5 *Sirdavidia solannona* Couvreur & Sauquet (Annonaceae)

PhytoKeys 46: 6 (2015).

Description. Petit arbre distique, feuilles simples, à la marge entière, nervation tertiaire réticulée. Inflorescences axillaires sur les branches anciennes, ou à la base du tronc, présentant 1 à 3 fleurs, avec 1 à 3 rachis sympodiaux. Fleurs actinomorphes. Péricarpe à 9 tépales libres, en 3 verticilles de 3. Tépales internes (pétales) subégaux, étalés horizontalement ou réfléchis à l'anthèse, roses à mauves. Etamines 16-19, libres, basifixes à filaments courts. Anthères introrses, jaunes. Carpelle 1, densément pubescent, style cylindrique, ovules 7-10, unisériés (Figure 16).

Phénologie. D'après les spécimens récoltés, cette espèce semble fleurir en Avril et en Novembre, et des jeunes fruits ont été observés en Novembre.

Distribution. Gabon. Cette espèce est connue depuis 2013, grâce à une récolte de Couvreur effectuée dans les Monts de Cristal, le long de la route menant de Kingué à Tchimbélé. Une deuxième récolte a été faite en 2014 dans le Parc National de l'Ivindo.

Habitat. Cette espèce pousse dans le sous-bois des forêts secondaires matures, ou des forêts primaires. Son amplitude altitudinale est de 300 à 600 m.

Statut de conservation. Avec seulement 2 *locations* (sensu UICN) connues, cette espèce a été préliminairement évaluée comme EN?, en utilisant la méthode « Rapid Red Listing » pour cette étude. Elle a aussi été évaluée préliminairement comme EN lors de sa description. Elle est menacée par la perte de son habitat forestier, en particulier dans les Monts de Cristal.

Note. Le genre *Sirdavidia* a été décrit en 2015 sur la base d'échantillons collectés en 2013 et 2014. Ce genre n'est représenté pour l'instant que par une seule espèce, endémique du Gabon. Le fait que ce nouveau genre ait été trouvé dans la zone la mieux échantillonnée des Monts de Cristal montre que la flore des vallées de Tchimbélé et Kingué restent encore méconnues. Cette espèce étant nouvellement décrite, il est probable qu'elle soit présente ailleurs dans les Monts de Cristal.



Figure 16. *Sirdavidia solannona*, détail de la fleur, échantillon Couvreur 596 récolté entre Kingué et Tchimbélé en 2013.

5.4.6 *Agelaea gabonensis* Jongkind (Connaraceae)

Bulletin du Jardin Botanique National de Belgique 61(1-2): 72. 1991.

Description. Grande liane ligneuse, aux ramilles vélutineuses. Feuilles à 5 folioles, pétiole et rachis vélutineux, brun-rouge à l'état jeune, pétiole jusqu'à 18 cm de long. Folioles glabres à l'exception de la nervure principale, 5-7 paires de nervures secondaires, nervation proéminente dessous, 25-30 cm de long, 8-10 cm de large. Inflorescences ramifiées jusqu'à 30 cm de long, vélutineuses. Fleurs aux sépales de 5,5 mm de long, 2 mm de large vélutineux à l'extérieur, glabrescents à l'intérieur, pétales 4,5 mm de long et 2 mm de large, glabres, filaments 1,5 à 3 mm de long, glabres, style 4,5 mm de long, pubescent (Figure 17).

Phénologie. D'après les spécimens récoltés, cette espèce semble fleurir en Novembre, et des fruits ont été observés en Novembre et Janvier.

Distribution. Gabon. Cette espèce est connue depuis 1989, grâce à une récolte de J.J. de Wilde *et al.* (numéro 9733) effectuée à Rabi. Depuis, cette espèce a été récoltée dans les Monts de Cristal, dans la Ngounié (entre Lébamba et Yéno) et dans la Nyanga (entre Tchimbanga et le Mayombe). Elle est désormais connue de 11 spécimens.

Habitat. Cette espèce pousse dans les forêts primaires, secondaires, ou dans les lisières forestières, sur terre ferme. Son amplitude altitudinale connue est de 40 à 600 m.

Statut de conservation. Avec seulement 5 *locations* (sensu UICN) connus, cette espèce a été préliminairement évaluée comme EN?, en utilisant la méthode « Rapid Red Listing » pour cette étude. Elle est menacée par la perte de son habitat forestier, en particulier dans les Monts de Cristal et dans la zone de Rabi.

Note. Cette espèce est la seule du genre *Agelaea* possédant 5 folioles. Elle s'inscrit donc dans une section dont elle est la seule représentante, *Agelaea* sect. *Gabonensis* Jongkind.



Figure 17. Dessin original de *Agelaea gabonensis*, paru dans Jongkind (1991).

5.4.7 *Bridelia wilksii* Breteler (Phyllanthaceae)

Adansonia, série 3, 33(2): 234. 2011.

Description. Arbuste ou arbre jusqu'à 30 m de hauteur. Rameaux souvent épineux ; ramilles glabres ou éparsément pubescentes à poils \pm apprimés. Stipules tôt caduques, non vues. Feuilles : pétiole canaliculé dessus, glabre ou éparsément pubescent à poils \pm apprimés, (8-)9-12 mm de longueur ; limbe obovale-elliptique, plus rarement ovale-elliptique ou oblong, (6-)9- 14(-25) \times (2,5)4,5-7 cm,

arrondi à aigu à la base, ± brusquement longuement acuminé au sommet sur (5-)10-15(-20) mm ; (8-)9-12(-14) paires de nervures latérales ; glabre ou à poils ± clairsemés et apprimés sur la médiane et les nervures latérales sur les deux faces, glabrescent. Inflorescence en glomérules pluriflores ; bractées à quelques poils apicaux, les extérieures très larges, de 1-1,5 × 2-3 mm, les intérieures étroitement triangulaires, ± 1 mm de longueur. Fleurs mâles non vues. Fleurs femelles fécondées à pédicelle glabre et à sépales 1-1,5 mm de longueur. Fruit immature ± ellipsoïde, glabre, à une graine (Figure 18).

Phénologie. D'après les spécimens récoltés, cette espèce semble fructifier en Mars. Aucune fleur n'a été observée pour l'instant.

Distribution. Gabon. Cette espèce a été décrite en 2011, sur base d'une récolte effectuée dans le Parc National de Waka (Sosef *et al.* 2588) et de deux récoltes effectuées dans les Monts de Cristal, à Tchimbélé (Tabak & Feijen 2 & 5). Depuis, deux spécimens additionnels ont été récoltés dans les Monts de Cristal, dans la localité type (Maas *et al.* 9974) et à Kinguélé (Wieringa *et al.* 7682).

Habitat. Cette espèce pousse dans les forêts primaires et vieilles forêts secondaires sur terre ferme. Son amplitude altitudinale connue est de 90 à 600 m.

Statut de conservation. Avec seulement 4 *locations* (sensu UICN) connues, cette espèce a été préliminairement évaluée comme EN?, en utilisant la méthode « Rapid Red Listing » pour cette étude. Elle est menacée par la perte de son habitat forestier, en particulier dans les Monts de Cristal.

Note. Cette espèce, endémique du Gabon dans l'état actuel des connaissances, semble bien représentée dans les Monts de Cristal, où elle a été récoltée à 4 reprises. Son habitus (grand arbre jusqu'à 30 m) pourrait expliquer sa rareté apparente, due au fait qu'elle pourrait être sous-collectée.

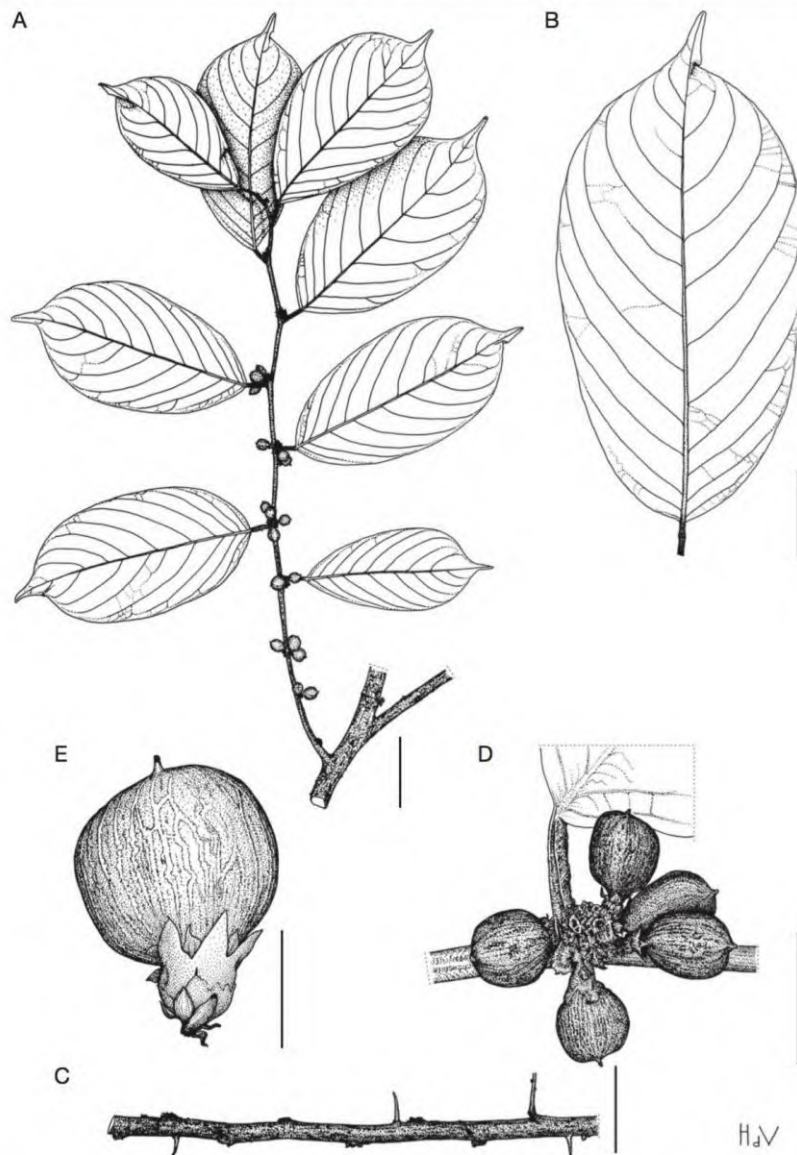


Figure 18. Dessin original de *Bridelia wilksii* par Hans de Vries, paru dans Breteler (2011).

5.4.8 *Isomacrobium hallei* Aubrév. (Fabaceae)

Flore du Gabon 15: 362. 1968.

Description. Petit arbre jusqu'à 7 m de haut, aux branches pubérulentes à glabrescentes. Stipules courtement unies à la base, étroitement triangulaires. Feuilles à une seule paire de folioles. Pétiole (5-)10-15(-20) mm de long. Folioles elliptiques, 1-3 cm acuminées, 2 à 3 fois plus longues que larges, 8-14(-20) × 4-5(-6) cm, glabres, nervure principale et les 4-5(-7) paires de nervures secondaires proéminentes dessous. Inflorescence pendante, jusqu'à 1,2 m de long aux racèmes latéraux de 1 cm de long maximum. Bractées ovales, c. 1 mm de long, ciliées. Pédicelle de 5-9 mm de long. Sépales 4, ovales-elliptiques, 5-7 × 2.5-3 mm, glabres. Pétales 5, étroitement obovés-spathulés, 7-10 × 1-2.5 mm. Etamines c. 20 mm long, glabres. Pistile 8-10 mm de long, ovaire 2-2.5 mm de long, velutineux. Gousses immatures oblongues, 11 × 3 cm, velutineuses, finement réticulées transversalement, à la nervation proéminente, jusqu'à 5 graines (Figure 19).

Phénologie. D'après les spécimens récoltés, cette espèce semble fleurir en Février, Avril, Mai, Juin, et Juillet. Des jeunes fruits ont été observés en Octobre.

Distribution. Gabon. Cette espèce est endémique du nord-ouest du Gabon. Elle a été récoltée dans les Monts de Cristal à 8 reprises (autour du Mont Mbilan, et vers Médouneu), au sud des Monts de Cristal (chantier Abanga, récolte N. Hallé 2195) et dans le nord de la péninsule de Libreville. Elle est connue désormais de 12 échantillons.

Habitat. Cette espèce pousse dans le sous-bois des forêts secondaires matures, ou des forêts primaires. Son amplitude altitudinale est de 0 à 500 m.

Statut de conservation. Avec seulement 5 *locations* (sensu UICN) connues, cette espèce a été préliminairement évaluée comme EN?, en utilisant la méthode « Rapid Red Listing » pour cette étude. Elle a aussi été évaluée préliminairement comme EN lors de sa description. Elle est menacée par la perte de son habitat forestier, en particulier dans la péninsule de Libreville.

Note. Cette espèce est facilement reconnaissable parmi le genre *Isomacrolobium* entre autres par ses feuilles toujours à une seule paire de folioles. Ce caractère nécessite néanmoins des échantillons de qualité, car d'autres espèces peuvent accessoirement présenter cette caractéristique, mais jamais sur l'intégralité des feuilles. Cette espèce, endémique du nord-ouest du Gabon dans l'état actuel des connaissances, pourrait se trouver aussi en Guinée-Equatoriale.

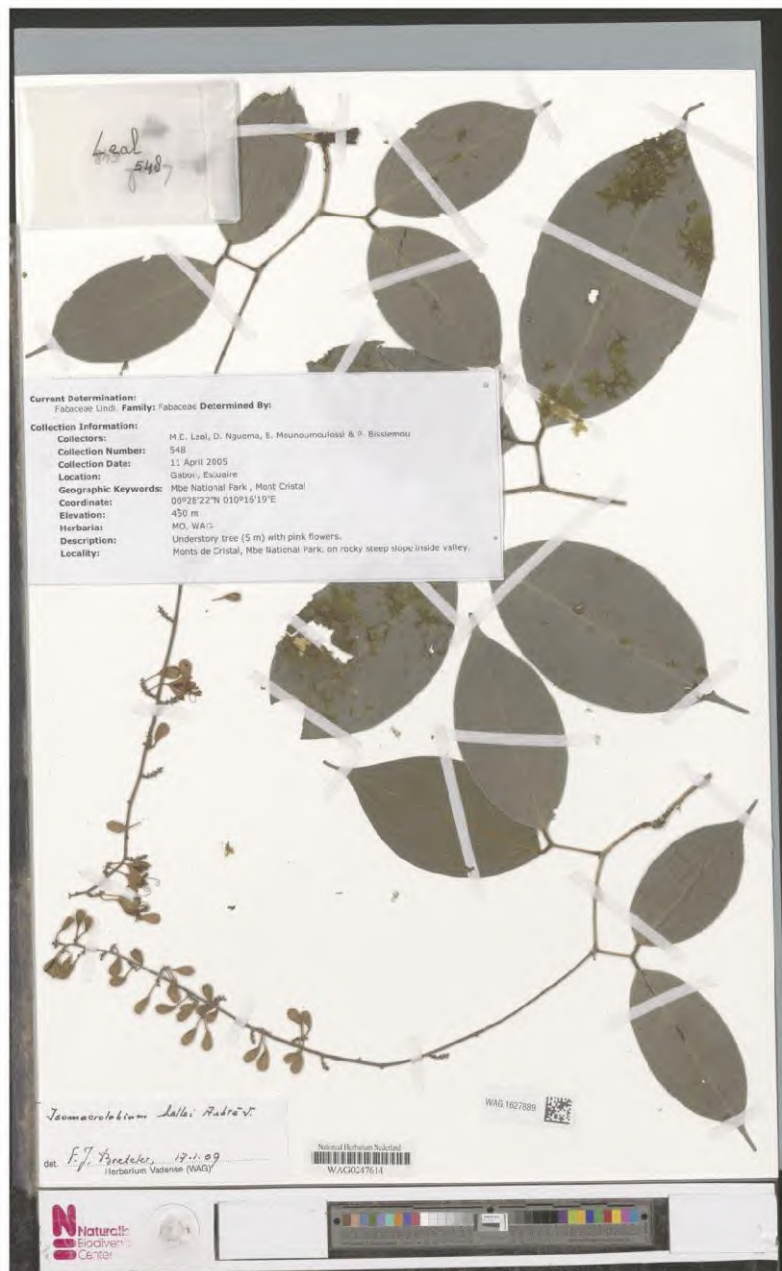


Figure 19. *Isomacrolobium hallei*, image de l'échantillon Leal 548, récolté dans les Monts de Cristal (accessible à l'adresse <http://data.biodiversitydata.nl/naturalis/specimen/WAG.1627889>)

5.4.9 *Microcalamus convallarioides* Stapf (Poaceae)

Hooker's Icones Plantarum t. 3070. 1916.

Description. Herbe d'environ 30 cm de haut. Feuilles papyracées, brillantes, d'un vert très sombre sur le dessus, mauve sombre sur le dessous, pubescentes, pseudo-pétiolées, largement lancéolées. Glumes brun-mauve, lemma vert pâle. Etamines et style blancs (Figure 20).

Phénologie. D'après les spécimens récoltés, cette espèce semble fleurir et fructifier en Mars, Mai, Juin et Novembre.

Distribution. Gabon. Cette espèce est connue uniquement de 6 spécimens, 3 ayant été récoltés dans les Monts de Cristal, et 3 dans la zone de Rabi.

Habitat. Cette espèce pousse dans le sous-bois des forêts secondaires matures, ou des forêts primaires, sur terre ferme. Son amplitude altitudinale est de 60 à 300 m.

Statut de conservation. Avec seulement 5 *locations* (sensu UICN) connues, cette espèce a été préliminairement évaluée comme EN?, en utilisant la méthode « Rapid Red Listing » pour cette étude. Elle a aussi été évaluée préliminairement comme EN lors de sa description. Elle est menacée par la perte de son habitat forestier, en particulier à Rabi, du fait de l'exploitation pétrolière.

Note. Cette espèce, bien que décrite depuis 1916, n'a été récoltée qu'à 6 reprises au Gabon. Elle semble donc particulièrement rare. Selon le site The Plant List, cette espèce serait un synonyme de *Microcalamus barbinodis*, une espèce plus largement répandue. Néanmoins, nous n'avons pu trouver de publication attestant cette mise en synonymie. De fait, Sosef *et al.* (2006), dans la checklist des plantes vasculaires du Gabon, séparent les deux espèces et considèrent *M. convallarioides* comme une espèce valide. Pour cette étude, nous la considérons donc comme tel.



Figure 20. *Microcalamus convallarioides*, image du spécimen N. Hallé 2259, récolté au chantier Abanga (accessible à l'adresse <http://coldb.mnhn.fr/catalognumber/mnhn/p/p03652899>).

6.0 CONCLUSION

Pertinence et limite du « Rapid Red Listing » automatisé par ConR

La vérification manuelle à l'aide des données du MNHN non intégrées dans RainBio nous montre que l'utilité de la méthode de « Rapid Red Listing » développée par le MBG et automatisée à l'aide du script R « ConR » dépend des données utilisées. Ainsi, un biais existe dans les évaluations préliminaires automatisées faites par ConR, comme le montre les nombreuses espèces initialement évaluées comme CR?, et qui, après vérification, se révèlent être plutôt EN? en raison de la présence d'autres sous-populations non mentionnées dans les bases de données disponibles. Néanmoins, cette méthode donne toujours une évaluation possiblement plus stricte qu'elle ne devrait être. En effet, aucune des espèces préliminairement évaluées comme EN? ne se révèle être CR?, et aucune VU? ne révèle être EN?. Ainsi, l'utilisation de cette méthode permet une évaluation rapide qui fournit *a minima* la liste des espèces potentiellement menacées, agrémentées de certaines espèces qui se révèlent ne pas l'être, après un processus de vérification, d'où sa pertinence pour l'approche « Rapid Red Listing » développée pour le projet.

Cette étude préliminaire a permis de dresser une liste de 26 espèces potentiellement menacées présentes sur l'empreinte du projet, et dont les évaluations préliminaires données par ConR ont été vérifiées et améliorées. Néanmoins, ces évaluations préliminaires restent en-deça des standards des l'UICN, et ces espèces ne doivent pour l'instant être considérées que comme potentiellement menacées. Cette étude a aussi permis de mettre en évidence 253 espèces potentiellement menacées dont la présence sur l'empreinte du projet n'est pas attestée, mais représente une probabilité non négligeable. Ainsi, les travaux suivants devront être de deux nature :

- Premièrement, les 253 espèces probablement présentes devront être cherchées et sur le site et documentées si elles sont trouvées, et le statut de menace potentiel des espèces trouvées sur site doit être affiné, en prenant en compte les sous-populations nouvellement documentées, ainsi que d'éventuels spécimens présents au MNHN.
- Dans un deuxième temps, les espèces potentiellement menacées documentées sur le site et évaluées comme CR? et EN? devraient faire l'objet d'une évaluation de leur risque d'extinction en bonne et due forme selon les critères de l'UICN. Seul ce processus permettra d'investiguer plus en détails les différentes *locations* identifiées lors de cette étude préliminaire, afin de déterminer si elles sont toujours existantes, et si oui, de déterminer leur niveau de menace.

A l'issu de ces deux étapes, certaines espèces pourraient se révéler être plus menacées que ce que les résultats de cette étude préliminaire suggèrent. En effet, l'observation de certaines *locations* associées à des données anciennes révélera probablement une disparition des sous-populations concernées (à l'instar de celles documentées par Klaine dans la région de Libreville à la fin du XIX^e siècle et au début du XX^e).

Pertinence de l'étude à l'échelle des Monts de Cristal

Les Monts de Cristal représentent, comme nous l'avons déjà mentionné, un refuge au sens phytogéographique du terme, et une aire de richesse floristique et d'endémisme importante. A ce titre, et du fait de sa bonne accessibilité et de sa proximité avec Libreville, les zones de Kingulé et Tchimbélé ont été ciblées par les botanistes, au cours de l'histoire de la prospection botanique dans le pays. Comme le suggère cette étude, de nombreuses espèces y sont connues, comprenant un

certain nombre d'endémiques de la zone, ainsi que des espèces rares et menacées. Néanmoins, la zone de Ngoulmendjim, où se situe le projet de barrage et la retenue prévue, a été largement délaissée par les botanistes. De fait, l'étude de terrain pourrait révéler la présence de nombreuses espèces parmi celles identifiées ici comme potentiellement présentes.

De plus, les niveaux de connaissances sur les schémas de distribution, l'écologie, et la taxonomie sont différents en fonction des groupes et des différentes zones des Monts de Cristal. Ainsi, si l'affinité phytogéographique avec le Rio Muni et en particulier le massif de Monte Alén est suspectée, elle reste pour l'instant sous-documentée du fait du manque de données de terrain collectées en Guinée Equatoriale, par rapport à la partie gabonaise. En outre, des espèces jusqu'ici connues uniquement des Monts de Cristal ont récemment été découvertes plus au sud, dans le massif du Chaillu, voire dans la plaine centrale (par exemple *Begonia erectotricha*, ou *Thaumatococcus flavus*). Le massif du Chaillu étant lui aussi largement sous-collecté, il est envisageable que d'autres espèces pour l'instant considérées comme endémiques des Monts de Cristal ne le soient en fait pas.

Enfin, les schémas de distribution au sein même des Monts de Cristal restent largement méconnus car l'essentiel des inventaires ont été réalisés le long de la route de Kingué à Tchimbélé. Certaines espèces semblent limitées à quelques vallées (*Amphiblemma mvensis* et *A. heterophyllum*, *Marantochloa grandiflora*, par exemples), alors que d'autres semblent plus largement répandues dans le massif (*Sorindeia oxyandra*, *Impatiens wilksiana*, *Dracaena crystalensis*). Les connaissances sur les processus qui amènent à ces distributions sont hétérogènes, et cette limitation doit être gardée à l'esprit lors d'une étude préliminaire sur base de données telle que celle-ci.

Recommandations sur les taxons et/ou familles à cibler

L'ensemble des 26 espèces potentiellement menacées identifiées lors de cette étude comme présentes sur l'empreinte du projet devraient faire l'objet de recherches poussées sur le terrain lors de la mission prévue en novembre 2017. Confirmer la présence de ces espèces et documenter leurs sous-populations au sein de l'empreinte est la première des priorités. Ces espèces devraient aussi être recherchées à l'extérieur de l'empreinte du projet, dans le but d'identifier des sous-populations non menacées et ainsi de réduire le niveau de menace estimé.

Sirdavidia solannona, une espèce EN? récoltée dans l'empreinte du projet, est emblématique des Monts de Cristal. En effet, ce genre de la famille des Annonaceae a été nouvellement décrit en 2015 à partir d'échantillons récoltés entre Kingué et Tchimbélé, et dans le Parc National de l'Ivindo. Les connaissances sur la distribution réelle de cette espèce restent parcellaires, elle est donc à rechercher dans l'empreinte du projet.

Grewia drummondiana, la seule espèce préliminairement évaluée comme CR? et présente sur l'empreinte du projet, n'a pas été observée depuis 1896. De plus, une autre espèce évaluée comme EN?, *Rhaphiostylis fusca*, n'a pas été observée depuis 1968. Ces deux espèces, documentées sur l'empreinte du site, devraient être recherchées en priorité, d'autant plus que les autres sous-populations documentées dans le passé ont probablement disparu depuis (dans le cas de *Rhaphiostylis fusca*), en particulier celles attestées par les récoltes de Klaine du début du XX^e siècle dans les environs de Libreville.

7.0 BIBLIOGRAPHIE

- Aymonin, G., 1966. Thymelaeaceae, *in* Flore du Gabon 11: 35-95.
- Blach-Overgaard, A., Balslev, H., Dransfield, J., Normand, S., Svenning, J.-C., 2015. Global-change vulnerability of a key plant resource, the African palms. *Scientific Reports* 5: 12611. doi: 10.1038/srep12611
- Boupya, A., Stévant, T., 2017a. Projet d'aménagement hydroélectrique de Kinguéle aval. Compte rendu de mission de prospection dans les Monts de Cristal. Missouri Botanical Garden, Saint-Louis (U.S.A.) & Bruxelles (Belgique). 6 pp.
- Boupya, A., Stévant, T., 2017b. Projet d'aménagement hydroélectrique de Kinguéle aval. Compte rendu de la deuxième mission de prospection dans les Monts de Cristal. Missouri Botanical Garden, Saint-Louis (U.S.A.) & Bruxelles (Belgique).
- Breteler, F.J., 2011. Novitates Gabonenses 78. Deux espèces nouvelles du Gabon dans les Brideliaceae (Phyllanthaceae, autrefois Euphorbiaceae) avec clés des espèces gabonaises des genres *Bridelia* et *Cleistanthus*. *Adansonia* 33, 233–242.
- Cheek, M., Haba, P., 2016. *Inversodicraea* Engl. resurrected and *I. pepehabai* sp. nov. (Podostemaceae), a submontane forest species from the Republic of Guinea. *Kew Bulletin* 71. doi:10.1007/s12225-016-9673-2
- Couvreur, T.L.P., Niangadouma, R., Sonké, B., Sauquet, H., 2015. *Sirdavidia*, an extraordinary new genus of Annonaceae from Gabon. *PhytoKeys* 46, 1–19. doi:10.3897/phytokeys.46.8937
- Dauby, G., Hardy, O. J., Leal, M., Breteler, F., Stévant, T., 2014. Drivers of tree diversity in tropical rain forests: new insights from a comparison between littoral and hilly landscapes of Central Africa. *Journal of Biogeography* 41: 574–586. doi: 10.1111/jbi.12233
- Dauby, G., Zaiss, R., Blach-Overgaard, A., Catarino, L., Damen, T., Deblauwe, V., Desein, S., Dransfield, J., Droissart, V., Duarte, M.C., Engledow, H., Fadeur, G., Figueira, R., Gereau, R.E., Hardy, O.J., Harris, D.J., de Heij, J., Janssens, S., Klomberg, Y., Ley, A.C., MacKinder, B.A., Meerts, P., van de Poel, J.L., Sonké, B., Sosef, M.S.M., Stévant, T., Stoffelen, P., Svenning, J.-C., Sepulchre, P., van der Burgt, X., Wieringa, J.J., Couvreur, T.L.P., 2016. RAINBIO: a megadatabase of tropical African vascular plants distributions. *PhytoKeys* 74, 1–18. doi:10.3897/phytokeys.74.9723
- Dauby, G., 2017. ConR: Computation of Parameters Used in Preliminary Assessment of Conservation Status. R package version 1.2.1. Downloaded from: <https://CRAN.R-project.org/package=ConR>
- Droissart, V., 2009. Étude taxonomique et biogéographique des plantes endémiques d'Afrique centrale atlantique: le cas des Orchidaceae. PhD Thesis, Université Libre de Bruxelles, Belgium.
- Droissart, V., Sonké, B., Hardy, O. J., Simo, M., Taedoumg, H., Nguembou, C. K., Stévant, T., 2011. Do plant families with contrasting functional traits show similar patterns of endemism? A case study with Central African Orchidaceae and Rubiaceae. *Biodiversity and Conservation* 20: 1507–1531. doi: 10.1007/s10531-011-0042-z

- Gonmadje C.F., Doumenge C., Sunderland T., Balinga M. & Sonké B. 2012. Analyse phytogéographique des forêts d'Afrique centrale: le cas du massif de Ngovayang (Cameroun). *Plant Ecology and Evolution* 145 (2) 152-164
- IUCN Standards and Petitions Subcommittee, 2017. Guidelines for Using the IUCN Red List Categories and Criteria. Version 13. Prepared by the Standards and Petitions Subcommittee.
- IUCN, 2012. IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3.1. Second edition. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- Janssens, S.B., Fischer, E., Stévant, T., 2010. New insights into the origin of two new epiphytic *Impatiens* species (Balsaminaceae) from West Central Africa based on molecular phylogenetic analyses. *Taxon* 59, 1508–1518.
- Jongkind, C.C.H., 1991. Novitates gabonenses (7) A New Section and a New Species in *Agelaea* Sol. ex Planchon (Connaraceae). *Bulletin du Jardin botanique national de Belgique / Bulletin van de National Plantentuin van België* 61, 71. doi:10.2307/3668443
- Lachenaud, O., 2013. Le genre *Psychotria* (Rubiaceae) en Afrique occidentale et centrale : taxonomie, phyllogéographie et biogéographie. Volume I. Université Libre de Bruxelles.
- Lachenaud, O., Stévant, T., Boupoya, A., Texier, N., Dauby, G., Bidault, E., 2017. Novitates Gabonenses 87: additions to the flora of Gabon and new records of little-known species. *Plant Ecology and Evolution*, submitted.
- Schenk, J.J., Herschlag, R., Thomas, D.W., 2015. Describing a New Species into a Polyphyletic Genus: Taxonomic Novelty in *Ledermanniella* s.l. (Podostemaceae) from Cameroon. *Systematic Botany* 40, 539–552. doi:10.1600/036364415X688330
- Senterre, B., 2005. Recherches méthodologiques pour la typologie de la végétation et la phytogéographie des forêts denses d'Afrique tropicale. Thèse de doctorat, Université Libre de Bruxelles, Laboratoire de Botanique systématique et de Phytosociologie, 345 p. + 111 p. d'annexes.
- Sosef, M.S.M., 1996. Begonias and African rain forest refuges: general aspects and recent progress. In: Maesen L.J.G. van der, Burgt X.M. van der, Medenbach de Rooy J.M. van (eds) *The biodiversity of African plants. Proceedings XIVth AETFAT Congress, 22–27 August 1994*, Wageningen, The Netherlands: 602–611. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers.
- Sosef, M., 2014. Novitates Gabonenses 86. The *Begonia clypeifolia* complex (Begoniaceae) unravelled. *Plant Ecology and Evolution* 147, 224–236. doi:10.5091/plecevo.2014.905
- Sosef, M.S.M., Dauby, G., Blach-Overgaard, A., van der Burgt, X., Catarino, L., Damen, T., Deblauwe, V., Dessein, S., Dransfield, J., Droissart, V., Duarte, M.C., Engledow, H., Fadeur, G., Figueira, R., Gereau, R.E., Hardy, O.J., Harris, D.J., de Heij, J., Janssens, S., Klomberg, Y., Ley, A.C., Mackinder, B.A., Meerts, P., van de Poel, J.L., Sonké, B., Stévant, T., Stoffelen, P., Svenning, J.-C., Sepulchre, P., Zaiss, R., Wieringa, J.J., Couvreur, T.L.P., 2017. Exploring the floristic diversity of tropical Africa. *BMC Biology* 15. doi:10.1186/s12915-017-0356-8
- Stévant, T., 2003. Étude taxonomique, écologique et phytogéographique des Orchidaceae en Afrique centrale atlantique. PhD Thesis, Université Libre de Bruxelles, Belgium.

Thiv, M., Ghogue, J.-P., Grob, V., Huber, K., Pfeifer, E., Rutishauser, R., 2009. How to get off the mismatch at the generic rank in African Podostemaceae? *Plant Systematics and Evolution* 283, 57–77. doi:10.1007/s00606-009-0214-4

Annexe

Liste des 253 espèces identifiées lors de cette étude comme potentiellement menacées, par ordre alphabétique des familles et des taxons. Les valeurs d'EOO, d'AOO, le nombre d'occurrences uniques, le nombre estimé de *localities* (sensu UICN), et le nombre estimé de *localities* incluses dans des aires protégées sont indicatives, et données selon les résultats du « Rapid Red Listing » automatisé par ConR ; elles représentent donc des estimations. Les catégories UICN indiquées sont préliminaires. La probabilité de présence indique dans quelle aire d'étude l'espèce est connue : « présente » indique que l'espèce a été documentée sur l'empreinte du projet (Z1) ; « forte » indique que l'espèce n'est pas connue de l'empreinte mais est présente dans l'aire d'étude restreinte (Z2) et donc a une forte probabilité d'être présente sur l'empreinte ; « moyenne » indique que l'espèce n'est connue ni de Z1 ni de Z2 mais est présente dans l'aire d'étude large (Z3), et donc a une probabilité moyenne d'être présente sur l'empreinte. Les données (nombre de *localities* sensu UICN, catégorie UICN préliminaire) marquées d'un astérisque indique que l'espèce a fait l'objet d'une vérification manuelle de son évaluation préliminaire de statut UICN.

Famille	Taxon	EOO (km ²)	AOO (km ²)	Nb occurrences uniques	Nb localities sensu UICN	Nb localities dans aire protégée	UICN préliminaire	Probabilité de présence
Acanthaceae	Brachystephanus mannii	888 413	36	9	8	0	VU?	Forte
Acanthaceae	Dischistocalyx klainei	27 083	36	10	7	3	VU?	Forte
Acanthaceae	Dischistocalyx lithicola	12	12	3	2	1	EN?	Moyenne
Acanthaceae	Dischistocalyx minimus	198	12	4	3	1	EN?	Forte
Acanthaceae	Justicia tigrina	3 173	20	5	5	0	EN?	Forte
Acanthaceae	Staurogyne pseudocapitata	NA	8	2	2	0	EN?	Forte
Achariaceae	Dasylophos blackii	356 266	24	6	5	2	EN?	Forte
Anacardiaceae	Sorindelia oxyandra	NA	8	2	2*	0	EN?*	Forte
Anacardiaceae	Trichoscypha engong	90 871	40	10	8	3	VU?	Moyenne
Annonaceae	Letestodoxa glabrifolia	15	12	3	1*	0	CR?*	Forte
Annonaceae	Piptostigma oyemense	104 960	40	10	9	1	VU?	Moyenne
Annonaceae	Polyceratocarpus microtrichus	24 570	32	9	8	2	VU?	Forte
Annonaceae	Sirdavidia solaninona	NA	4	2	3*	1	EN?*	Présente

Page 54

Annonaceae	Uvaria annickiae	27 078	28	7	7	1	VU?	Forte
Annonaceae	Uvaria bipindensis	61 969	28	8	6	1	VU?	Moyenne
Annonaceae	Uvaria gabonensis	374 754	24	6	5	1	EN?	Forte
Annonaceae	Uvaria psorosperma	NA	8	2	2	0	EN?	Moyenne
Apocynaceae	Hunteria macrosiphon	39 463	36	9	8	0	VU?	Forte
Apocynaceae	Orthopichonia seretii	956 322	28	7	6	0	VU?	Forte
Apocynaceae	Petchia africana	272	12	3	3	0	EN?	Moyenne
Apocynaceae	Tabernaemontana hallei	50 229	36	10	9	1	VU?	Forte
Araceae	Culcasia brevipetiolata	NA	4	1	4*	0	EN?*	Forte
Araceae	Culcasia linearifolia	12	12	3	3	1	EN?	Forte
Araceae	Culcasia obliquifolia	26 544	40	10	8	1	VU?	Forte
Araceae	Culcasia rotundifolia	2 157	44	11	7*	1	VU?*	Présente
Araceae	Nephtytis hallei	NA	4	1	1*	0	CR?*	Forte
Araceae	Nephtytis swainii	264 871	32	8	7	2	VU?	Moyenne
Araceae	Pseudohydrosme gabunensis	3 430	20	9	4	0	EN?	Forte
Araliaceae	Schefflera tessmannii	176 180	32	8	7	1	VU?	Forte
Asparagaceae	Chlorophytum petrophilum	71 243	36	10	8-9*	3	VU?*	Forte
Asparagaceae	Dracaena crystalensis	6 367	12	3	3	0	EN?	Moyenne
Asparagaceae	Dracaena mokoko	65 269	48	12	10	1	VU?	Forte
Aspleniaceae	Asplenium annetii	104 282	36	9	9	4	VU?	Forte
Aspleniaceae	Asplenium irregulare	NA	4	1	3*	0	EN?*	Moyenne
Aspleniaceae	Asplenium isabelense	NA	4	1	2*	0	EN?*	Forte
Aspleniaceae	Asplenium spec.nov. 1	NA	8	2	2	1	EN?	Forte
Aspleniaceae	Asplenium staudtii	134 484	28	7	6	2	VU?	Forte
Balsaminaceae	Impatiens gongolana	458	16	4	3	2	EN?	Moyenne
Balsaminaceae	Impatiens pseudomacroptera	13 063	36	10	7*	1	VU?*	Présente
Balsaminaceae	Impatiens wilksiana	NA	4	1	1	1	EN?	Forte

Page 55

Begoniaceae	Begonia aggeloptera	12	12	3	2*	0	EN?*	Forte
Begoniaceae	Begonia asplenifolia	17 068	52	13	10	1	VU?	Forte
Begoniaceae	Begonia erectocaulis	981	56	14	8	2	VU?	Forte
Begoniaceae	Begonia erectotricha	2 074	36	10	5*	1	EN?*	Présente
Begoniaceae	Begonia gabonensis	21 458	52	13	7	2	VU?	Forte
Begoniaceae	Begonia heterochroma	4 520	56	16	7-8*	1	VU?*	Présente
Begoniaceae	Begonia karperi	3 272	28	8	4	1	EN?	Forte
Begoniaceae	Begonia microsperma	39 854	36	10	8	3	VU?	Forte
Begoniaceae	Begonia minutifolia	542	56	16	8	1	VU?	Forte
Begoniaceae	Begonia peperomioides	655	24	7	5	1	EN?	Forte
Begoniaceae	Begonia puberula	NA	8	2	2	1	EN?	Moyenne
Begoniaceae	Begonia vankerckhovenii	376 307	24	6	5	1	EN?	Forte
Begoniaceae	Begonia vittariifolia	1 921	28	9	4	1	EN?	Forte
Begoniaceae	Begonia wilksii	1 451	16	4	4	1	EN?	Forte
Boraginaceae	Hoplostigma klaineana	362 813	52	14	9	3	VU?	Moyenne
Burmanniaceae	Burmannia hexaptera	NA	8	2	2	0	EN?	Moyenne
Burmanniaceae	Gymnosiphon constrictus	2 262	20	7	4	1	EN?	Forte
Burseraceae	Dacryodes camerunensis	69 458	32	8	8	2	VU?	Forte
Burseraceae	Dacryodes ebatom	40 028	20	6	5	0	EN?	Forte
Burseraceae	Dacryodes ledermannii	11 246	24	6	6	0	VU?	Forte
Capparaceae	Ritchiea macrantha	126 040	24	8	6	1	VU?	Forte
Celastraceae	Salacia coronata	1 833	12	3	3	0	EN?	Moyenne
Celastraceae	Salacia diplasia	2 288	24	8	4	1	EN?	Forte
Celastraceae	Salacia hallei	113 270	28	7	7	2	VU?	Forte
Celastraceae	Salacia pyriformoides	425 297	44	12	9	0	VU?	Forte
Celastraceae	Salacia villiersii	NA	4	2	1*	0	CR?*	Forte
Chrysobalanaceae	Dactyladenia laevis	19 021	28	7	5	3	EN?	Forte

Page 56

Chrysobalanaceae	Magnistipula glaberrima	184 441	52	13	10	3	VU?	Forte
Combretaceae	Combretum exellii	12 997	32	8	7	1	VU?	Forte
Connaraceae	Ageiaea gabonensis	38 248	32	9	5*	1	EN?*	Présente
Connaraceae	Cnestis uncata	20 694	44	11	9	0	VU?	Forte
Convolvulaceae	Dipteropeltis macrantha	1 738	16	4	3	0	EN?	Forte
Costaceae	Costus albiflos	59 184	36	9	8	1	VU?	Forte
Costaceae	Costus maboumiensis	374 232	40	12	10	1	VU?	Forte
Cucurbitaceae	Momordica jeffreyana	570 168	32	8	8	2	VU?	Forte
Cyatheaceae	Cyathea obtusiloba	1 529	12	3	3	0	EN?	Forte
Cyperaceae	Cyperus cataractarum	47 839	24	6	7-8*	1	VU?*	Présente
Cyperaceae	Mapania raynalana	156	12	3	3	0	EN?	Forte
Cyperaceae	Mapania secans	47 272	28	7	9*	1	VU?*	Présente
Dichapetalaceae	Dichapetalum pulchrum	10 752	36	10	7	0	VU?	Forte
Dryopteridaceae	Lastreopsis davalliaeformis	12 573	20	5	9-10*	2	VU?*	Présente
Ebenaceae	Diospyros longiflora	10 675	20	5	4	1	EN?	Forte
Euphorbiaceae	Croton wellensii	178 919	32	8	8	0	VU?	Forte
Euphorbiaceae	Euphorbia tettensis	241 577	12	3	3	0	EN?	Moyenne
Euphorbiaceae	Tetrorchidium gabonense	111	24	12	3	1	EN?	Forte
Fabaceae	Amphimas tessmannii	NA	4	1	1*	0	CR?*	Moyenne
Fabaceae	Berlinia immaculata	21 481	28	7	7	2	VU?	Moyenne
Fabaceae	Bikinia coriacea	23 484	48	14	7	1	VU?	Moyenne
Fabaceae	Bikinia spec.nov. Crystal Mts	1 137	32	12	4	1	EN?	Forte
Fabaceae	Dalbergiella gossweileri	93 090	36	9	9	2	VU?	Forte
Fabaceae	Didelotia morelii	NA	8	2	2	0	EN?	Moyenne
Fabaceae	Gilbertiodendron ecoukense	62 388	28	9	6	1	VU?	Moyenne
Fabaceae	Gilbertiodendron ngouniense	13 031	36	10	5	1	EN?	Forte
Fabaceae	Gilbertiodendron sulfureum	77 841	36	9	9	3	VU?	Forte

Page 57

Fabaceae	Hymenostegia brachyura	46 408	28	8	7	1	VU?	Forte
Fabaceae	Hymenostegia talbotii	70 223	28	8	6	0	VU?	Forte
Fabaceae	Isomacrobium hallei	3 447	36	12	5*	1	EN?*	Présente
Fabaceae	Isomacrobium triplisomere	21 915	36	10	9	2	VU?	Moyenne
Fabaceae	Milletia harmsiana	505 596	28	7	6	1	VU?	Forte
Fabaceae	Milletia klainei	59 376	24	6	5	2	EN?	Forte
Fabaceae	Oddoniodendron normandii	24 196	24	6	6	0	VU?	Forte
Fabaceae	Prioria gilbertii	399 098	36	10	7	2	VU?	Forte
Fabaceae	Rhynchosia gabonensis	NA	4	1	1*	0	CR?*	Forte
Gentianeae	Anthocleista laxiflora	9 463	24	6	6*	3	VU?*	Présente
Icacinaeae	Rhaphiostylis fusca	22 935	12	3	5*	1	EN?*	Présente
Lamiaceae	Clerodendrum anomalum	83 594	32	8	7	0	VU?	Forte
Lamiaceae	Vitex gabunensis	47 010	28	7	7	2	VU?	Moyenne
Lauraceae	Beilschmiedia calcitranthera	52 329	28	7	7	2	VU?	Forte
Lauraceae	Beilschmiedia jacques-felixii	47 581	16	4	4	1	EN?	Forte
Lauraceae	Beilschmiedia klainei	77 248	40	10	9	2	VU?	Forte
Lauraceae	Beilschmiedia pierreana	16 024	16	4	4	0	EN?	Forte
Lauraceae	Beilschmiedia thollonii	NA	8	2	2	0	EN?	Moyenne
Lecythidaceae	Rhaptopetalum pachyphyllum	101 489	44	11	10	3	VU?	Moyenne
Lecythidaceae	Rhaptopetalum sessilifolium	52 991	24	6	5	3	EN?	Forte
Linderniaceae	Torenia mannii	12	12	3	2	1	EN?	Forte
Loganiaceae	Strychnos zenkeri	591 578	44	11	9	1	VU?	Forte
Loranthaceae	Phragmanthera crassicaulis	674 702	48	12	10	2	VU?	Forte
Malpighiaceae	Triaspis spec. nov. A	NA	4	1	1*	0	CR?*	Forte
Malvaceae	Cola duparquetiana	64 977	40	10	9	3	VU?	Moyenne
Malvaceae	Cola lissachensis	72 255	44	11	10	1	VU?	Forte
Malvaceae	Grewia drummondiana	NA	4	1	1*	0	CR?*	Présente

Page 58

Malvaceae	Octolobus heteromerus	131 528	36	9	9	2	VU?	Moyenne
Malvaceae	Tarrietia densiflora	18 288	28	8	7	1	VU?	Forte
Marantaceae	Marantochloa alba	2 779	20	6	5	0	EN?	Forte
Marantaceae	Marantochloa grandiflora	NA	8	2	1*	0	CR?*	Forte
Marantaceae	Marantochloa sulphurea	NA	8	2	2	0	EN?	Forte
Marantaceae	Thaumatococcus flavus	32	8	3	2	0	EN?	Forte
Melastomataceae	Amphiblemma ciliatum	54 704	32	8	8	1	VU?	Moyenne
Melastomataceae	Amphiblemma cuneatum	236	12	3	2	1	EN?	Forte
Melastomataceae	Amphiblemma hallei	8 004	32	8	8	0	VU?	Forte
Melastomataceae	Amphiblemma heterophyllum	NA	4	1	1*	0	CR?*	Moyenne
Melastomataceae	Amphiblemma mvensis	NA	4	1	1*	0	CR?*	Moyenne
Melastomataceae	Amphiblemma setosum	34 298	44	11	7-8*	3	VU?*	Présente
Melastomataceae	Amphiblemma soyauxii	1 528	24	8	8*	1	VU?*	Présente
Melastomataceae	Calvoa maculata	NA	8	2	2	1	EN?	Forte
Melastomataceae	Calvoa trochainii	1 237 290	44	11	10	4	VU?	Moyenne
Melastomataceae	Dichaetanthera strigosa	92 319	40	12	7	1	VU?	Forte
Melastomataceae	Dissotis barteri	6 697	40	14	7	1	VU?	Moyenne
Melastomataceae	Memecylon alipes	NA	4	1	2*	0	EN?*	Moyenne
Melastomataceae	Memecylon sitanum	103	12	3	2	0	EN?	Forte
Melastomataceae	Warneckea wildeana	102 615	20	5	5	2	EN?	Moyenne
Meliaceae	Carapa angustifolia	18 648	20	6	5	1	EN?	Forte
Meliaceae	Lepilaea cauliflora	99 490	52	15	10	0	VU?	Forte

Page 59

Moraceae	<i>Ficus subsagittifolia</i>	545 048	40	10	10	1	VU?	Forte
Ochnaceae	<i>Campylopermum klainei</i>	1 067	16	4	4*	0	EN?*	Forte
Ochnaceae	<i>Campylopermum longestipulatum</i>	38 434	60	17	10	2	VU?	Forte
Ochnaceae	<i>Campylopermum louisii</i>	11 095	36	11	9	2	VU?	Forte
Oleaceae	<i>Octoknema dinklagei</i>	1 335	12	3	3	0	EN?	Moyenne
Oleaceae	<i>Octoknema genovefae</i>	101 064	40	10	10	2	VU?	Forte
Oleaceae	<i>Strombosopsis sereinii</i>	29 569	36	9	7	1	VU?	Forte
Oleaceae	<i>Jasminum nardydorum</i>	2 143	12	3	3	1	EN?	Moyenne
Oleandraceae	<i>Oleandra annetii</i>	59 439	12	3	3	0	EN?	Forte
Orchidaceae	<i>Ancistrohynchus crystalensis</i>	23 589	44	14	6*	3	VU?*	Forte
Orchidaceae	<i>Ancistrohynchus obovata</i>	NA	8	2	2	1	EN?	Forte
Orchidaceae	<i>Ancistrohynchus schumannii</i>	12 350	20	5	5	1	EN?	Forte
Orchidaceae	<i>Ancistrohynchus tenuicaulis</i>	1 072 78 3	44	13	9	2	VU?	Forte
Orchidaceae	<i>Angraecum affine</i>	9 500	20	5	4	1	EN?	Forte
Orchidaceae	<i>Angraecum angustipetalum</i>	520 710	28	7	7	1	VU?	Forte
Orchidaceae	<i>Angraecum biteaui</i> sp. nov. ined.	4 570	16	4	4	1	EN?	Forte
Orchidaceae	<i>Bulbophyllum capituliflorum</i>	123 526	36	10	8	1	VU?	Forte
Orchidaceae	<i>Bulbophyllum subligaculiferum</i>	20 896	12	4	3	1	EN?	Forte
Orchidaceae	<i>Cyrtorchis seretii</i>	NA	8	2	2	0	EN?	Forte
Orchidaceae	<i>Diaphanthe aff. laticalar</i> sp. nov. 2	39 907	32	15	8	1	VU?	Forte
Orchidaceae	<i>Diaphanthe garayana</i>	18 482	20	5	4	0	EN?	Forte
Orchidaceae	<i>Diaphanthe</i> sp. nov. 1	10 817	16	5	4	0	EN?	Forte
Orchidaceae	<i>Eggelingia gabonensis</i>	85 125	24	6	5	2	EN?	Forte
Orchidaceae	<i>Liparis caillei</i>	627 306	20	5	5	0	EN?	Forte
Orchidaceae	<i>Liparis gracilentia</i>	116 653	28	8	6	3	VU?	Forte
Orchidaceae	<i>Liparis mulindana</i>	1 351 52	32	8	8	0	VU?	Forte

Page 60

		8						
Orchidaceae	<i>Liparis pentagonalis</i>	NA	8	2	2	1	EN?	Forte
Orchidaceae	<i>Micrococella bulbocalcarata</i>	79 960	20	7	4	3	EN?	Forte
Orchidaceae	<i>Polystachya aff. kubale</i> sp. nov.	NA	4	1	2*	0	EN?*	Forte
Orchidaceae	<i>Polystachya batkoi</i>	6 609	24	6	8*	1	VU?*	Forte
Orchidaceae	<i>Polystachya bipoda</i>	26 131	28	11	7*	3	VU?*	Présente
Orchidaceae	<i>Polystachya lejolyana</i>	NA	8	2	2	1	EN?	Forte
Orchidaceae	<i>Polystachya meyeri</i>	143 896	12	3	3	0	EN?	Forte
Orchidaceae	<i>Polystachya moniquetiana</i>	121 262	28	8	6	3	VU?	Forte
Orchidaceae	<i>Polystachya testuana</i>	14 243	32	8	7	1	VU?	Forte
Orchidaceae	<i>Rhipidoglossum densiflorum</i>	655 419	52	14	9	1	VU?	Forte
Orchidaceae	<i>Tridactyle brevicarata</i>	30 414	44	11	9	2	VU?	Forte
Orchidaceae	<i>Tridactyle pentalobata</i>	NA	4	1	1	1	EN?	Forte
Orchidaceae	<i>Tridactyle truncatiloba</i>	22 715	44	14	10	1	VU?	Forte
Orchidaceae	<i>Vanilla chalonii</i>	23 023	24	6	5	2	EN?	Forte
Pandanaceae	<i>Pandanus gabonensis</i>	913	16	5	3	0	EN?	Forte
Phyllanthaceae	<i>Bridelia wilksii</i>	2 056	16	4	3*	1	EN?*	Présente
Phyllanthaceae	<i>Cleistanthus bipindensis</i>	99 961	48	12	10	1	VU?	Forte
Phyllanthaceae	<i>Maesobotrya oligantha</i>	14 858	48	12	7	2	VU?	Forte
Phyllanthaceae	<i>Protomegabaria meiocarpa</i>	610 027	28	7	7	3	VU?	Forte
Phyllanthaceae	<i>Thecacoris lancifolia</i>	NA	4	1	1	1	EN?	Moyenne
Poaceae	<i>Microcalamus convallarioides</i>	NA	NA	NA	5*	NA	EN?*	Présente
Podostemaceae	<i>Ledermanniella cristata</i>	120 825	16	4	9*	1	VU?*	Présente
Podostemaceae	<i>Ledermanniella letestui</i>	NA	8	2	4*	1	EN?*	Présente
Polygalaceae	<i>Heterosamara manni</i>	4 618	24	7	5	1	EN?	Forte
Polypodiaceae	<i>Grammitis nigrocincta</i>	94 292	28	7	6	3	VU?	Forte
Polypodiaceae	<i>Loxogramme buettneri</i>	1 406 16 5	44	11	10	0	VU?	Forte

Page 61

Polypodiaceae	Zygophlebia villosissima	2 167 458	40	10	9	5	VU?	Forte
Primulaceae	Ardisia atrobullata	23 767	20	5	5	0	EN?	Moyenne
Primulaceae	Ardisia bracteata	NA	4	1	1*	0	CR?*	Forte
Primulaceae	Ardisia mildbraedii	348 178	36	9	8	1	VU?	Forte
Primulaceae	Ardisia sadebeckiana	19 383	40	11	9	2	VU?	Forte
Primulaceae	Ardisia sp. no 3	11 357	12	3	3	0	EN?	Forte
Primulaceae	Ardisia zenkeri	16 189	52	14	8	1	VU?	Forte
Pteridaceae	Vittaria schaeferi	88 189	20	5	8*	2	VU?*	Présente
Putranjivaceae	Drypetes euryodes	49 981	20	6	4	2	EN?	Moyenne
Putranjivaceae	Drypetes magnistipula	82 155	60	16	10	2	VU?	Forte
Rhizophoraceae	Cassipourea hiotou	260 934	32	8	8	2	VU?	Forte
Rhizophoraceae	Comiphyton gabonense	396 471	28	7	7	3	VU?	Forte
Rubiaceae	Bertiera heterophylla	41 072	28	8	6	1	VU?	Forte
Rubiaceae	Bertiera lanx	14 154	32	8	6	1	VU?	Forte
Rubiaceae	Chassalia nguemae	1 847	12	3	3	1	EN?	Forte
Rubiaceae	Chazaliella laxa	39 636	32	9	7	1	VU?	Forte
Rubiaceae	Cuviera calycosa	277 583	40	11	10	2	VU?	Forte
Rubiaceae	Didymosalpinx konguensis	NA	8	2	2	0	EN?	Forte
Rubiaceae	Ecpoma apocynaceum	73 535	32	8	7	3	VU?	Forte
Rubiaceae	Ecpoma geanthum	NA	4	1	2*	0	EN?*	Forte
Rubiaceae	Empogona concolor	62 586	32	9	6	1	VU?	Moyenne
Rubiaceae	Gaertnera gabonensis	32 767	32	8	7*	1	VU?*	Présente
Rubiaceae	Globulostylis robbrechtiana	11 032	60	16	7	2	VU?	Forte
Rubiaceae	Hymenocoleus emarginatus	198 930	32	8	8	3	VU?	Forte
Rubiaceae	Hymenocoleus physostipula	66 883	40	10	9	2	VU?	Forte
Rubiaceae	Lasianthus urophyloides	33 398	36	11	5	1	EN?	Forte
Rubiaceae	Pauridiantha longistipula	6 142	24	7	3	1	EN?	Forte

Page 62

Rubiaceae	Pauridiantha smetsiana	6 397	40	11	6	1	VU?	Moyenne
Rubiaceae	Pavetta mayumbensis	9 850	20	5	6-7*	1	VU?*	Présente
Rubiaceae	Pavetta stemonogyne	175 636	32	8	9*	2	VU?*	Présente
Rubiaceae	Psychotria champluvierae	93 035	28	8	7	2	VU?	Forte
Rubiaceae	Psychotria crystallina	NA	8	2	2	0	EN?	Forte
Rubiaceae	Psychotria degreefii	NA	4	1	2*	0	EN?*	Forte
Rubiaceae	Psychotria hedraeocephala	79 343	56	15	9	1	VU?	Forte
Rubiaceae	Psychotria maesenii	42 038	20	5	5	2	EN?	Moyenne
Rubiaceae	Psychotria reitsmarum	31 561	36	9	8	2	VU?	Moyenne
Rubiaceae	Rutidea ferruginea	6 538	24	6	7*	2	VU?*	Présente
Rubiaceae	Tarenna leonardii	198 931	32	8	8	0	VU?	Forte
Rubiaceae	Tricalysia ferorum	42 320	24	7	6	2	VU?	Forte
Rubiaceae	Tricalysia idiura	NA	4	1	2*	0	EN?*	Moyenne
Rubiaceae	Urophyllum micranthum	28 611	68	18	8	3	VU?	Forte
Rubiaceae	Virectaria salicoides	NA	4	1	1	1	EN?	Forte
Sapindaceae	Allophylus hallei	163 470	52	13	9	2	VU?	Forte
Sapindaceae	Deinbollia rambaensis	9 132	12	3	3	0	EN?	Forte
Sapindaceae	Lychnodiscus brevibracteatus	35 835	24	6	6	0	VU?	Moyenne
Sapotaceae	Lecomtedoxa saint-aubinii	NA	8	2	2	1	EN?	Forte
Sapotaceae	Letestua durissima	267 217	40	10	9	3	VU?	Forte
Sapotaceae	Manilkara zenkeri	121 093	24	6	6	1	VU?	Moyenne
Sapotaceae	Neolemonniera batesii	243 173	24	6	8*	2	VU?*	Présente
Sapotaceae	Synsepalum gabonense	27 023	16	4	4	0	EN?	Forte
Sapotaceae	Zeyherella le-testui	58 154	40	10	9	2	VU?	Moyenne
Tectariaceae	Triplophyllum dimidiatum	38 208	40	10	8-9*	3	VU?*	Forte
Thymelaeaceae	Craterosiphon pseudoscandens	356 106	20	5	5	0	EN?	Forte
Violaceae	Rinorea soyauxii	83	16	4	2	0	EN?	Forte

Page 63

Vitaceae	<i>Cissus gossweileri</i>	678 827	44	11	9	3	VU?	Forte
Vochysiaceae	<i>Eriomadelpheus sessilis</i>	646 180	32	8	7	1	VU?	Forte
Vochysiaceae	<i>Korupodendron songweanum</i>	117 303	36	10	7	2	VU?	Forte
Zingiberaceae	<i>Renealmia tchimbeleana</i> sp. nov. ined.	NA	4	1	1*	0	CR?*	Forte

**Annexe XIV : FLORE / Espèces
menacées : Notice de pré-alerte**

Projet d'aménagement hydroélectrique de
Ngoulmendjim

Etude de la flore.
Rapport 6 : Notice d'alerte pour Ngoulmendjim

Préparé par Ehoarn Bidault & Tariq Stévant
Missouri Botanical Garden (MBG), Africa and Madagascar Department,
P.O. Box 299, 63166-0299, St. Louis, Missouri, USA
Tariq.stevart@mobot.org, +32 494632253



Préparé pour TERE A
Mars 2018



MISSOURI
BOTANICAL
GARDEN

Table des matières

1.0	Résumé.....	4
2.0	Introduction.....	6
2.1	Contexte.....	6
2.2	Objectifs du rapport.....	7
3.0	Flore potentiellement menacée et présence d'espèces critiques pour le projet.....	7
4.0	Conclusion.....	25
5.0	Bibliographie.....	27

Index des figures

Figure 1.	<i>Epistemma</i> sp. nov., spécimen Bidault et al. 3535 (haut), <i>Palisota plicata</i> sp. nov., spécimen Bidault et al. 3561 et 3514 (bas).....	9
Figure 2.	Carte de répartitions des spécimens collectés représentant les espèces potentiellement menacées sur la zone d'étude.....	17
Figure 3.	<i>Palisota sublectica</i> sp. nov., spécimen Bidault et al. 3563 (haut, gauche), <i>Crossandrella cristalensis</i> , spécimen Bidault et al. 3538 (haut, droite), <i>Mostuea</i> sp. nov., spécimen Bidault et al. 3574 (bas, gauche), <i>Tetrorchidium gabonense</i> , spécimen Bidault et al. 3452 (milieu, droite) et <i>Placodiscus resendeanus</i> , spécimen Bidault et al. 3507 (bas, droite).....	18
Figure 4.	Localisation des récoltes des espèces potentiellement menacées effectuées sur le site du barrage et de la retenue potentielle.....	19
Figure 5.	Carte de localisation des récoltes correspondant aux espèces potentiellement menacées collectées dans le secteur de la Petite Tsibilé et de la Foumana, et dans les contreforts des Monts de Cristal.....	20
Figure 6.	Carte de localisation des récoltes correspondant aux espèces potentiellement menacées dans le secteur des contreforts des Monts de Cristal de la zone d'étude.....	22
Figure 7.	Specimen type de <i>Grewia drummondiana</i> , collecté par Bates (numéro 459). Disponible à l'adresse https://www.kew.org/herbcatimg/136416.jpg	23

Index des tableaux

Tableau 1.	Tableau synthétique des 37 espèces potentiellement menacées identifiées sur le site d'étude.....	10
-------------------	--	----

Lexique

MBG : Missouri Botanical Garden

ULB : Université Libre de Bruxelles

HNG : Herbar National du Gabon (CENAREST)

WAG : Herbar de Wageningen, basé à Leiden, Pays-Bas.

EIES : Etude d'impact environnemental et social

UICN : Union Internationale pour la Conservation de la Nature

Preliminary Red Listing : technique d'évaluation rapide du statut de menace des espèces selon les catégories de la Liste Rouge de l'UICN, en utilisant le Critère B. Cette technique développée par le MBG utilise la routine ConR et permet de fournir une première estimation rapide du niveau potentiel de menace pour une espèce donnée, mais ne remplace en aucun cas une évaluation UICN en bonne et due forme. Afin de distinguer ces évaluations de celles issues du processus de Red Listing, nous les signalons par un « ? ».

Illustration de première page : *Palisota plicata* sp. nov., spécimen Bidault et al. 3561. Photo E. Bidault.

Comment citer ce rapport : Bidault, E., & Stévant, T., 2018. *Projet d'aménagement hydroélectrique de Ngoulmendjim. Etude de la flore. Rapport 6 : Notice d'alerte pour Ngoulmendjim. Missouri Botanical Garden, Saint-Louis (U.S.A.) & Bruxelles (Belgique). 25 pp.*

1.0 RESUME

Dans le cadre du projet de construction de l'ouvrage hydroélectrique de Ngoulmendjim au Gabon, TERE A a été missionné pour réaliser son étude de base. Pour ce faire, une expertise de la flore potentiellement impactée par le projet a été requise. TERE A a ainsi décidé de recourir aux services du Missouri Botanical Garden pour la réalisation de l'essentiel de cette expertise botanique, et un contrat a été signé entre les deux parties en Octobre 2017. **Cette notice d'alerte propose une synthèse préliminaire des espèces potentiellement menacées identifiées sur site**, basée sur l'analyse préliminaire et les différentes campagnes de terrain effectuées en 2017 et 2018 par les équipes du MBG.

L'objectif du rapport étant d'informer de façon rapide TERE A et le mandataire des enjeux potentiels à considérer concernant la flore, c'est-à-dire la présence d'espèces dont la survie est menacée par le projet (selon les critères de l'IUCN). **Une attention particulière a été donnée aux espèces présentes dans la zone inondée ou la zone de construction des infrastructures, et pour lesquelles des mesures de compensation paraissent difficiles.**

A ce jour, un total de 37 espèces potentiellement menacées ont été récoltées dans la zone d'étude du futur barrage de Ngoulmendjim. 26 espèces ont été identifiées par l'étude préliminaire sur la base de collectes historiques, et 11 ont été révélées par la phase de terrain. **Parmi ces espèces, deux sont considérées comme CR ?, 14 comme EN ?, 2 sont potentiellement EN ? ou VU ? sans que nous puissions le préciser à ce stade des connaissances, et 19 comme VU ?.** Parmi celles-ci, nous distinguons **5 espèces qui seront fortement impactées par le projet et pourraient donc constituer des « No go », c'est-à-dire des espèces qui pourraient empêcher la réalisation du projet selon les normes de la SFI (*Palisota plicata* sp. nov. EN ?, *Palisota sublectica* sp. nov. EN ?, *Liparis joannis-kornasii* EN ?, *Epistemma* sp. nov. CR ? et *Grewia drummondiana* CR ?), car leur habitat sera fortement impacté par le projet, et au moins un tiers de leur population totale est menacé par le projet. Il est aussi à noter que l'orchidée, *Liparis joannis-kornasii*, est menacée par les deux projets de Ngoulmendjim et Dibwangui, qui abritent deux tiers de sa population totale. 3 espèces sont considérées comme ayant un enjeu fort de conservation au regard du projet (*Tetrorchidium gabonense*, *Ledermanniella letestui*, et *Inversodicraea cristata*), c'est-à-dire qu'elles ne représentent pas des potentiels « no go », mais qu'au moins un quart de leur population totale est menacé, ou que leur habitat irremplaçable est fortement menacé par le projet.**

Par ailleurs, une seule espèce a été officiellement évaluée selon les catégories et critères de la Liste Rouge (*Inversodicraea cristata*, VU). De plus, la totalité des spécimens collectés lors des différentes missions de terrain effectuées en 2017 n'a pas encore été identifiée formellement. Ainsi, le taux d'identification se monte actuellement à environ 75%, et certains groupes, nécessitant l'expertise de spécialistes dédiés, n'ont pas encore pu être étudiés avec précision (comme les *Rinorea*, les Ptéridophytes). De fait, la liste des espèces potentiellement menacées pourrait encore évoluer. Cette notice d'alerte se verra donc complétée et précisée par le rapport final. De plus amples informations seront proposées pour chacune des espèces potentiellement menacées mentionnées ici.

Finalement, la présence de Podostemaceae sur le site d'étude avait été supposée par l'analyse préliminaire (Bidault et al. 2017), à cause d'échantillons collectés dans la vallée de la Mbé. La mission de terrain de novembre a montré que des habitats similaires sont présents sur la Foumana, la Tsibilé, la Petite Tsibilé, et le Komo. Ainsi, le Dr Archange Boupoya s'est rendu sur le site en Février 2018 et a pu collecter 14 échantillons de Podostemaceae. Il pourrait s'agir des 2 espèces déjà mentionnées par l'analyse préliminaire, mais aussi d'autres taxons (le Gabon abritant environ 20 espèces de Podostemaceae, la plupart étant très rares et menacées). Ces échantillons seront déterminés dans les mois qui viennent, et les résultats seront inclus dans le rapport final, mais

compte tenu de la **forte probabilité que ces échantillons représentent des espèces très menacées**, et au vu de l'écologie extrêmement étroite et les faibles possibilités d'évitement ou d'atténuation, **la présence de ces espèces constitue un enjeu majeur pour le projet**. L'échantillonnage ayant eu lieu à une saison défavorable, il est indispensable d'organiser une mission de terrain en saison sèche (juillet) pour obtenir les données nécessaires à l'identification précise de ces espèces, la caractérisation de leur habitat et de leur distribution, et peut être envisager, bien que hasardeuses, des mesures de conservation *ex situ*.

2.0 INTRODUCTION

2.1 Contexte

Dans le cadre du projet de construction de l'ouvrage hydroélectrique de Ngoulmendjim au Gabon (province de l'Estuaire), la société TERE A a été chargée de l'étude de l'état initial du milieu naturel pour le compte du consortium FGIS (Fond Gabonais d'Investissement Stratégique) / ERANOVE. Dans le cadre de la réalisation de cette étude, TERE A a fait appel au MBG pour l'identification des espèces de plantes menacées. L'expertise apportée par le MBG doit répondre aux standards de la SFI, c'est-à-dire l'identification des espèces pouvant déclencher la présence d'habitats critiques (CR et EN), et vise donc à inventorier la flore menacée du site en mettant notamment l'accent sur les espèces importantes au niveau biologique (rareté, statut de protection / conservation à une échelle nationale, sous régionale et internationale, etc.) et sur la flore des cascades et des rapides. Cette expertise est réalisée par des missions de terrain permettant de tenir compte de la saisonnalité, et par une revue bibliographique. Ses conclusions serviront d'indicateurs de sensibilité et ce sont ces habitats et ces espèces qui feront l'objet d'attentions particulières lors de l'étude d'impacts (qui fera l'objet d'un projet distinct du consortium) et notamment pour la définition des mesures correctrices.

Sur l'ensemble des périmètres du site de Ngoulmendjim, la Zone d'Etude correspond à l'ensemble des zones susceptibles d'être impactées par le projet, à savoir :

- emprise du réservoir,
- affluents au réservoir,
- tronçons de cours d'eau aval barrage et aval usine jusqu'au prochain affluent important,
- itinéraires de migration lorsque possible,
- zones annexes au projet principal, sous réserve que ces annexes soient dans le périmètre immédiat de la zone d'emprise du barrage (ligne d'évacuation du courant, zones d'emprunt et de décharge des matériaux, canalisations, canaux, pistes d'accès, bâtiments divers, base vie des travailleurs pendant le chantier de construction, ...)

Les prestations confiées au MBG sont les suivantes :

- Réalisation d'une étude préliminaire consistant en une extraction, une analyse et une interprétation de la base de données TROPICOS du MBG au sens du standard international PS6 de la SFI.
- Réalisation d'une expertise de terrain de la flore. Cette expertise implique la réalisation d'une mission de terrain sur l'aire d'étude ;
- Compiler et analyser les données ainsi recueillies, et fournir les conclusions nécessaires à la conduite de l'étude d'impact en référence au standard international PS6 de la SFI ;
- Conduire des évaluations formelles selon les catégories et critères de la Liste Rouge de l'UICN pour les espèces potentiellement menacées identifiées sur le site ;
- De participer à tout échange avec TERE A quant au sujet d'expertise.

Cette note d'alerte présente les enjeux de flore et de végétation identifiés à la suite des campagnes de terrain, et représente la troisième partie de l'étude. Elle fait suite aux cinq premiers rapports (Bidault *et al.* 2017 a et b ; Bidault & Stévant 2017a et b ; Boupoya & Stévant 2018).

Le travail d'identification étant toujours en cours, d'autres espèces menacées pourraient être intégrées dans le rapport final.

2.2 Objectifs du rapport

L'objectif de cette notice d'alerte est d'identifier et de lister de manière succincte, mais rapide et donc informative pour le projet, les **éléments de flore menacés et présentant donc des risques pour le projet**. Ces éléments ont pu être identifiés grâce à l'étude préliminaire (« desktop analysis », Bidault *et al.* 2017), aux campagnes de terrain effectuées en novembre 2017 et en février 2018, et au travail déjà réalisé dans les institutions botaniques afin d'identifier les spécimens collectés. Ainsi, cette notice d'alerte fournit une première présentation des espèces à fort enjeu de conservation, sur laquelle sera basé le rapport final.

3.0 FLORE POTENTIELLEMENT MENACEE ET PRESENCE D'ESPECES CRITIQUES POUR LE PROJET

Cette note d'alerte propose une première synthèse des enjeux floristiques du projet, c'est-à-dire des espèces potentiellement menacées identifiées sur le site d'étude basé sur l'étude préliminaire et le travail de terrain. Ces **37 espèces** sont résumées dans le Tableau 1, et leur localisation précise sur la zone présentée sur la Figure 2. Le site d'étude a été défini comme l'empreinte du barrage additionné des zones englobant les infrastructures prévues, selon les shapefiles fournis par TERA (Bidault *et al.* 2017).

A ce jour, **2 espèces sont considérées comme CR ?**, **14 comme EN ?**, **2 sont potentiellement EN ? ou VU ? sans que nous puissions le préciser à ce stade des connaissances**, et **19 comme VU ?**. Les espèces évaluées comme CR ? ou EN ? selon la méthode de Rapid Red Listing, sont les espèces à enjeu selon les standards PS6 de la SFI. **16 espèces sont donc concernées, potentiellement 18.**

Nous pouvons en outre, parmi toutes les espèces potentiellement menacées identifiées par le Preliminary Red Listing, déterminer celles qui représentent un enjeu critique, fort ou faible sur le projet. Cet enjeu est défini par l'impact du projet sur chacune de ces espèces.

L'impact du projet sur ces espèces potentiellement menacées est déterminé en fonction de l'impact prévu sur leur habitat, et de leur nombre de *locations* (sensu UICN) estimé, c'est à dire, en fonction de la proportion de la population totale de l'espèce qui sera impactée par le projet. **Ainsi, à ce stade de l'étude, nous estimons que le projet aura un impact majeur sur la survie d'au moins 5 des 37 espèces potentiellement menacées listées dans le Tableau 1: *Epistemma* sp. nov., CR ? (Apocynaceae, Figure 1), *Grewia drummondiana*, CR ? (Malvaceae, Figure 7), *Liparis joanniskornasii*, EN ? (Orchidaceae), *Palisota plicata* sp. nov., EN ? (Figure 1) et *Palisota sublectica* sp. nov., EN ? (Commelinaceae, Figure 3).** Il s'agit d'espèces pour lesquelles le projet provoquera la disparition d'au moins un tiers de la population totale estimée, ou qui impactera de façon durable et non mitigable leurs habitats. Ceci, à ce stade, reste préliminaire, car une évaluation en bonne et due forme du statut de menace selon les Catégories et Critères de la Liste Rouge de l'UICN est nécessaire pour chacune de ces espèces afin d'évaluer le nombre précis de *locations*. De plus, trois de ces espèces critiques sont des nouveautés taxonomiques identifiées grâce aux récoltes effectuées lors de la phase de terrain. Les genre *Palisota* fait actuellement l'objet d'une révision en Afrique centrale dans le cadre de la rédaction de la Flore du Gabon, et des échantillons se rapportant à ces nouvelles espèces sont actuellement recherchés dans les différentes institutions par les spécialistes de la famille pour l'Afrique centrale (E. Bidault et W.J. van der Burg de WAG). De même, des spécimens additionnels se rapportant à la nouvelle espèce du genre *Epistemma* sont en cours de recherche dans les collections historiques hébergées dans différents herbiers. Si d'autres échantillons étaient trouvés

dans les institutions, l'évaluation préliminaire selon les catégories et critères de la Liste Rouge en serait modifiée. Néanmoins, l'état actuel des connaissances est reflété dans ce rapport.

En outre, 3 espèces présentent un enjeu fort de conservation pour le projet : *Tetrorchidium gabonense* (Euphorbiaceae, EN ?), *Ledermanniella letestui* (Podostemaceae, EN ?), et *Inversodicraea cristata* (Podostemaceae, VU). Ce sont des espèces pour lesquelles le projet aura un impact fort sur leurs habitats, mais dont la proportion de la population totale estimée qui sera impactée est assez faible (entre un cinquième et un tiers de la population totale estimée), ou inversement, dont la majeure partie de la population totale estimée est présente dans et autour du site du projet, mais dont les habitats seront modérément impactés par le projet (voir le Tableau 1).

Enfin, deux récoltes (*Eriocoelum* sp., Sapindaceae ; et *Culcasia* aff. *mannii*, Araceae) représentent des taxons dont le statut reste à éclaircir, sans que nous puissions pour l'instant fournir plus de détails. Le genre *Eriocoelum* regroupe des espèces à la taxonomie complexe, et qui nécessite une révision. Le taxon collecté lors de la phase de terrain ne semble appartenir à aucune des espèces décrites, mais un travail global sur ce genre est nécessaire afin de déterminer avec certitude s'il s'agit d'une nouvelle espèce, et si oui, à quel point cette espèce est potentiellement menacée.

Culcasia mannii est une herbacée appartenant à la famille des Araceae, et possédant une variation morphologique importante. Néanmoins, le taxon collecté et apparenté à cette espèce présente une plante exceptionnellement robuste et aux feuilles larges qui semble en-dehors de l'amplitude de variation morphologique typique de *Culcasia mannii*. Un travail global de révision des échantillons de cette espèce est nécessaire avant de pouvoir conclure sur le statut taxonomique de ce taxon, qui pourrait donc s'avérer endémique du site et potentiellement menacé.



Figure 1. *Epistemma* sp. nov., spécimen Bidault *et al.* 3535 (haut), *Palisota plicata* sp. nov., spécimen Bidault *et al.* 3561 et 3514 (bas).

Tableau 1. Les 37 espèces potentiellement menacées identifiées sur le site d'étude. La catégorie UICN préliminaire donnée est à une exception près issue du Preliminary Red Listing, et dans ce cas suivie d'un point d'interrogation (36 espèces). Dans un seul cas (*Inversodiocraea cristata*), l'espèce a fait l'objet d'une évaluation publiée sur le site de la Liste Rouge de l'UICN. Cette évaluation n'est pas suivie d'un point d'interrogation, et la date de publication est donnée. Néanmoins, cette évaluation est probablement à revoir, au regard des nouvelles données disponibles depuis.

	Famille	Espèce	UICN	No of locations	Pays	Desktop analysis	Collecté	Habitat	Impact du projet	Raison de l'impact
1	Apocynaceae	<i>Epistemma sp. nov.</i>	CR?	1 loc	Gabon, ?	non	oui	Forêt de terre ferme	Critique	Habitat modérément impacté par le projet, mais seule population connue
2	Malvaceae	<i>Grewia drummondiana</i>	CR?	1 loc	Gabon	oui	non	?	Critique	Habitat inconnu, mais seule population connue probablement impactée par le projet
3	Orchidaceae	<i>Liparis joannis-kornasii</i>	EN ?	3 locs	Cameroun, Gabon	non	oui	Forêt riveraine	Critique	Habitat fortement impacté par le projet, un tiers de la population impactée par le projet
4	Euphorbiaceae	<i>Tetrarchidium gabonense</i>	EN ?	3-4 locs	Gabon	non	oui	Forêt de pente	Fort	Habitat localement impacté par le projet, un tiers à un quart de la population possiblement impactée
5	Commelinaceae	<i>Palisota plicata sp. nov. ined.</i>	EN ?	2-3 locs	Gabon, Guinée-Equatoriale,	non	oui	Bas-fond en forêt, forêt riveraine	Critique	Habitat fortement impacté par le projet, deux tiers de la population totale

Page 10

6	Acanthaceae	<i>Crossandrella cristalensis</i>	EN ?	4 locs	Cameroun ? Gabon, Guinée Equatoriale	non	oui	Forêt de terre ferme	Faible	menacés par le projet Habitat modérément impacté par le projet, un quart de la population possiblement impactée
7	Commelinaceae	<i>Palisota sublectica sp. nov. ined.</i>	EN ?	2 locs	Gabon	non	oui	Forêt riveraine	Critique	Habitat fortement impacté par le projet, la moitié de la population impactée
8	Gelsemiaceae	<i>Mostuea sp. nov.</i>	EN ?	4-5 locs	Gabon, Guinée Equatoriale, Nigeria ?	non	oui	Forêt de terre ferme dégradée	Faible	Habitat faiblement impacté par le projet, faible proportion de la population impactée
9	Begoniaceae	<i>Begonia erectotricha</i>	EN ?	5 locs	Gabon	oui	non	Forêt de terre ferme	Faible	Habitat faiblement impacté par le projet, faible proportion de la population impactée
10	Fabaceae	<i>Isomacrolobium hallei</i>	EN ?	5 locs	Gabon	oui	non	Forêt riveraine, bas-fond	Faible	Sous-population probablement non menacée par le projet
11	Podostemaceae	<i>Ledermanniella letestui</i>	EN ?	4 locs	Gabon	oui	?	Rapides	Fort	Habitat fortement impacté par le projet
12	Icacinaeae	<i>Rhaphiostylis fusca</i>	EN ?	5 locs	Gabon, RDC, Côte d'Ivoire	oui	non	Forêt de terre ferme ?	Faible	Habitat faiblement impacté par le projet, sous-

Page 11

										population probablement non menacée par le projet
13	Annonaceae	<i>Siravidia solanonna</i>	EN ?	2-3 locs	Gabon	oui	non	Forêt de pente et de crête	Faible	Habitat faiblement impacté par le projet, sous-population probablement non menacée par le projet
14	Connaraceae	<i>Agelaea gabonensis</i>	EN ?	5 locs	Gabon	oui	non	Forêt de pente et de crête	Faible	Habitat faiblement impacté par le projet, sous-population probablement non menacée par le projet
15	Phyllanthaceae	<i>Bridelia wilksii</i>	EN ?	3 locs	Gabon	oui	non	Forêt riveraine	Faible	Sous-population probablement non menacée par le projet
16	Poaceae	<i>Micracalamus convallarioides</i>	EN ?	5 locs	Gabon	oui	non	Forêt de terre ferme	Faible	Habitat faiblement impacté par le projet, faible proportion de la population impactée
17	Sapindaceae	<i>Placodiscus resendeanus</i>	VU ?	6 locs	Gabon, RDC, Angola	non	oui	Bas-fond en forêt	Faible	Habitat faiblement impacté par le projet, faible proportion de la population impactée
18	Sapindaceae	<i>Eriocaelum sp. nov.</i>	EN ? ou	?	Gabon	non	oui	Forêt de terre ferme	?	Statut taxonomique à clarifier

Page 12

			VU ?							
19	Araceae	<i>Culcasia aff. mannii</i>	EN ? ou VU ?	?	Gabon, ?	non	oui	Forêt riveraine	?	Statut taxonomique à clarifier
20	Rubiaceae	<i>Hymenocoleus bracteosus sp. nov.</i>	VU ?	8 locs	Gabon, Guinée Equatoriale	non	oui	Forêt de pente	Faible	Habitat faiblement impacté par le projet, faible proportion de la population impactée
21	Melastomataceae	<i>Amphiblemma setosum</i>	VU ?	7-8 locs	Gabon	oui	?	Forêt de pente	Faible	Habitat faiblement impacté par le projet, sous-population probablement non menacée par le projet
22	Melastomataceae	<i>Amphiblemma soyauxii</i>	VU ?	8 locs	Gabon, Cameroun	oui	non	Bas-fond en forêt	Faible	Habitat faiblement impacté par le projet, sous-population probablement non menacée par le projet
23	Loganiaceae	<i>Anthocleista laxiflora</i>	VU ?	6 locs	Gabon, Guinée Equatoriale, Congo	oui	non	Forêt riveraine	Faible	Habitat fortement impacté par le projet, mais sous-population probablement non menacée par le projet
24	Begoniaceae	<i>Begonia heterochroma</i>	VU ?	7-8 locs	Gabon, Cameroun	oui	non	Forêt de terre ferme	Faible	Habitat faiblement impacté par le projet, sous-population probablement

Page 13

										non menacée par le projet
25	Araceae	<i>Culcasia rotundifolia</i>	VU ?	7 locs	Gabon, Guinée Equatoriale	oui	non	Forêt de pente	Faible	Habitat faiblement impacté par le projet, sous-population probablement non menacée par le projet
26	Cyperaceae	<i>Cyperus cataractarum</i>	VU ?	7-8 locs	Gabon, Cameroun, Nigeria	oui	non	Ilôt rocaillieux inondables, berges rocailleuses inondables	Faible	Habitat fortement impacté par le projet, mais sous-population probablement non menacée par le projet
27	Rubiaceae	<i>Gaertnera gabonensis</i>	VU ?	7 locs	Gabon	oui	non	Forêt de pente et de crête	Faible	Habitat faiblement impacté par le projet, sous-population probablement non menacée par le projet
28	Balsaminaceae	<i>Impatiens pseudomacroptera</i>	VU ?	7 locs	Gabon	oui	non	Forêt riveraine, forêt de pente	Faible	Habitat fortement impacté par le projet, mais sous-population probablement non menacée par le projet
29	Pteridophyta	<i>Lastreopsis davalliaeformis</i>	VU ?	9-10 locs	Gabon, Guinée Equatoriale, Cameroun, RDC	oui	?	Ilots rocaillieux inondables, berges rocailleuses inondables	Faible	Habitat fortement impacté par le projet, mais sous-population probablement non menacée par le projet

Page 14

30	Cyperaceae	<i>Mapania secans</i>	VU ?	9 locs	Gabon, Cameroun	oui	non	Bas-fond marécageux, forêt de pente	Faible	Habitat faiblement impacté par le projet, sous-population probablement non menacée par le projet
31	Sapotaceae	<i>Neolemanniera batesii</i>	VU ?	8 locs	Gabon, Guinée Equatoriale, Cameroun, Côte d'Ivoire	oui	non	Forêt riveraine, forêt de pente	Faible	Habitat fortement impacté par le projet, mais faible proportion de la population impactée
32	Rubiaceae	<i>Pavetta mayumbensis</i>	VU ?	6-7 locs	Gabon, Cameroun, Angola	oui	non	Forêt de pente et de crête	Faible	Habitat faiblement impacté par le projet, sous-population probablement non menacée par le projet
33	Rubiaceae	<i>Pavetta stemonagyne</i>	VU ?	9 locs	Gabon, Cameroun	oui	non	Forêt de pente et de crête	Faible	Habitat faiblement impacté par le projet, sous-population probablement non menacée par le projet
34	Orchidaceae	<i>Polystachya bipoda</i>	VU ?	7 locs	Gabon, Guinée Equatoriale, Cameroun	oui	non	Forêt de terre ferme	Faible	Habitat faiblement impacté par le projet, faible proportion de la population impactée
35	Rubiaceae	<i>Rutidea ferruginea</i>	VU ?	7 locs	Gabon, Guinée Equatoriale, Cameroun	oui	non	Forêt riveraine	Faible	Habitat fortement impacté par le projet, mais faible proportion de la population

Page 15

										impactée
36	Pteridaceae	<i>Vittaria schaeferi</i>	VU ?	8 locs	Gabon, Cameroun	oui	non	Forêt de pente et de crête	Faible	Habitat faiblement impacté par le projet, sous-population probablement non menacée par le projet
37	Podostemaceae	<i>Inversodicraea cristata</i>	VU (2017)	9 locs	Gabon, Cameroun, Congo-Brazzaville, République Centrafricaine, Angola	oui	?	Chutes et rapides	Fort	Habitat fortement impacté par le projet, mais faible proportion de la population impactée

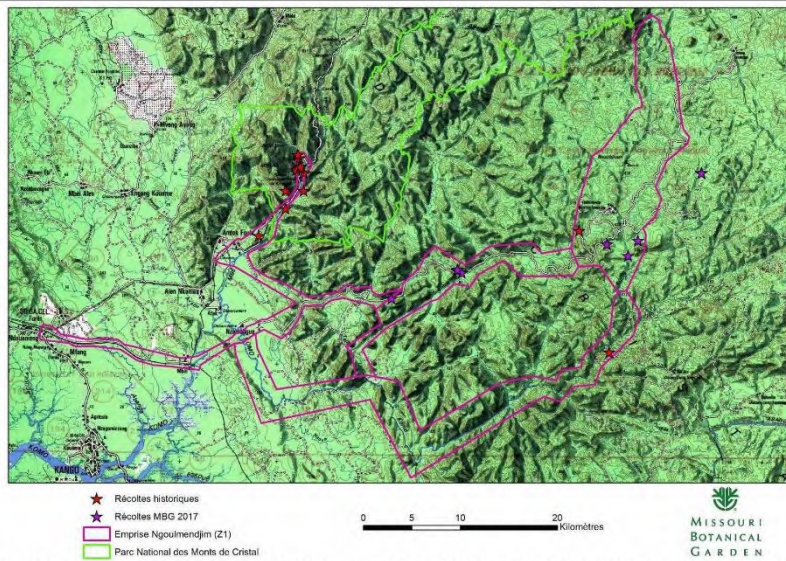


Figure 2. Carte de répartitions des 54 spécimens collectés représentant les 37 espèces potentiellement menacées sur la zone d'étude. Les récoltes historiques (issues de l'étude préliminaire) sont en rouge, les collectes effectuées lors de la phase de terrain en violet.

Espèces nouvellement collectées

Parmi les 37 espèces potentiellement menacées listées dans le Tableau 1, 11 n'étaient pas identifiées par l'analyse préliminaire (Bidault *et al.* 2017), mais ont été signalées sur la zone d'étude lors de la phase de terrain à l'automne 2017. Ces 11 espèces sont *Epistemma* sp. nov., *Liparis joannis-kornasii*, *Tetrorchidium gabonense*, *Crossandrella cristalensis*, *Palisota plicata* sp. nov., *Palisota sublectica* sp. nov., *Mostuea* sp. nov., *Hymenocoleus bracteosus* sp. nov., *Placodiscus resendeanus*, *Culcasia* aff. *mannii* et *Eriocoelum* sp. nov. (Figure 3). Il n'est pas étonnant qu'autant d'espèces potentiellement menacées aient été nouvellement signalées pour la zone de Ngoulmendjim, car très peu de collectes historiques ont été faites dans l'aire d'étude avant la phase de terrain effectuée par le MBG en 2017. Ceci est particulièrement vrai pour la zone du barrage et de la retenue prévue. Ainsi, le travail de terrain a permis de mettre à jour la liste des espèces non signalées par l'étude préliminaire. Les échantillons s'y rapportant ont surtout été collectés sur le site du barrage, où s'est concentré la majeure partie de l'effort d'échantillonnage (Figure 4). Deux journées de terrain ont pu être consacrées au secteur de la Petite Tsibilé et de la Foumana (proche du camp SEEF Tsibilé), et aux contreforts des Monts de Cristal, et ont permis de collecter trois espèces potentiellement menacées dont deux critiques pour le projet : *Palisota plicata* sp. nov. et *Palisota sublectica* sp. nov. (voir Figure 5).



Figure 3. *Palisota sublectica* sp. nov., spécimen Bidault *et al.* 3563 (haut, gauche), *Crossandrella cristalensis*, spécimen Bidault *et al.* 3538 (haut, droite), *Mostuea* sp. nov., spécimen Bidault *et al.* 3574 (bas, gauche), *Tetrorchidium gabonense*, spécimen Bidault *et al.* 3452 (milieu, droite) et *Placodiscus resendeanus*, spécimen Bidault *et al.* 3507 (bas, droite).

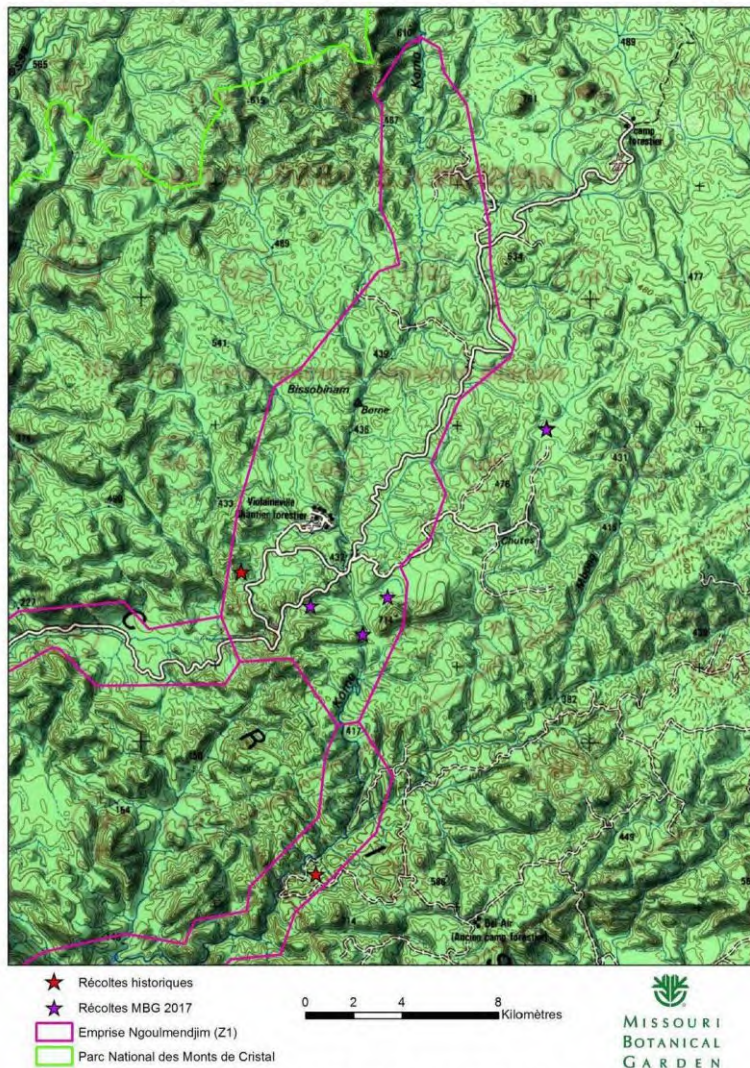


Figure 4. Localisation des récoltes des 7 espèces potentiellement menacées effectuées sur le site du barrage et de la retenue potentielle.

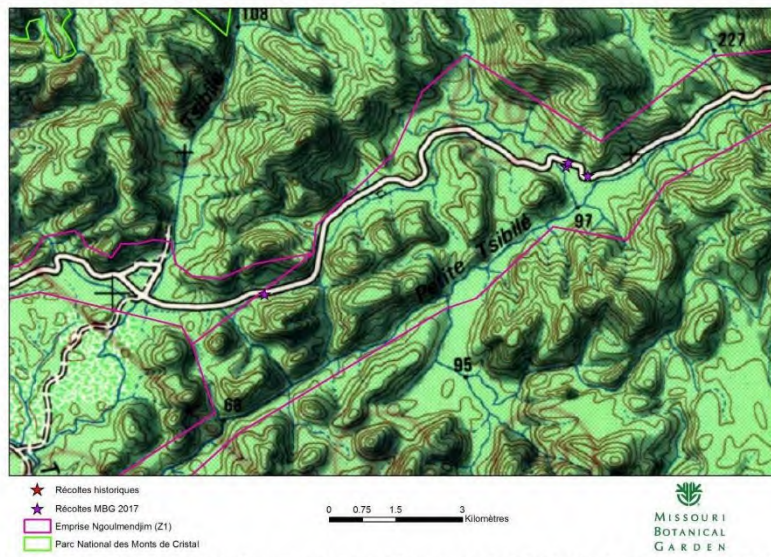


Figure 5. Carte de localisation des 5 récoltes correspondant aux espèces potentiellement menacées collectées dans le secteur de la Petite Tsihibé et de la Foumana, et dans les contreforts des Monts de Cristal.

Espèces identifiées lors de l'étude préliminaire

Parmi les 37 espèces potentiellement menacées listées dans le Tableau 1, 26 sont issues de l'étude préliminaire (Bidault *et al.* 2017). Ces espèces n'ont, en majorité, pas été retrouvées lors de la phase de terrain. En fait, les shapefiles utilisés pour l'étude préliminaire incluent la vallée de Kinguélé, car une version du projet d'aménagement hydroélectrique prévoit d'utiliser la ligne électrique issue du barrage de Kinguélé. Ainsi, les récoltes issues de cette zone avaient été considérées dans l'analyse préliminaire, et représentent la majorité de ces 26 espèces (Figure 6). Cela se justifiait pour deux raisons : les récoltes historiques dont les données sont disponibles sont extrêmement parcellaires sur le site de Ngoulmendjim, historiquement moins collecté que la vallée de la Mbé. De plus, même si la vallée du Komo, où se situera le barrage de Ngoulmendjim, fait partie d'un sous-ensemble floristique des Monts Cristal différent des contreforts du massif où se situe Kinguélé, la zone d'étude inclut des parties des contreforts des Monts de Cristal, en particulier le long du Komo en aval du barrage, le long de la Tsibilé, de la petite Tsibilé et de la route d'accès à la concession SEEF. Ainsi, il est probable que les espèces collectées dans la zone de Kinguélé se retrouvent dans ces zones de contreforts. Néanmoins, le peu de temps disponible pour collecter dans cette partie de la zone d'étude (les efforts de collectes ayant surtout été dirigés vers le site du barrage) ne nous a pas permis d'échantillonner de façon satisfaisante ces zones. En particulier, toute la partie du Komo en aval du barrage n'a pu être visitée, surtout pour des raisons d'accès très difficile. Nous avons donc choisi de maintenir présentes dans le tableau ces espèces potentiellement menacées identifiées sur des récoltes de la vallée de la Mbé car leur présence dans la partie contreforts des Monts de Cristal sur le reste de la zone d'étude reste fort probable.

Néanmoins, dans l'état actuel des connaissances, aucune de ces espèces ne représente un enjeu critique de conservation. Ceci pour deux raisons possibles : 1) leur habitat connu est peu menacé par le projet de barrage, dans ce cas, il s'agira essentiellement des forêts de terre ferme sur pente ou sur crête. Néanmoins, ces impacts restent à quantifier car l'implantation de la future ligne électrique reste inconnue, et nécessitera des précisions. 2) leur habitat connu est potentiellement fortement menacé par le projet de barrage, même en aval de celui-ci, mais la sous-population concernée est localisée dans la vallée de la Mbé, probablement pas impactée par le projet de barrage dans son état actuel. Il s'agira, pour ces espèces, de tous les habitats liés aux rivières : berges inondables, bas-fonds marécageux, rochers inondables, forêts riveraines.

Au total, 21 espèces sont concernées, pour lesquelles leur présence reste incertaine sur la partie sud-ouest de la zone d'étude.

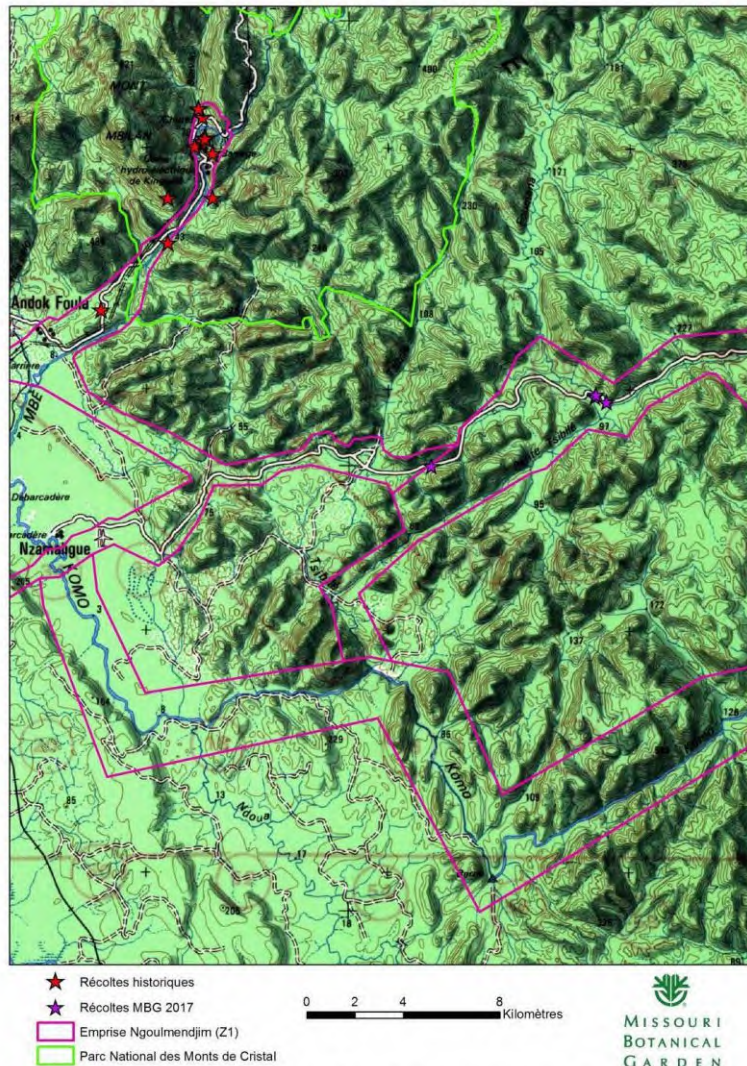


Figure 6. Carte de localisation des récoltes correspondant aux 21 espèces potentiellement menacées dans le secteur des contreforts des Monts de Cristal de la zone d'étude. Nous remarquons que beaucoup de récoltes historiques se trouvent dans la vallée de la Mbé, incluse dans la zone d'étude du projet, mais probablement peu impactée par le barrage de Ngoulmendjim. Ces récoltes concernent des espèces qui pourraient aussi être présentes ailleurs dans les contreforts, comme par exemple dans la vallée aval du Komo, ou le long de la Petite Tsibilé ou de la Tsibilé. Ces zones n'ont été que peu, voire pas du tout explorées lors de la phase de terrain de 2017, majoritairement à cause de l'inaccessibilité des zones.

Espèces collectées par Bates

Deux des espèces listées dans le Tableau 1 sont issues de l'analyse préliminaire, et sont représentées sur la zone d'étude par deux récoltes très anciennes de Bates, aux indications géographiques très vagues (« Como River, 75 miles from Gaboon », soit sur le Komo, à 120 km de l'estuaire, alors appelé « Gaboon River »). L'une représente *Microcalamus convallarioides* (Poaceae), une espèce représentée, outre Ngoulmendjim, par 4 autres *locations* (sensu UICN), et présente dans les forêts de terre ferme. Ainsi, bien que préliminairement évaluée comme EN ?, cette espèce potentiellement menacée représente un enjeu faible pour le projet. La seconde espèce représentée dans les récoltes de Bates est *Grewia drummondiana* (Malvaceae), mais n'est elle connue que de cet échantillon, et n'a pas été récoltée depuis 1896. Il s'agit donc de la seule *location* (sensu UICN) pour cette espèce, **elle est donc préliminairement évaluée comme CR ? et représente donc un enjeu critique de conservation pour le projet**. Néanmoins, cette espèce, très peu documentée, n'a pu être retrouvée lors de la phase de terrain, en partie car sa localité précise n'est pas établie, en partie car les berges du Komo restent difficilement accessibles, ailleurs que sur le site du futur barrage.



Figure 7. Specimen type de *Grewia drummondiana*, collecté par Bates (numéro 459). Disponible à l'adresse <https://www.kew.org/herbcatimg/136416.jpg>

Podostemaceae

Parmi les 37 espèces potentiellement menacées listées dans le Tableau 1, nous soulignons que deux espèces à enjeu fort pour le projet appartiennent à la famille des Podostemaceae, et sont présentes dans des habitats rares, très limités géographiquement (quelques mètres carrés), irremplaçables, et potentiellement fortement impactés par le projet : les chutes et les rapides rocailloux dans les rivières. Ces espèces (*Ledermanniella letestui* et *Inversodicraea cristata*) ont été identifiées dans l'analyse préliminaire, mais sur la base de spécimens historiques collectés dans la vallée de la Mbé. Ainsi, les sous-populations identifiées ne seront probablement pas menacées par le projet de Ngoulmendjim dans son état actuel. Néanmoins, 14 spécimens de Podostemaceae ont été collectés en Février 2018 par le Dr Archange Boupoya, représentant au moins 5 espèces qui n'ont pour l'instant pas été déterminées (Figure 8). De fait, nous ne savons pas encore si ces spécimens représentent les deux espèces suscitées, et/ou d'autres.

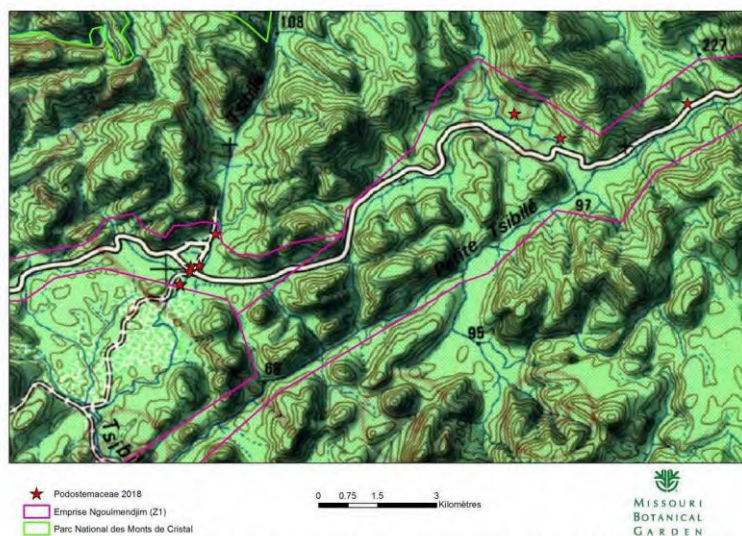


Figure 8. Localisation des 14 spécimens de Podostemaceae collectés le long de la Petite Tsibilé, de la Foumana et de la Tsibilé par Archange Boupoya en Février 2018.

Les connaissances sur les Podostemaceae au Gabon restent parcellaires du fait du manque d'échantillonnages (Cook & Rutishauser 2007), et cette famille de plantes aquatiques n'a pas été étudiée depuis les travaux de Cusset dans les années 70 et 80 (Cusset 1973, 1978, 1983, 1984), qui englobaient alors toute l'Afrique centrale. Néanmoins, depuis Cusset de nombreuses études, liées à des projets d'aménagements hydroélectriques, ont été menées au Cameroun, menant à la découverte de nombreux taxons nouveaux, et de nouvelles sous-populations de taxons déjà connus (Cheek & Ameka 2008 ; Cheek *et al.* 2017 ; Ghogue *et al.* 2013a ; Pfeifer *et al.* 2009). De telles découvertes sont attendues au Gabon, mais les efforts de prospections y ont été moindres. Les Podostemaceae représentent des enjeux cruciaux pour les projets d'aménagement hydroélectriques car leur écologie très restrictive et leur habitat

extrêmement réduit les rend sensibles à toute variation non naturelle du débit et de la qualité des eaux dans lesquelles elles se trouvent (Ghogue *et al.* 2013 ; Pannier 1960). De plus, beaucoup de ces espèces en Afrique tropicale représentent des micro-endémiques, connues uniquement d'un seul bassin versant, d'un seul cours d'eau, voire d'une seule localité.

Les échantillons collectés par le Dr Boupoya feront, pour toutes ces raisons, l'objet d'une attention prioritaire, et les déterminations seront incluses dans le rapport final. Malgré cela, les Podostemaceae restent trop peu échantillonnées au regard de l'enjeu du projet. En effet, le barrage aura des impacts sur la turbidité, la qualité et le niveau des eaux du Komo (et des rivières annexes) non seulement en amont, mais aussi en aval de celui-ci. Une large section du fleuve doit donc être parcourue afin de rechercher les sous-populations éventuelles de Podostemaceae sur son cours, chose qui n'a pas été faite ni par Bidault *et al.* en 2017, ni par Boupoya en 2018, majoritairement du fait de la saison défavorable (en 2017), mais aussi de la difficulté d'accès à tout le cours aval du Komo.

Spécimens non déterminés avec certitude

54 spécimens sur 217 collectés lors des activités de terrain de l'automne 2017 restent pour l'instant non identifiés. Ils font partie de familles à la taxonomie compliquée, et pour lesquelles les spécialistes sont difficilement joignables, ou simplement n'existent pas. Ainsi, les Pteridophytes, de manière générale, n'ont pas encore pu être identifiées, ainsi nous ne sommes pas encore en mesure de dire si l'espèce potentiellement menacée *Lastreopsis davalliaeformis* a été collectée ou non. De la même manière, un spécimen appartenant au genre *Amphiblemma* reste à déterminer, et pourrait représenter l'espèce potentiellement menacée *Amphiblemma setosum*.

4.0 CONCLUSION

A ce jour, 37 espèces potentiellement menacées sont connues de la zone d'étude du futur barrage de Ngoulmendjim. Deux sont considérées comme CR ?, 14 comme EN ?, 2 sont EN ? ou VU ?, et 19 comme VU ?. Parmi ces espèces, 5 sont considérées comme critiques pour le projet (*Palisota plicata* sp. nov., *Palisota sublectica* sp. nov., *Liparis joannis-kornasii*, *Epistemma* sp. nov. et *Grewia drummondiana*), et 3 sont considérés comme ayant un enjeu fort de conservation au regard du projet (*Tetrorchidium gabonense*, *Ledermanniella letestui*, et *Inversodicraea cristata*). Une seule a été officiellement évaluée selon les catégories et critères de la Liste Rouge (*Inversodicraea cristata*, VU). Il faut néanmoins noter que la totalité des spécimens collectés lors des différentes missions de terrain effectuées en 2017 n'a pas encore été identifiée à l'espèce. Ainsi, le taux d'identification se monte actuellement à environ 75%, et certains groupes, nécessitant l'expertise de spécialistes dédiés, n'ont pas encore pu être étudiés avec précision (comme les *Rinorea*, les Ptéridophytes). De fait, la liste des espèces potentiellement menacées pourrait encore évoluer. Cette notice d'alerte se verra donc complétée et précisée par le rapport final. De plus amples informations seront proposées pour chacune des espèces potentiellement menacées mentionnées ici.

La présence de Podostemaceae sur le site d'étude a été révélée par l'analyse préliminaire, mais à cause d'échantillons collectés dans la vallée de la Mbé. Néanmoins, des habitats similaires sont présents sur la Foumana, la Tsibilé, la Petite Tsibilé, et le Komo. Ainsi, Archange Boupoya s'est rendu sur le site en Février 2018 et a pu collecter

14 échantillons de Podostemaceae, dans 9 stations différentes, qui restent à déterminer. Il pourrait s'agir des espèces déjà mentionnées par l'analyse préliminaire, mais aussi d'autres taxons. Ces échantillons seront déterminés dans les mois qui viennent, et les résultats seront inclus dans le rapport final.

De manière générale, la phase de terrain de l'automne 2017 a permis de procéder à un premier échantillonnage massif d'une zone historiquement peu connue. Ainsi, les collectes nouvelles ont révélé 11 espèces potentiellement menacées (dont 4 critiques pour le projet) qui n'étaient pas indiquées dans l'étude préliminaire. Néanmoins, le site reste sous-récolté au regard des enjeux du projet : toute la partie du Komo en aval du barrage n'a pas pu être visitée, du fait de l'inaccessibilité de la zone, de même que les cours inférieurs de la Tsibilé et de la Petite Tsibilé. Explorer ces zones des contreforts des Monts de Cristal pourrait révéler d'autres espèces potentiellement menacées ou critiques pour le projet, et aussi de nouvelles sous-populations des espèces potentiellement menacées mises en lumière par l'analyse de base, et associées à des récoltes de la vallée de la Mbé.

5.0 BIBLIOGRAPHIE

- Bidault, E., Stévant, T., Dauby, G., Lowry, P.P.I., 2017. Projet d'aménagement hydroélectrique de Ngoulmendjim - Rapport d'étude préliminaire (desktop study). Missouri Botanical Garden, Saint-Louis, Missouri, USA.
- Bidault, E., Stévant, T., 2017. Projet d'aménagement hydroélectrique de Ngoulmendjim - Rapport de mission. Missouri Botanical Garden, Saint-Louis, Missouri, USA.
- Boupoaya A, & Stévant, T., 2018. Projet d'aménagement hydroélectrique de Ngoulmendjim. Etude de la flore. Rapport 5 : compte rendu de la mission Podostemaceae. Missouri Botanical Garden, Saint-Louis (U.S.A.). 9 pp. Breteler, F.J., 1999. Novitates Gabonenses 36. Tetrorchidium (Euphorbiaceae) in Africa with special reference to Gabon. *Adansonia* 21, 97–105.
- Cheek, M., Ameka, G., 2008. *Ledermanniella pollardiana* sp. nov. (Podostemaceae) from western Cameroon. *Nordic Journal of Botany* 26, 214–217. <https://doi.org/10.1111/j.1756-1051.2008.00162.x>
- Cheek, M., Feika, A., Lebbie, A., Goyder, D., Tchiengue, B., Sene, O., Tchouto, P., van der Burgt, X., 2017. A synoptic revision of *Inversodicraea* (Podostemaceae). *Blumea - Biodiversity, Evolution and Biogeography of Plants*. <https://doi.org/10.3767/blumea.2017.62.02.07>
- Cheek, M., van der Burgt, X., Momoh, J., Lebbie, A., 2017. *Ledermanniella yiben* sp. nov. (Podostemaceae), Critically Endangered at the proposed Yiben Reservoir, Sierra Leone. *Kew Bulletin* 72. <https://doi.org/10.1007/s12225-017-9699-0>
- Cook, CDK & Rutishauser R., 2007. Podostemaceae. In: Kubitzki, K. (ed.), *The Families and Genera of Vascular Plants*. Berlin: Springer. Vol. 9: 304-344.
- Cusset, C., 1973. Contribution à l'étude des Podostemaceae III. Le genre *Stonesia*. *Adansonia*, série 2 13, 307–312.
- Cusset, C., 1978. Contribution à l'étude des Podostemaceae : 5. Le genre *Macropodiella* Engl. *Adansonia*, série 2 17, 293–303.
- Cusset, C., 1983. Contribution à l'étude des Podostemaceae : 7. *Ledermanniella* Engl. sous-genre *Phyllosoma* C. Cusset. *Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, 4e série, Section B, Adansonia* 5, 361–390.
- Cusset, C., 1984. Contribution à l'étude des Podostemaceae : 8. *Ledermanniella* Engl. sous-genre *Ledermanniella*. *Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, 4e série, Section B, Adansonia* 6, 249–278.
- Ghogue J. P., Imaichi R., Kita Y. & Porembski S., 2010. River ecology and distribution of Podostemaceae in Cameroon. In Xander Van der Burgt, L.J.G. Van der Maesen & Jean Michel Onana (Eds.). *Systematic of African Plants*. Kew Publishing. P597-604.
- Ghogue J.-P., 2011. The status and distribution of freshwater plants in Central Africa. In Brooks E.G.E., Allen D.J. and Darwall W.R.T. *The status and distribution of freshwater biodiversity in Central Africa*. Redlist. 92 – 109.

- Ghogue, J.-P., Huber, K.A., Rutishauser, R., 2013a. *Djinga cheekii* sp. nov. (Podostemaceae) from Cameroon. *Nordic Journal of Botany* 31, 458–463. <https://doi.org/10.1111/j.1756-1051.2012.00081.x>
- Ghogue, J.-P., Rutishauser, R., Moma, C., Nguetsop, V.-F., Noumssi, B., Fonkou, T., 2013b. Approche méthodologique pour une conservation urgente des Podostemaceae dans les barrages hydro-électriques du Cameroun. *Green Connexion*, Yaoundé.
- Pannier, F., 1960. Physiological responses of Podostemaceae in their natural habitat. *Int. Revue Ges. Hydrobiol.* 45.3 : 347-354.
- Pfeifer, E., Grob, V., Thiv, M., Rutishauser, R., 2009. *Stonesia ghoguei*, Peculiar Morphology of a New Cameroonian Species (Podostemaceae, Podostemoideae). *Novon: A Journal for Botanical Nomenclature* 19, 102–116. <https://doi.org/10.3417/2007080>

Annexe XV : FLORE / Espèces
menacées : Informations détaillées sur
quelques espèces évaluées comme VU

***Begonia erectotricha* Sosef (Begoniaceae)**

Wageningen Agricultural University Papers 91(4): 98, f. 5, pl. 2b, c. 1991 [1992].

Description. Petite herbacée terrestre de 30 cm de haut. Feuilles peltées, circulaires. Tiges rouges. Pubescence érigée sur les tiges et les feuilles. Nervation proéminente sur la face inférieure des feuilles. Fleurs rose-orange à l'extérieur, jaunes à l'intérieur, fruits à trois ou quatre ailes.

Phénologie. D'après les spécimens récoltés, cette espèce semble fleurir et fructifier d'août à janvier.

Distribution. Endémique du Gabon. Cette espèce a été récoltée à 17 reprises dont 16 au sein des Monts de Cristal. 10 récoltes ont été effectuées sur l'empreinte du projet de Ngoulmendjim, dans la vallée de la Mbé, et aux alentours des chutes de Kingué. Une récolte stérile a été effectuée à Mabounié, à 40 km au sud-est de Lambaréné. Sa présence n'a pour l'instant pas été attestée en Guinée Equatoriale, mais compte tenu de l'abondance dans la partie gabonaise des Monts de Cristal, elle pourrait s'y trouver également.

Habitat. *Begonia erectotricha* est une plante des sous-bois forestiers, souvent en bord de rivière, mais parfois aussi sur pente, si les conditions d'humidité le permettent. Elle a été récoltée une fois en forêt dégradée, et une fois en forêt marécageuse à *Crateranthus letestui*. Elle est connue de 90 à 310 m d'altitude.

Statut de conservation. VU B1ab(iii)+B2ab(iii). Basé sur une maille de 2 km x 2 km, l'AOO de cette espèce est estimée à 32 km², et l'EEO à 2074 km², ces deux valeurs tombent sous la limite de la Catégorie « En Danger » selon le Critère B. Cette espèce est connue de 17 spécimens, dont 16 spécimens collectés dans les Monts de Cristal, et 1 dans la Ngounié, dans la zone de Mabounié. Ayant été récoltée à 16 reprises depuis 1968, cette espèce semble abondante dans les Monts de Cristal, mais rare ailleurs. L'espèce a été collectée dans les deux parties du Parc National des Monts de Cristal. Nous estimons que toutes les sous-populations correspondant à ces spécimens sont toujours présentes, étant donné le peu de menaces observées dans les Monts de Cristal, et étant donné que le barrage de Tchimbélé (1973) a été construit après les collectes de Nicolas Hallé (1968), mais en amont des localités visitées. Elle est désormais menacée par la dégradation possible de son habitat due à l'exploitation forestière, en dehors du Parc National des Monts de Cristal. L'ensemble des collectes représentent 7 sous-populations correspondant à 7 *locations* (sensu UICN).

Cette espèce est donc évaluée comme VU B1ab(iii)+B2ab(iii) selon les Catégories et Critères de la Liste Rouge de l'UICN.

Note. Cette espèce, publiée en 1992 par Sosef, a longtemps été considérée comme endémique des Monts de Cristal, jusqu'à ce qu'elle soit récoltée dans la plaine centrale du Gabon, à Mabounié. Cette récolte a considérablement agrandi son aire de distribution connue. Cette espèce devrait être recherchée ailleurs au Gabon dans des habitats similaires à ceux où elle a été récoltée dans les Monts de Cristal, car elle pourrait en effet être moins menacée que ce que les données actuelles laissent suggérer.

Isomacrolobium hallei Aubrév. (Fabaceae)

Flore du Gabon 15: 362. 1968.

Description. Arbuste jusqu'à 7 m de haut. Feuilles unijuguées, au pétiole de 10-15 mm de long, folioles glabres, elliptiques, environ 3 fois plus longues que larges, 8-14(20) x 4-5(6) cm, à 4-5(7) paires de nervures latérales proéminentes dessous. Inflorescences axillaires ou terminales, lâches, pendantes, jusqu'à 1,2 m de long, aux racèmes latéraux jusqu'à 1 cm de long. Sépales 4, égaux, ovales-elliptiques. Pétales 5, étroitement obovales-spatulés, les deux abaxiaux légèrement plus courts ou non, les adaxiaux habituellement bilobés à l'apex. Gousses oblongues, 11 x 3 cm, au bec apical de 5 mm, brunes, velutineuses, finement réticulées à prédominamment veinées, jusqu'à 5 graines.

Phénologie. D'après les spécimens récoltés, cette espèce semble fleurir en Février, Avril, Mai, Juin, et Juillet. Des fruits ont été collectés en Octobre.

Distribution. Endémique du Gabon. Cette espèce endémique du nord-ouest gabonais a été récoltée à 16 reprises, dont 13 dans les Monts de Cristal. Deux spécimens ont été collectés dans la Mondah, et un spécimen à l'ouest des Monts de Cristal, à N'koulounga. Enfin, 4 spécimens sont connus sur l'empreinte du projet de Ngoulmendjim, dans la vallée de la Mbé.

Habitat. *Isomacrolobium hallei* est trouvé dans les forêts de terre ferme et les forêts de bord de rivière. Son amplitude altitudinale varie de 5 à 500 m.

Statut de conservation. VU B1ab(iii)+B2ab(iii). Basé sur une maille de 2 km x 2 km, l'AOO de cette espèce est estimée à 48 km², et l'EOO est de 3447 km². Les valeurs de l'AOO et de l'EOO tombent dans les limites de la Catégorie « Vulnérable », selon le Critère B. Cette espèce est connue de 16 spécimens, dont deux ayant été collectés en 1955 et 1963, deux en 1985, et les autres entre 2001 et 2017. Nous estimons que toutes les sous-populations correspondant à ces spécimens sont toujours présentes : les récoltes anciennes ont été effectuées dans l'Arboretum Raponda Walker au Nord de Libreville soumise à une urbanisation forcée, et au chantier Abanga dans le sud des Monts de Cristal, où l'exploitation forestière n'est plus en cours mais a dû impacter son habitat par le passé. Des spécimens ont été collectés dans la partie sud (secteur Mbé) du Parc National des Monts de Cristal, ou à l'ouest de celui-ci, dans un secteur où a lieu l'exploitation forestière. Cette espèce est menacée par l'urbanisation au nord de Libreville, et par la dégradation possible de son habitat due à l'exploitation forestière dans 2 sous-populations observées hors du Parc National. L'ensemble des collectes représentent donc 4 sous-populations correspondant à 7 *locations* (sensu UICN). L'urbanisation de son habitat, de même que sa distribution dans la région du Gabon où 80% de l'habitat naturel a disparu, nous permettent d'estimer un déclin passé et futur de sa population.

Cette espèce est donc évaluée comme VU B1ab(iii,v)+B2ab(iii,v) selon les Catégories et Critères de la Liste Rouge de l'UICN.

Note. Cette espèce est endémique du nord-ouest du Gabon, où elle semble assez abondante, comme en atteste les nombreux échantillons collectés, et ce malgré son aire très restreinte. Elle n'a pour l'instant pas été signalée dans le secteur du Mont Seni du Parc National des Monts de Cristal, ni en Guinée-Equatoriale, mais pourrait s'y trouver.

***Rhaphiostylis fusca* Pierre (Icacinaceae)**

Bulletin Mensuel de la Société Linnéenne de Paris 2: 1324.

Description. Une grande liane ligneuse de plusieurs dizaines de mètres de hauteur. Feuilles elliptiques acuminées, tout le long des rameaux. Inflorescences courtes, ramifiées, aux fleurs hermaphrodites, par 6-7, au pédicelle de 3 mm de long, pubérent. Calice de 3 mm de long, 5 sépales imbriqués, ovales-obtus, pubescents. Pétales oblongs-linéaires, à l'apex incurvé.

Phénologie. D'après les spécimens récoltés, cette espèce semble fleurir en Février, Juin, Juillet, et Août, et fructifier en Novembre.

Distribution. Cette espèce est connue depuis 1862 grâce à une récolte de Mann, malheureusement non localisable (Gabon ou Guinée Equatoriale). Elle a été récoltée à 11 reprises au Gabon, dont 8 dans la région de Libreville par Klaine ou Courtet, deux fois dans l'Ogooué (sans localité précise), et une fois dans les Monts de Cristal, par Nicolas Hallé, sur l'empreinte du projet de Ngoulmendjim, dans la vallée de la Mbé. Gustav Mann a collecté un spécimen provenant probablement de Guinée Equatoriale, mais impossible à localiser avec précision. Vanderyst a récolté cinq spécimens en RDC vers Ipamu et Mpio Mpio, dont la détermination a été faite par R. Boutique et qu'il ne nous a pas été possible de vérifier avec certitude. De plus, un spécimen a été collecté par Jolly en Côte d'Ivoire, dont le déterminateur est inconnu. Cet échantillon est douteux, car il est le seul collecté en Afrique de l'Ouest alors que l'essentiel de la distribution de cette espèce se trouve en Afrique centrale, mais dans l'état actuel des données, nous devons le prendre en compte.

Habitat. Les connaissances sur l'habitat et l'écologie de *Rhaphiostylis fusca* sont très parcellaires. Il semble que cette espèce soit essentiellement forestière. Aucune information sur l'altitude n'a été trouvée. Néanmoins, la majeure partie de ses spécimens ont été récoltés en dessous des 100 m au Gabon, et vers 450 m en RDC.

Statut de conservation. VU B2ab(i,ii,iii,iv,v). Cette espèce est connue de 18 spécimens, dont dix spécimens collectés il y a plus d'un siècle par Klaine et Courtet dans la région de Libreville, et un spécimen collecté il y a 200 ans par Mann, sans localité précise, mais probablement dans la partie équato-guinéenne des Monts de Cristal. Nous estimons que les sous-populations correspondant à ces spécimens de Klaine et Courtet sont désormais extirpées, étant donné l'urbanisation importante de la région de Libreville. Un spécimen a été collecté par Jolly en 1897 en Côte d'Ivoire représente une sous-population que nous ne considérons pas comme extirpée, car les images satellites montrent que malgré l'avancée des cultures dans la région de Tabou, il reste une part non négligeable de forêt le long de la rivière du même nom. Cinq échantillons collectés par Vanderyst en RDC dans les années 1920 représentent deux sous-populations que nous ne considérons pas comme extirpées, au regard de la couverture forestière encore présente sur les images satellites. Ainsi, sept spécimens, représentant 4 sous-populations ont été considérés pour cette évaluation. Considérant une résolution de 4 km² par cellule, l'AOO estimée est de 16 km², ce qui tombe sous la limite de la Catégorie « En Danger » selon le Critère B, cependant cette valeur paraît largement sous-estimée compte tenu de la distribution de l'espèce (espèce guinéo-congolaise) et de la valeur de l'EOO. Une AOO de plus de 500 km² est plus probable. L'EOO est de 351,905 km², ce qui tombe sous la limite de la Catégorie « Préoccupation Mineure » selon le Critère B. N'ayant pas été collectée depuis 1968 à Kinguélé, elle semble extrêmement rare et sous-récoltée. De plus, les spécimens issus des autres sous-populations ont tous été collectés avant 1920, et sont le plus susceptibles d'être extirpés. Considérant que les sous-populations documentées aux alentours de Libreville n'existent plus,

cette espèce est menacée par la dégradation possible de son habitat dans les Monts de Cristal du fait de la construction du premier barrage de Kinguélé, où est située la dernière sous-population documentée, il y a 50 ans. Les échantillons représentent 4 sous-populations et 4 *locations*. Basé sur le déclin passé de son AOO, EOO, nombre de sous-populations, population, et de son habitat, cette espèce est donc évaluée comme VU B2ab(i,ii,iii,iv,v) selon les Catégories et Critères de la Liste Rouge de l'UICN.

Note. Cette espèce n'a pas été retrouvée lors des phases terrain menées durant ce projet. Elle devrait faire l'objet de recherches intensives, aussi bien sur l'empreinte du barrage qu'en dehors.

***Tridactyle minutifolia* Stévar & D'Haijère (Orchidaceae)**

Phytotaxa 212(2): 143. 2015.

Description. Herbacée épiphyte à tige non ramifiée de 20 à 40 cm de long. Feuilles distiques, linéaires, 5-7 x 0,2-0,4 cm, glabres, apex inégalement bilobé. Inflorescences jusqu'à 8 par tige, opposées aux feuilles, semi-pendantes, 3.5-5.5 cm de long, portant 7-10 fleurs. Fleurs en deux lignes, blanc-jaunâtre à oranges. Sépales ovales, au sommet récurvé, marge entière, glabre. Pétales linéaires, acuminés, marges entières ou légèrement dentées, glabres. Labelle auriculé à la base, auricules ronds, 0,5-1 mm de diamètre, labelle trilobé jusqu'à sa moitié, 5 x 1,3 mm, glabre, lobe médian 2,5-4 mm de long, triangulaire, les deux axillaires plus longs. Eperon souvent absent, ou si présent, 7-8 mm de long, cylindrique, droit.

Phénologie. D'après les spécimens récoltés, cette espèce semble fleurir en Février, Mai, Octobre, Novembre et Décembre.

Distribution. Gabon, Guinée-Equatoriale. Cette espèce a été récoltée à 10 reprises, dont une seule fois en Guinée-Equatoriale, à Monte Mitra. Au Gabon, cette espèce a été collectée 4 fois dans la même localité dans les Monts Doudou (Réserve de faune de Moukalaba), 2 spécimens sont connus de Tchimbélé, un spécimen de la concession SEEF Monts de Cristal sur l'empreinte du barrage de Ngoulmendjim, un spécimen est connu de la vallée de la Mbé, et un spécimen de la concession Bordamur au sud-est de Ndjolé.

Habitat. *Tridactyle minutifolia* est trouvée dans la haute canopée (entre 25 et 40 m) des forêts de terre ferme à Burseraceae, parfois exploitées. Elle est aussi présente dans les forêts de bord de rivière. Son amplitude altitudinale varie de 50 à 570 m.

Statut de conservation. VU B1ab(iii)+B2ab(iii). Basé sur une maille de 2 km x 2 km, l'AOO de cette espèce est estimée à 24 km², ce qui tombe sous la limite de la Catégorie « En Danger », et l'EEO à 11.046 km², sous la limite de la Catégorie « Vulnérable » selon le Critère B. Cette espèce est connue de 10 spécimens, tous ayant été collectés après 1985. L'espèce a été collectée dans la partie sud (secteur Mbé) du Parc National des Monts de Cristal, sur l'empreinte du projet de Ngoulmendjim, ainsi que dans les Parcs Nationaux de Monte Alén en Guinée-Equatoriale et de Moukalaba-Doudou au Gabon. Nous estimons que toutes les sous-populations correspondant à ces spécimens sont toujours présentes, étant donné la date récente des autres collectes. Elle est menacée par la dégradation de son habitat du à l'exploitation forestière dans les 3 sous-populations observées hors des Parcs Nationaux. L'ensemble des collectes représentent 6 sous-populations correspondant à 6 *locations* (sensu UICN).

Cette espèce est donc évaluée comme VU B1ab(iii)+B2ab(iii) selon les Catégories et Critères de la Liste Rouge de l'UICN.

Note. Cette espèce de canopée est rarement collectée, du fait de son écologie qui la rend difficilement accessible. Les efforts de prospection pour identifier de nouvelles sous-populations devraient être poursuivis, car elle pourrait être présente ailleurs au Gabon.

Annexe XVI : ENTOMOFAUNE : Liste
des espèces de coléoptères
inventoriées

Famille, sous-famille	Espèce	Remarque
Cerambycidae, Cerambycinae	<i>Amphidesmus platypterus</i> Westwood, 1842	
Cerambycidae, Cerambycinae	<i>Amphidesmus theorini</i> Aurivillius, 1886	
Cerambycidae, Cerambycinae	<i>Calanthemis gabonicus</i> (Thomson, 1848)	
Cerambycidae, Cerambycinae	<i>Carinoclytus affinis</i> Aurivillius, 1914	
Cerambycidae, Cerambycinae	<i>Cheilacanthus severini</i> (Lameere, 1903)	Commun
Cerambycidae, Cerambycinae	<i>Chromacilla igneicollis proluxa</i> (Bates, 1879)	
Cerambycidae, Cerambycinae	<i>Chromalizus afer</i> (Linné, 1771)	
Cerambycidae, Cerambycinae	<i>Chromalizus sjostedti</i> (Aurivillius, 1903)	Peu commun
Cerambycidae, Cerambycinae	<i>Dere</i> sp.	
Cerambycidae, Cerambycinae	<i>Derolus cinctus</i> Jordan, 1903	
Cerambycidae, Cerambycinae	<i>Derolus fulvus</i> Jordan, 1903	
Cerambycidae, Cerambycinae	<i>Dissaporus cachani</i> Lepesme & Breuning, 1956	
Cerambycidae, Cerambycinae	<i>Euporus itimbirensis</i> Duvivier, 1891	
Cerambycidae, Cerambycinae	<i>Euporus similis</i> Jordan, 1894	Peu commun
Cerambycidae, Cerambycinae	<i>Griphapex scutellaris</i> Jordan, 1894	
Cerambycidae, Cerambycinae	<i>Leiotoma viridescens</i> (Jordan, 1894)	
Cerambycidae, Cerambycinae	<i>Litomeces (Eulitopus) glabricollis</i> (Murray, 1870)	
Cerambycidae, Cerambycinae	<i>Litomeces gracilis</i> (Jordan, 1894)	Peu commun
Cerambycidae, Cerambycinae	<i>Neoclosterus argodi</i> Belon, 1913	Commun
Cerambycidae, Cerambycinae	<i>Neoclosterus opacipennis</i> Boppe, 1912	Peu commun
Cerambycidae, Cerambycinae	<i>Neoplocaederus basalis</i> (Gahan, 1890)	
Cerambycidae, Cerambycinae	<i>Neoplocaederus viridescens</i> (Atkinson, 1953)	
Cerambycidae, Cerambycinae	<i>Pachydissus camerunicus</i> Aurivillius, 1907	
Cerambycidae, Cerambycinae	<i>Paroeme annulipes</i> (Chevrolat, 1855)	
Cerambycidae, Cerambycinae	<i>Paroeme flava</i> (Thomson, 1858)	
Cerambycidae, Cerambycinae	<i>Philomeces gracilipes</i> (Dalman, 1817)	
Cerambycidae, Cerambycinae	<i>Plectogaster mefianti</i> Bouyer, 2017	Peu commun
Cerambycidae, Cerambycinae	<i>Plectogaster noellae</i> Bouyer, 2011	Peu commun
Cerambycidae, Cerambycinae	<i>Ptycholaemus maculipes</i> Thomson, 1858	
Cerambycidae, Cerambycinae	<i>Ptycholaemus schoutedeni</i> Lepesme & Breuning, 1956	
Cerambycidae, Cerambycinae	<i>Striatoptycholaemus striaticollis</i> (Boppe, 1912)	Peu commun
Cerambycidae, Cerambycinae	<i>Xystrocera</i> cf. <i>granulithorax</i> Breuning, 1964	
Cerambycidae, Lamiinae	<i>Acmocera conjux</i> Thomson, 1858	Commun
Cerambycidae, Lamiinae	<i>Acridocephala nicoleti</i> Thomson, 1858	Assez commun
Cerambycidae, Lamiinae	<i>Acridoschema capricorne</i> Thomson, 1858	forme peu commune
Cerambycidae, Lamiinae	<i>Bangalaia sorrer</i> Jordan, 1903	
Cerambycidae, Lamiinae	<i>Batocera wyliei</i> Chevrolat, 1858	
Cerambycidae, Lamiinae	<i>Berningerus gorillus</i> (Thomson, 1858)	Très commun
Cerambycidae, Lamiinae	<i>Ceroplesis adusta</i> Harold, 1879	Très commun
Cerambycidae, Lamiinae	<i>Coptops aedificator</i> (Fabricius, 1793)	
Cerambycidae, Lamiinae	<i>Corus collaris</i> (Chevrolat, 1856)	
Cerambycidae, Lamiinae	<i>Diadeloides similis</i> (Breuning, 1940)	
Cerambycidae, Lamiinae	<i>Dichostates muelleri</i> Quedenfeldt, 1888	Assez rare
Cerambycidae, Lamiinae	<i>Dichostatoides nigriguttatus</i> Jordan, 1894	
Cerambycidae, Lamiinae	<i>Eunidia fuscovitticollis</i> Breuning, 1958	Peu commun
Cerambycidae, Lamiinae	<i>Eunidia</i> sp 1	Peu commun
Cerambycidae, Lamiinae	<i>Eunidia</i> sp 2	Peu commun
Cerambycidae, Lamiinae	<i>Freya floccifera</i> Quedenfeldt, 1885	Commun

Cerambycidae, Lamiinae	<i>Freadelpha picta</i> (Waterhouse, 1886)	Assez rare
Cerambycidae, Lamiinae	<i>Glenea fasciata m. calabarica</i> Breuning, 1955	Très commun
Cerambycidae, Lamiinae	<i>Glenea puella assimilis</i> Jordan, 1894	Peu commun
Cerambycidae, Lamiinae	<i>Gnathoenia bialbata</i> Fairmaire, 1891	Assez commun
Cerambycidae, Lamiinae	<i>Gnathoenia tropica</i> Duvivier, 1891	Assez commun
Cerambycidae, Lamiinae	<i>Gnathoenia venerea</i> Thomson, 1858	Commun
Cerambycidae, Lamiinae	<i>Hecphora testator</i> (Fabricius, 1781)	
Cerambycidae, Lamiinae	<i>Hierogyna argus</i> Thomson, 1868	Peu commun
Cerambycidae, Lamiinae	<i>Hierogyna peregrina</i> (Hintz, 1911)	Peu commun
Cerambycidae, Lamiinae	<i>Hippopsicon griseopictum</i> Breuning, 1940	
Cerambycidae, Lamiinae	<i>Marginobixadus aparus</i> Jordan, 1903	
Cerambycidae, Lamiinae	<i>Monochamus griseoplagiatus</i> Thomson, 1858	Commun
Cerambycidae, Lamiinae	<i>Monochamus laevis</i> Jordan, 1903	Assez commun
Cerambycidae, Lamiinae	<i>Monochamus x-fulvum</i> (Bates, 1884)	Très commun
Cerambycidae, Lamiinae	<i>Neopachystola mamillata</i> (Dalman, 1817)	Commun
Cerambycidae, Lamiinae	<i>Nikateris simpsoni</i> Aurivillius, 1914	Assez commun
Cerambycidae, Lamiinae	<i>Nupserha deusta</i> (Dalman, 1817)	
Cerambycidae, Lamiinae	<i>Obereopsis obscuritarsis</i> Chevrolat, 1855	
Cerambycidae, Lamiinae	<i>Ocularia apicalis</i> Jordan, 1894	
Cerambycidae, Lamiinae	<i>Parapocera ratschildi</i> Heath, 1905	
Cerambycidae, Lamiinae	<i>Parapocera teocchii</i> Breuning, 1970	Assez rare
Cerambycidae, Lamiinae	<i>Paroex nasicornis</i> (Pascoe, 1871)	Commun
Cerambycidae, Lamiinae	<i>Pinacosterna nachtigali m. nigra</i> Breuning, 1935	forme peu commune
Cerambycidae, Lamiinae	<i>Pinacosterna nachtigali</i> Harold, 1879	Assez commun
Cerambycidae, Lamiinae	<i>Propopocera</i> (Alphitopola) sp.	
Cerambycidae, Lamiinae	<i>Prosopocera bipunctata bioculata</i> Breuning & Téocchi, 1970	Commun
Cerambycidae, Lamiinae	<i>Prosopocera cylindrica</i> Aurivillius, 1903	Commun
Cerambycidae, Lamiinae	<i>Prosopocera fatidica</i> (Pascoe, 1868)	Assez commun
Cerambycidae, Lamiinae	<i>Prosopocera valida</i> Aurivillius, 1927	Peu commun
Cerambycidae, Lamiinae	<i>Sophronica bifoveata</i> Aurivillius, 1914	Peu commun
Cerambycidae, Lamiinae	<i>Sophronica costulata</i> (Quedenfeldt, 1882)	Peu commun
Cerambycidae, Lamiinae	<i>Stenobia pradieri</i> Lacordaire 1872	Assez rare
Cerambycidae, Lamiinae	<i>Sternotomiella chaerila</i> Breuning, 1935	Assez rare
Cerambycidae, Lamiinae	<i>Sternotomis callais</i> Fairmaire, 1891	Commun
Cerambycidae, Lamiinae	<i>Sternotomis callais m. rufomaculata</i> Breuning, 1935	Commun
Cerambycidae, Lamiinae	<i>Sumelis occidentalis</i> Chevrolat, 1855	
Cerambycidae, Lamiinae	<i>Tragocephala nobilis</i> (Fabricius, 1787)	Commune, forme + r
Cerambycidae, Prioninae	<i>Acutandra</i> sp.	
Cerambycidae, Prioninae	<i>Anomotoma conturbans</i> Quentin & Villiers, 1978	
Cerambycidae, Prioninae	<i>Cantharocnemis plicipennis</i> Fairmaire, 1887	
Cerambycidae, Prioninae	<i>Macrotoma gracilipes</i> Kolbe, 1894	
Cerambycidae, Prioninae	<i>Macrotoma serripes</i> (Fabricius, 1781)	
Cerambycidae, Prioninae	<i>Mallodon downesii</i> Hope, 1843	
Cerambycidae, Prioninae	<i>Tersec infans</i> (Quedenfeldt, 1882)	
Scarabaeidae, Cetoniinae	<i>Anelaphinis breviceps</i> (Kolbe, 1892)	Peu commun
Scarabaeidae, Cetoniinae	<i>Caelorrhina superba</i> (Gerstaecker, 1882)	Commun
Scarabaeidae, Cetoniinae	<i>Chlorocala africana smaragdina</i> (Voet, 1779)	
Scarabaeidae, Cetoniinae	<i>Chlorocala conjux conjux</i> (Harold, 1880)	Peu commun
Scarabaeidae, Cetoniinae	<i>Eriulis variolosa</i> (Gory & Percheron, 1833)	
Scarabaeidae, Cetoniinae	<i>Eudicella</i> (Cyprolais) <i>hornimani hornimani</i> Bates, 1877	
Scarabaeidae, Cetoniinae	<i>Incala</i> sp 1.	
Scarabaeidae, Cetoniinae	<i>Incala</i> sp 2.	
Scarabaeidae, Cetoniinae	<i>Lophorrhina quinquelineata</i> (Fabricius, 1781)	Commun
Scarabaeidae, Cetoniinae	<i>Lophorrhina pentachordia</i> (Klug, 1835)	Commun
Scarabaeidae, Cetoniinae	<i>Pseudinca dichroa</i> Gerstaecker, 1882	
Scarabaeidae, Cetoniinae	<i>Pseudinca marmoratus</i> Fairmaire, 1895	
Scarabaeidae, Cetoniinae	<i>Pseudinca robustus</i> Janson, 1884	Rare
Scarabaeidae, Cetoniinae	<i>Stephanorrhina guttata guttata</i> (Olivier, 1789)	
Scarabaeidae, Cetoniinae	<i>Tmesorrhina iris saundersi</i> Westwood, 1854	
Scarabaeidae, Cetoniinae	<i>Tmesorrhina tridens</i> Duvivier, 1891	Commun
Scarabaeidae, Cetoniinae	<i>Tmesorrhina viridicincta fuscoturalis</i> Bourgoin, 1914	

**Annexe XVII : ENTOMOFAUNE : liste
des espèces de lépidoptères recensées**

Famille, sous-famille	Espèce	Remarque
Nymphalidae Biblidinae	<i>Ariadne enotrea</i> (Cramer, [1779])	
Nymphalidae Biblidinae	<i>Sevenia occidentalum</i> (Mabille, 1876)	
Nymphalidae Charaxinae	<i>Charaxes cynthia</i> Butler, [1866]	
Nymphalidae Charaxinae	<i>Charaxes etheocles ochracea</i> Van Someren & Jackson,	Rare
Nymphalidae Charaxinae	<i>Charaxes eupale</i> (Drury, 1782)	
Nymphalidae Charaxinae	<i>Charaxes imperialis</i> Butler, 1874	Peu commun
Nymphalidae Charaxinae	<i>Charaxes lucretius</i> (Cramer, [1775])	
Nymphalidae Charaxinae	<i>Palla ussheri</i> (Butler, 1870)	
Nymphalidae Danaïnae	<i>Amauris tartarea</i> Mabille, 1876	
Nymphalidae Heliconinae	<i>Acraea abdera</i> (Hewitson, 1852)	Peu commun
Nymphalidae Heliconinae	<i>Acraea tellus</i> (Aurivillius, 1893)	Nouveau pour les Monts de Cris
Nymphalidae Limenitidinae	<i>Bebearia abesa</i> Hewitson, 1869)	
Nymphalidae Limenitidinae	<i>Bebearia amieti</i> (Hecq, 1994)	
Nymphalidae Limenitidinae	<i>Bebearia ata</i> (Hecq, 1990)	Endémique du Gabon
Nymphalidae Limenitidinae	<i>Bebearia chilonis</i> (Hewitson, 1874)	
Nymphalidae Limenitidinae	<i>Bebearia cinaethon</i> (Hewitson, 1874)	Nouveau pour les Monts de Cris
Nymphalidae Limenitidinae	<i>Bebearia comus</i> (Ward, 1871)	
Nymphalidae Limenitidinae	<i>Bebearia flaminia</i> (Staudinger, 1891)	
Nymphalidae Limenitidinae	<i>Bebearia maximiana</i> (Staudinger, 1791)	Rare
Nymphalidae Limenitidinae	<i>Bebearia micans</i> (Aurivillius, 1898)	
Nymphalidae Limenitidinae	<i>Bebearia octogramma</i> (Grosse-Smith & Kirby, 1889)	Peu commun
Nymphalidae Limenitidinae	<i>Bebearia phantasia</i> (Hewitson, 1865)	
Nymphalidae Limenitidinae	<i>Bebearia plistonax</i> (Hawitson, 1874)	
Nymphalidae Limenitidinae	<i>Bebearia sophus</i> (Fabricius, 1793)	
Nymphalidae Limenitidinae	<i>Bebearia staudingeri</i> (Aurivillius, 1893)	Rare
Nymphalidae Limenitidinae	<i>Bebearia tessmanni</i> (Grünberg, 1910)	
Nymphalidae Limenitidinae	<i>Cathuna crithea</i> (Drury, 1773)	
Nymphalidae Limenitidinae	<i>Charaxes acraeoides</i> (Druce, 1908)	Rare
Nymphalidae Limenitidinae	<i>Charaxes ameliae</i> Doumet, 1861	Assez rare
Nymphalidae Limenitidinae	<i>Charaxes bocqueti</i> (Minig, 1975)	Commun
Nymphalidae Limenitidinae	<i>Charaxes brutus</i> (Cramer, 1779)	Commun
Nymphalidae Limenitidinae	<i>Charaxes catachrous</i> (Hewitson, 1874)	Commun
Nymphalidae Limenitidinae	<i>Charaxes etesipe</i> (Gadart, 1824)	Commun
Nymphalidae Limenitidinae	<i>Charaxes eudoxus</i> (Druce, 1782)	Peu commun
Nymphalidae Limenitidinae	<i>Charaxes fulvescens</i> (Aurivillius, 1891)	Commun
Nymphalidae Limenitidinae	<i>Charaxes nobilis</i> (Druce, 1873)	Assez rare
Nymphalidae Limenitidinae	<i>Charaxes smaragdalis</i> (Butler, 1866)	Assez commun
Nymphalidae Limenitidinae	<i>Charaxes subornatus</i> (Schultze, 1916)	
Nymphalidae Limenitidinae	<i>Charaxes tiridates</i> (Cramer, 1777)	Commun
Nymphalidae Limenitidinae	<i>Charaxex lucretius</i> (Cramer, 1775)	Commun
Nymphalidae Limenitidinae	<i>Cymothoe beckeri</i> Herrich-Schäffer, 1853	
Nymphalidae Limenitidinae	<i>Cymothoe caenis</i> (Drury, [1773])	
Nymphalidae Limenitidinae	<i>Cymothoe fumana</i> (Westwood, 1850)	
Nymphalidae Limenitidinae	<i>Cymothoe harmilla</i> (Hewitson, 1874)	Peu commun
Nymphalidae Limenitidinae	<i>Cymothoe hyarbita</i> (Hewitson, 1866)	Peu commun
Nymphalidae Limenitidinae	<i>Cymothoe lucasii</i> (Doumet, 1859)	
Nymphalidae Limenitidinae	<i>Euphaedra adolffifrederici</i> (Schultze, 1920)	Commun
Nymphalidae Limenitidinae	<i>Euphaedra dargeana</i> Hecq, 1980)	

Famille, sous-famille	Espèce	Remarque
Nymphalidae Limenitidinae	<i>Euphaedra fulvofasciata</i> (Holland, 1920)	Commun
Nymphalidae Limenitidinae	<i>Euphaedra harpalyce</i> (Cramer, 1777)	Commun
Nymphalidae Limenitidinae	<i>Euphaedra hewitsoni</i> (Hecq, 1974)	Commun
Nymphalidae Limenitidinae	<i>Euphaedra limbourgi</i> (Oremans, 2006)	Commun
Nymphalidae Limenitidinae	<i>Euphaedra losinga</i> (Hewitson, 1865)	Assez rare
Nymphalidae Limenitidinae	<i>Euphaedra mambili</i> (Hecq, 2001)	Nouveau pour les Monts de Cristal
Nymphalidae Limenitidinae	<i>Euphaedra pervaga</i> (Hecq, 1996)	Peu commun
Nymphalidae Limenitidinae	<i>Euphaedra preussi</i> (Staudinger, 1891)	Peu commun
Nymphalidae Limenitidinae	<i>Euphaedra ravola</i> Hewitson, 1865	Commun
Nymphalidae Limenitidinae	<i>Euphaedra ruspina</i> (Hewitson, 1865)	Commun
Nymphalidae Limenitidinae	<i>Euphaedra variabilis</i> (Guillaumin, 1976)	
Nymphalidae Limenitidinae	<i>Euptera elabontas</i> (Hewitson, 1871)	Rare
Nymphalidae Limenitidinae	<i>Euriphene abasa</i> (Hewitson, 1866)	
Nymphalidae Limenitidinae	<i>Euriphene conjugens</i> (Aurivillius, 1909)	Peu commun
Nymphalidae Limenitidinae	<i>Euriphene mundula</i> (Grünberg, 1910)	
Nymphalidae Limenitidinae	<i>Euriphene tadema</i> (Hewitson, 1866)	
Nymphalidae Limenitidinae	<i>Euryphura chalcis</i> (Felder & Felder, 1860)	
Nymphalidae Limenitidinae	<i>Euxanthe</i> (Ward, 1871)	
Nymphalidae Limenitidinae	<i>Harma theobene</i> Doubleday, [1848]	
Nymphalidae Limenitidinae	<i>Neptidopsis ophione</i> (Cramer, [1777])	
Nymphalidae Limenitidinae	<i>Neptis nicoteles</i> Hewitson, 1874	Rare
Nymphalidae Limenitidinae	<i>Pseudoneptis budangensis</i> (Stoneham, 1935)	Commun
Nymphalidae Limenitidinae	<i>Reuriphene atossa</i> (Hewitson, 1865)	
Nymphalidae Limenitidinae	<i>Sevenia amulia</i> (Cramer, 1777)	
Nymphalidae Limenitidinae	<i>Sevenia boisduvalii</i> (Wallengren, 1857)	
Nymphalidae Nymphalinae	<i>Hypolimnas salmacis</i> (Drury, 1773)	
Nymphalidae Nymphalinae	<i>Junonia terea</i> (Drury, 1773)	
Nymphalidae Nymphalinae	<i>Precis coelestina</i> Dewitz, 1879	
Nymphalidae Nymphalinae	<i>Protogoniomorpha parhassus</i> (Drury, 1782)	
Nymphalidae Satyrinae	<i>Bicyclus alboplaga</i> (Rebel, 1914)	
Nymphalidae Satyrinae	<i>Bicyclus auricruda</i> (Butler, 1868)	
Nymphalidae Satyrinae	<i>Bicyclus buea</i> (Strand, 1912)	
Nymphalidae Satyrinae	<i>Bicyclus dubia</i> (Aurivillius, 1893)	
Nymphalidae Satyrinae	<i>Bicyclus ewondo</i> (Libert, 1997)	
Nymphalidae Satyrinae	<i>Bicyclus funebris</i> (Guérin-Ménéville, 1844)	
Nymphalidae Satyrinae	<i>Bicyclus hewitsoni</i> (Doumet, 1861)	
Nymphalidae Satyrinae	<i>Bicyclus iccius</i> (Hewitson, 1865)	
Nymphalidae Satyrinae	<i>Bicyclus italus</i> (Hewitson, 1865)	
Nymphalidae Satyrinae	<i>Bicyclus ivindo</i> Vande Weghe, 2007	Endémique du Gabon
Nymphalidae Satyrinae	<i>Bicyclus madetes</i> (Hewitson, 1874)	
Nymphalidae Satyrinae	<i>Bicyclus medontias</i> (Hewitson, 1873)	
Nymphalidae Satyrinae	<i>Bicyclus milyas</i> (Hewitson, 1864)	
Nymphalidae Satyrinae	<i>Bicyclus mollitia</i> (Karsch, 1895)	
Nymphalidae Satyrinae	<i>Bicyclus moyses</i> (Condamine & Fox, 1964)	
Nymphalidae Satyrinae	<i>Bicyclus pavonis</i> (Butler, 1876)	Nouveau pour le Gabon
Nymphalidae Satyrinae	<i>Bicyclus sandace</i> (Hewitson, 1877)	
Nymphalidae Satyrinae	<i>Bicyclus sciathis</i> (Hewitson, [1866])	
Nymphalidae Satyrinae	<i>Bicyclus technatis</i> (Hewitson, 1877)	
Nymphalidae Satyrinae	<i>Bicyclus trilophus</i> (Rebel, 1914)	Rare
Nymphalidae Satyrinae	<i>Bicyclus vulgaris</i> (Butler, 1868)	
Nymphalidae Satyrinae	<i>Bicyclus wakaensis</i> Vande Weghe, 2009	Subendémique du Gabon
Nymphalidae Satyrinae	<i>Bicyclus xeneas</i> (Hewitson, [1866])	
Nymphalidae Satyrinae	<i>Hallelesis asochis</i> (Hewitson, [1866])	
Nymphalidae Satyrinae	<i>Ypthima doleta</i> Kirby, 1881	
Saturniidae	<i>Aurivillius tiramis</i> Rothschild, 1907	
Saturniidae	<i>Bunaea alcinoë</i> (Stoll, 1870)	
Saturniidae	<i>Carnegia mirabilis</i> (Aurivillius, 1895)	
Saturniidae	<i>Dogoia stellata</i> (Darge, 1994)	Rare
Saturniidae	<i>Epiphora rectifascia</i> Rothschild, 1907	

Famille, sous-famille	Espèce	Remarque
Saturniidae	<i>Epiphora vacuna ploetzi</i>	
Saturniidae	<i>Goodia nubilata</i> Holland, 1893	
Saturniidae	<i>Goodia sentosa</i> Jordan, 1922	
Saturniidae	<i>Holocerina angulata</i> (Aurivillius, 1893)	
Saturniidae	<i>Imbrasia epimethea</i> (Drucy, 1772)	
Saturniidae	<i>Imbrasia obscura</i> (Butler, 1878)	
Saturniidae	<i>Lobobunaea goodii</i> (Holland, 1893)	
Saturniidae	<i>Lobobunaea acetes</i> (Westwood, 1849)	
Saturniidae	<i>Lobobunaea phaedusa</i> (Drucy, 1872)	
Saturniidae	<i>Micragone agathylla</i> (Westwood, 1849)	
Saturniidae	<i>Micragone colettae</i> Rougeot, 1959	Rare
Saturniidae	<i>Micragone lichenodes</i> (Holland, 1893)	
Saturniidae	<i>Nudaurelia alopia</i> Westwood, 1849	
Saturniidae	<i>Nudaurelia anthinoides</i> Rougeot, 1978	
Saturniidae	<i>Nudaurelia dione</i> (Fabricius, 1793)	
Saturniidae	<i>Orthogonioptilum crystallinum</i> Darge, 1993	Rare
Saturniidae	<i>Orthogonioptilum luminosum</i> (Bouvier, 1930)	
Saturniidae	<i>Orthogonioptilum neoprox</i> Darge, 1992	
Saturniidae	<i>Orthogonioptilum piersoni</i> Bouyer, 1989	Rare
Saturniidae	<i>Orthogonioptilum vestigiata</i> (Holland, 1893)	
Saturniidae	<i>Pselaphelia gemmifera</i> (Butler, 1878)	
Saturniidae	<i>Pseudantheraea discrepans</i> (Butler, 1878)	
Saturniidae	<i>Pseudantheraea imperator</i> Rougeot, 1962	
Saturniidae	<i>Pseudimbrasia deyrollei</i> (J. Thomson, 1858)	
Saturniidae	<i>Pseudobunaea alinda</i> (Drucy, 1870)	
Sphingidae	<i>Atemnora westermanni</i> (Boisduval, 1875)	
Sphingidae	<i>Avinoffia hollandi</i> (Clark, 1917)	
Sphingidae	<i>Avinoffia hollandi</i> (Clark, 1917)	Peu commun
Sphingidae	<i>Basiothia medea</i> (Fabricius, 1781)	
Sphingidae	<i>Chloroclanis virescens</i> (Butler, 1882)	
Sphingidae	<i>Coelonia fulvinitata</i> (Butler, 1875)	
Sphingidae	<i>Euchloron megaera</i> (Linnée, 1758)	
Sphingidae	<i>Hippotion eson</i> (Cramer, 1779)	
Sphingidae	<i>Macroglossum trochilus</i> (Hübner, 1823)	
Sphingidae	<i>Nephele accentifera</i> (Palisot de Beauvais, 1821)	
Sphingidae	<i>Nephele aequivalens</i> (Walker, 1865)	
Sphingidae	<i>Nephele bipartita</i> (Butler, 1878)	
Sphingidae	<i>Nephele bipartita</i> Butler, 1878	
Sphingidae	<i>Nephele comma</i> Hopffer, 1857	
Sphingidae	<i>Nephele maculosa</i> Rothschild & Jordan, 1903	
Sphingidae	<i>Nephele rosae</i> (Butler, 1875)	
Sphingidae	<i>Phylloxiphia bicolor</i> (Rothschild, 1894)	
Sphingidae	<i>Phylloxiphia formosa</i> (Schultze, 1914)	Assez rare
Sphingidae	<i>Phylloxiphia illustris</i> (Rothschild & Jordan, 1906)	
Sphingidae	<i>Phylloxiphia oberthueri</i> Rothschild & Jordan, 1903	
Sphingidae	<i>Platysphinx constricta</i> (Walker, 1869)	
Sphingidae	<i>Platysphinx vicaria basquini</i> (Pierre, 1989)	Sous-espèce endémique
Sphingidae	<i>Polyptychus andosa tiro</i> (Kernbach, 1957)	
Sphingidae	<i>Polyptychus carteri</i> (Butler, 1882)	
Sphingidae	<i>Polyptychus hollandi</i> Rothschild & Jordan, 1903	
Sphingidae	<i>Polyptychus lagnelae</i> Pierre 2014	
Sphingidae	<i>Polyptychus murinus</i> Rothschild, 1904	

Famille, sous-famille	Espèce	Remarque
Sphingidae	<i>Polyptychus nigriplaga</i> Rothschild & Jordan, 1903	
Sphingidae	<i>Polyptychus orthographus</i> (Rothschild & Jordan, 1903)	
Sphingidae	<i>Polyptychus rougeoti</i> Carcasson, 1968	Rare
Sphingidae	<i>Polyptychus trisecta</i> (Aurivillius, 1901)	
Sphingidae	<i>Rhadinopasa hornimani</i> (Druce, 1880)	
Sphingidae	<i>Temnora camerounensis</i> (Clark, 1923)	Assez rare
Sphingidae	<i>Temnora crenulata</i> (Holland, 1893)	
Sphingidae	<i>Temnora curtula</i> (Rothschild & Jordan, 1908)	Assez rare
Sphingidae	<i>Temnora fumosa</i> (Walker, 1856)	
Sphingidae	<i>Temnora funebris</i> (Holland, 1893)	
Sphingidae	<i>Temnora griseata</i> Rothschild & Jordan, 1903	
Sphingidae	<i>Temnora livida</i> (Holland, 1889)	
Sphingidae	<i>Temnora radiata</i> (Karsh, 1893)	Assez rare
Sphingidae	<i>Temnora scitula</i> (Holland, 1889)	
Sphingidae	<i>Temnora spiritus</i> (Holland, 1893)	
Sphingidae	<i>Temnora wollastoni</i> (Walker, 1856)	Assez rare
Sphingidae	<i>Theretra jugurtha</i> (Boisduval, 1875)	
Sphingidae	<i>Theretra orpheus pelius</i> Rothschild & Jordan, 1903	
Sphingidae	<i>Xanthopan morgani</i> (Walker, 1856)	

**Annexe XVIII : HERPETOFAUNE : Liste
des amphibiens et reptiles recensés**

Liste systématique des 45 espèces d'amphibiens recensées à Ngoulmendjim

- **N.B.** : les espèces notées en noir ont été identifiées en mission de saison sèche ; les espèces notées en rouge ont été identifiées en mission de saison des pluies

- **N.B.** : les espèces surlignées en jaune sont potentiellement nouvelles pour la science

Famille / Espèce

Pipidae

Hymenochirus boettgeri (Tornier, 1896)

Hymenochirus sp.

Xenopus allofraseri Evans & al. 2015

Xenopus mellotropicalis Evans & al., 2015

Xenopus parafraseri Evans & al. 2015

Bufoidea

Sclerophrys camerunensis (Parker, 1936)

Sclerophrys gracilipes (Boulenger, 1899)

Sclerophrys latifrons (Boulenger, 1900)

Sclerophrys tuberosa (Günther, 1859)

Brevicipitidae

Afrixalus dorsalis (Peters, 1875)

Afrixalus osorioi (Ferreira, 1906)

Afrixalus quadrivittatus Werner, 1908

Alexteroon hypsiphonus Amiet, 2000

Arthroleptis adelphus Perret, 1966

Arthroleptis poecilnotus Peters, 1863

Arthroleptis sp.

Astylosternus batesi (Boulenger, 1900)

Cardioglossa elegans Boulenger, 1906

Cardioglossa leucomystax (Boulenger, 1903)

Cryptothylax greishoffi (Schilthuis, 1889)

Hyperolius cinnamomeoventris Bocage, 1866

Hyperolius concolor (Hallowell, 1844)

Hyperolius guttulatus Günther, 1859

Hyperolius kuligae Mertens, 1940

Hyperolius ocellatus Günther, 1859

Hyperolius phantasticus (Boulenger, 1899)

Hyperolius platyceps (Boulenger, 1900)

Hyperolius tuberculatus (Macquard, 1897)

Leptodactylodon stevarti Rödel & Pauwels, 2003

Leptopelis aubryi (Duméril, 1856)

Leptopelis aubryoides (Andersson, 1907)

Leptopelis brevirostris (Werner, 1898)

Leptopelis rufus Reichenow, 1874

Leptopelis viridis (Günther, 1869)

Leptopelis sp. pont Komo

Phlyctimantis leonardi (Boulenger, 1906)

Scotobleps gabonicus Boulenger, 1900

Ranidae

Amnirana albolabris Hallowell, 1856

Amnirana amnicola (Perret, 1977)

Amnirana lepus (Andersson, 1903)

Chiromantis rufescens (Günther, 1869)

Phrynobatrachus africanus (Hallowell, 1857)

Phrynobatrachus auritus Boulenger, 1900

Ptychadena perreti Guibé & Lamotte, 1958

Ptychadena pumilio (Boulenger, 1920)

Liste systématique des 21 espèces de reptiles recensées à Ngoulmendjim

N.B. : les espèces notées en noir ont été identifiées en mission de saison sèche ; les espèces notées en rouge ont été identifiées en mission de saison des pluies

Famille / Espèce**Cheloniens****Testudinidae**

Kinixys erosa (Schweigger, 1812)

Trionychidae

Cycloderma aubryi (Duméril, 1856)

Crocodyliens**Crocodylidae**

Crocodylus niloticus Laurenti, 1768

Mecistops cataphractus (Cuvier, 1824)

Osteolaemus tetraspis Cope, 1861

Lacertiliens**Agamidae**

Agama picticauda Peters, 1877

Chamaeleonidae

Trioceros oweni (Gray, 1831)

Gekkonidae

Hemidactylus fasciatus Gray, 1831

Hemidactylus mabouia (Moreau de Jonnès, 1818)

Scincidae

Trachylepis albilabris (Hallowell, 1857)

Panaspis breviceps (Peters, 1873)

Varanidae

Varanus niloticus (Linnaeus, 1766)

Ophidiens**Pythonidae**

Python sebae (Gmelin, 1789)

Colubridae

Dipsadoboa viridis (Peters, 1869)

Grayia caesar (Günther, 1863)

Hapsidophrys smaragdinus (Schlegel, 1837)

Elapidae

Naja melanoleuca Hallowell, 1857

Dendroaspis jamesoni (Traill, 1843)

Natricidae

Natriciteres fuliginoides (Günther, 1858)

Viperidae

Bitis gabonica (Duméril, Bibron & Duméril, 1854)

Bitis nasicornis (Shaw, 1802)

Annexe XIX : AVIFAUNE : Liste des espèces d'oiseaux recensées

Liste des oiseaux de Ngoulmendjim

La liste présente les espèces d'oiseaux observées pendant les deux missions de terrain sur les sites de Ngoulmendjim, du Komo et de la Tsibilé en juillet et en novembre 2017. Elle s'élevé à deux cent huit espèces. La quasi-totalité des données vient de nos propres observations, visuelles et auditives, mais quelques observations sans risque de confusion nous ont été rapportées par des collègues étudiant d'autres classes d'animaux. La liste suit l'ordre et la nomenclature de Christy *et al.*, *Check-list des amphibiens, reptiles, oiseaux et mammifères des parcs nationaux du Gabon* (2008). Contrairement à ce que son titre pourrait laisser présumer, cette liste concerne l'ensemble des espèces des différentes classes de vertébrés connues du Gabon, et non seulement celles des parcs nationaux. Une classification et une nomenclature plus récentes ont été publiées dans une annexe au livre de Jean Pierre Vande Weghe *et al.*, *Parcs nationaux et réserves au Gabon. Espèces, écosystèmes et populations* (ANPN, 2017), mais la diffusion plus restreinte et l'application plus contestée de cette liste nous ont fait préférer celle éditée en 2008.

A la suite du nom de l'espèce, sont indiqués le statut, seulement pour les espèces migratrices provenant d'Europe (ME) ou d'Afrique (MA). Cela comprend aussi des espèces résidentes au Gabon mais qui effectuent des déplacements locaux en fonction des saisons), ou l'habitat : Aq = milieux aquatiques ouverts, spécialement les rives du Komo au débarcadère de Nzamaligué ou les étangs en forêt), FM = forêt marécageuse, F = forêt, DP = défrichements et plantations, R = rivières forestières. L'habitat DP (défrichements et plantations) comprend les camps de Tsibilé et de Violaineville et leurs alentours, parfois les bords des routes et des pistes forestières, et les oiseaux qui y vivent ne se rencontrent pas en forêt mature. Leur présence sur les sites est principalement due à la transformation du paysage naturel par l'homme.

Hérons et aigrettes

Blongios nain *Ixobrychus minutus* MA, Aq
 Bihoreau à dos blanc *Gorsachius leuconotus* FM
 Héron garde-bœufs *Bubulcus ibis* MA, Aq
 Héron strié *Butorides striata* MA, Aq
 Aigrette garzette *Egretta garzetta* MA, Aq
 Héron pourpré *Ardea purpurea* MA, Aq
 Héron cendré *Ardea cinerea* MA, Aq

Cigognes

Cigogne d'Abdim *Ciconia abdimii* MA, Nzamaligué, avril 2014
 Cigogne épiscopale *Ciconia episcopus* MA, Aq
 Marabout d'Afrique *Leptoptilos crumeniferus* MA, Nzamaligué, 4 juillet 2016

Ibis

Ibis hagedash *Bostrychia hagedash* F, Aq
 Ibis vermiculé *Bostrychia rara* F

Canards

Canard de Hartlaub *Pteronetta hartlaubii* Aq

Rapaces diurnes

Bondrée apivore *Pernis apivorus* ME
 Pygargue vocifère *Haliaeetus vocifer* Aq
 Palmiste africain *Gypohierax angolensis* F

Autour de Tousseni *Accipiter toussenii* F
 Autour à flancs roux *Accipiter castanius* F
 Epervier de Hartlaub *Accipiter erythropus* F
 Autour à longue queue *Urotriorchis macrourus* F
 Aigle d'Ayres *Hieraaetus ayresii* F
 Aigle huppard *Lophaetus occipitalis* F
 Aigle de Cassin *Spizaetus africanus* F
 Aigle couronné *Stephanoaetus coronatus* F

Francolins

Francolin de Latham *Francolinus lathamii* F
 Francolin écaillé *Francolinus squamatus* DP

Pintades

Pintade noire *Agelastes niger* F

Râles

Râle à pieds rouges *Himantornis haematopus* F
 Râle perlé *Sarothrura pulchra* FM
 Râle à bec jaune *Amaurornis flavirostra* Aq

Grébifoulque

Grébifoulque d'Afrique *Podica senegalensis* R

Jacanas

Jacana à poitrine dorée *Actophilornis africanus* MA, Aq

Glaréoles

Glaréole auréolée *Glareola nuchalis* R

Pluviers et vanneaux

Vanneau à tête blanche *Vanellus albiceps* MA, Aq

Bécasseaux et chevaliers

Chevalier cul-blanc *Tringa ochropus* ME, Aq
 Chevalier guignette *Actitis hypoleucos* ME, Aq

Pigeons et tourterelles

Colombar à front nu *Treron calvus* F
 Tourtelette demoiselle *Turtur brehmeri* F
 Tourtelette tambourette *Turtur tympanistria* F
 Tourtelette améthystine *Turtur afer* DP
 Pigeon gris *Columba unicincta* F
 Tourterelle à collier *Streptopelia semitorquata* DP

Perroquets et inséparables

Perroquet jaco *Psittacus erithacus* F
 Inséparable à collier noir *Agapornis swindernianus* F

Touracos

Touraco géant *Corythaeola cristata* F
 Touraco vert *Tauraco persa* F
 Touraco à gros bec *Tauraco macrorhynchus* F

Coucous et coucals

Coucou solitaire *Cuculus solitarius* F
 Coucou criard *Cuculus clamosus* F

Coucou de Mechow *Cercococcyx mechowi* F
 Coucou olivâtre *Cercococcyx olivinus* F
 Coucou foliotocol *Chrysococcyx cupreus* F
 Coucou de Klaas *Chrysococcyx klaas* F
 Malcoha à bec jaune *Ceuthmochares aereus* F
 Coucal du Gabon *Centropus anelli* F
 Coucal à nuque bleue *Centropus monachus* DP

Hiboux et chouettes

Grand-duc tacheté *Bubo leucostictus* F
 Chouette-pêcheuse de Bouvier *Scotopelia bouvieri* R, F
 Chevêchette à queue barrée *Glaucidium sjostedti* F
 Chevêchette à pieds jaunes *Glaucidium tephronotum* F
 Chouette africaine *Strix woodfordii* F

Martinets

Martinet de Sabine *Rhaphidura sabini* F
 Martinet de Chapin *Telacanthura melanopygia* F
 Martinet de Cassin *Neafrapus cassini* F
 Martinet noir *Apus apus* ME
 Martinet de Bates *Apus batesi* F
 Martinet des maisons *Apus affinis* DP

Trogons

Trogon narina *Apaloderma narina* F
 Trogon à joues jaunes *Apaloderma aequatoriale* F

Martins-pêcheurs et martins-chasseurs

Martin-chasseur marron *Halcyon badia* F
 Martin-chasseur à poitrine bleue *Halcyon malimbica* F
 Martin-chasseur du Sénégal *Halcyon senegalensis* DP
 Martin-pêcheur à ventre blanc *Alcedo leucogaster* F, R
 Martin-pêcheur huppé *Alcedo cristata* MA, Aq
 Martin-pêcheur azuré *Alcedo quadribrachys* R
 Martin-pêcheur géant *Megaceryle maxima* R

Guêpiers

Guêpier à tête bleue *Merops muelleri* F
 Guêpier noir *Merops gularis* F

Rolles

Rolle à gorge bleue *Eurystomus gularis* F

Calaos

Calao à huppe blanche *Tropicranus albocristatus* F
 Calao pygmée *Tockus camurus* F
 Calao longibande *Tockus fasciatus* F
 Calao siffleur *Bycanistes fistulator* F
 Calao à cuisses blanches *Bycanistes albotibialis* F
 Calao à casque noir *Ceratogymna atrata* F

Barbicans et barbions

Barbion grivelé *Pogoniulus scolopaceus* F

Barbion à croupion rouge *Pogoniulus atroflavus* F
 Barbion à gorge jaune *Pogoniulus subsulphureus* F
 Barbican à taches jaunes *Buccanodon duchaillui* F
 Barbican de Verreaux *Tricholaema flavipunctata* F
 Barbican pourpré *Trachylaemus purpuratus* F

Indicateurs

Indicateur pygmée *Prodotiscus insignis* F
 Indicateur à queue en lyre *Melichneutes robustus* F
 Indicateur menu *Indicator exilis* F

Pics

Picumne de Verreaux *Sasia africana* F
 Pic à dos vert *Campethera permista* F
 Pic à oreillons bruns *Campethera caroli* F
 Pic du Gabon *Dendropicor gabonensis* F

Hirondelles

Hirondelle à queue courte *Psalidoprocne nitens* DP
 Hirondelle striée *Hirundo abyssinica* DP
 Hirondelle à bavette *Hirundo nigrita* R

Bergeronnettes

Bergeronnette à longue queue *Motacilla clara* R

Echenilleurs

Echenilleur pourpré *Campephaga quiscalina* F, DP
 Echenilleur bleu *Coracina azurea* F

Bulbuls

Bulbul verdâtre *Andropadus virens* F
 Bulbul gracile *Andropadus gracilis* F
 Bulbul d'Ansorge *Andropadus ansorgei* F
 Bulbul curvirostre *Andropadus curvirostris* F
 Bulbul à bec grêle *Andropadus gracilirostris* F
 Bulbul à moustaches jaunes *Andropadus latirostris* F
 Bulbul doré *Calyptocichla serina* F
 Bulbul à queue blanche *Baeopogon indicator* F
 Bulbul tacheté *Ixonotus guttatus* F
 Bulbul modeste *Chlorocichla simplex* DP
 Bulbul des raphias *Thescelocichla leucopleura* F
 Bulbul ictérin *Phyllastrephus icterinus* F
 Bulbul moustac *Bleda syndactylus* F
 Bulbul jaunelore *Bleda notatus* F
 Bulbul à dos vert *Criniger chloronotus* F
 Bulbul à barbe blanche *Criniger calurus* F
 Bulbul de Reichenow *Criniger ndussumensis* F
 Bulbul des jardins *Pycnonotus barbatus* DP
 Nicator vert *Nicator chloris* F
 Nicator à gorge jaune *Nicator vireo* F

Merles et apparentés

Alèche à huppe rousse *Alethe castanea* F
 Néocossyphes à queue rousse *Neocossyphus rufus* F
 Néocossyphes à queue blanche *Neocossyphus poensis* F
 Stizorhin de Fraser *Stizorhina fraseri* F
 Merle africain *Turdus pelios* DP

Fauvettes

Bathmocerque à face noire *Bathmocercus rufus* F
 Cisticole babillarde *Cisticola anonymus* DP
 Prinia rayée *Prinia bairdii* F
 Apalis à calotte noire *Apalis nigriceps* F
 Apalis à gorge rousse *Apalis rufogularis* F
 Camaroptère à tête grise *Camaroptera brachyura* DP
 Camaroptère à sourcils jaunes *Camaroptera superciliaris* F
 Camaroptère à dos vert *Camaroptera chloronota* F
 Nasique jaune *Macrosphenus flavicans* F
 Nasique grise *Macrosphenus concolor* F
 Erémomèle à tête brune *Eremomela badiceps* F, DP
 Crombec verte *Sylvietta virens* F, DP
 Crombec à gorge tachetée *Sylvietta denti* F
 Pouillot de l'Ouganda *Phylloscopus budongoensis* F
 Hyliote à dos violet *Hyliota violacea* F
 Hylia verte *Hylia prasina* F

Gobemouches

Gobemouche forestier *Fraseria ocreata* F
 Gobemouche à sourcils blancs *Fraseria cinerascens* FM
 Gobemouche gris *Muscicapa striata* ME
 Gobemouche de Cassin *Muscicapa cassini* R
 Gobemouche cendré *Muscicapa epulata* DP
 Gobemouches à pattes jaunes *Muscicapa sethsmithi* F
 Gobemouche ardoisé *Muscicapa comitata* F
 Gobemouche enfumé *Muscicapa infuscata* F
 Gobemouche à gorge grise *Myioparus griseigularis* F

Tchitrecs

Erythrocerque à tête rousse *Erythrocercus mcallii* F
 Tchitrec bleu *Elminia longicauda* DP
 Tchitrec du Congo *Terpsiphone rufocinerea* F, DP
 Tchitrec à ventre roux *Terpsiphone rufiventer* F

Bias et pririts

Bias écorcheur *Megabyas flammulatus* F
 Bias musicien *Bias musicus* DP
 Pririt châtain *Dyaphorophyia castanea* F
 Pririt à taches blanches *Dyaphorophyia tonsa* F
 Pririt à ventre doré *Dyaphorophyia concreta* F
 Pririt de Verreaux *Batis minima* F
 Pririt de Fernando Po *Batis poensis* F

FICHE N° 17

Concession : Ngoulmendjim		Nom du collecteur : Etie						
Date : 24/01/2018		GPS N° : Etie 1			Temps : Ensoleillé			
N°	Type de trace	Nombre	Espèce	N° point GPS	X	Y	N° Echant. ADN	Observation
1	Empreinte	24	Elephant	10	0673566	0045111	/	sur la route
2	rotte	2	Buffe	11	0673880	0045145	-	Récentes
3	Empreinte	16	Eleph.	12	0674064	0045035	/	Fraiches
4	rotte	8	Buffe	13	0674064	0045035	-	Vieilles
5	rotte	17	Buffe	20	0674815	0046318	/	Récentes & Vieilles
6	Empreinte	44	Elephant	21	0675232	0044027	/	Récentes
7	Empreinte	8	Elephant	22	0675702	0044675	/	Fraiches
8	rotte	17	Buffe	21	-11-	-11-	-	Vieilles & Récentes
9	Empreinte	38	Buffe	22	-11-	-11-	-	Fraiches
10	rotte	1	Elephant	23	0675936	0044748	-	Vieille
11	Empreinte	18	Elephant	24	0676117	0044738	/	Récentes
12	Empreinte	16	Buffe	25	0676294	0044782	/	Fraiche & Récentes
13	Empreinte	22	Elephant	26	0676666	0044630	/	Fraiches
14	rotte	3	Buffe	27	0676795	0044523	-	Vieilles
15	rotte	1	Elephant	28	0676753	0044423	/	Vieille
16	Observation	1	Eccoreuil	29	0676692	0044089	-	Solitaire
17	Empreinte	28	Elephant	30	0677235	0043975	/	Vieilles & Fraiches
18	Empreinte	4	Peters	31	0677271	0043913	/	Fraiches
19	rotte	1	Peters	32	0677296	0043883	-	Récente
20	Empreinte	56	Elephant	33	0677385	0043944	-	Sous un arbre fruitier
21	Empreinte	12	Buffe	34	0677479	0043770	-	Récentes
22	Empreinte	34	Elephant	35	0677470	0043684	/	Fraiche
23	rotte	3	Elephant	36	0677405	0043570	Ech. 04	Fraiche (1) & Vieille (1)
24	Empreinte	21	Pata	37	0677335	0043437	/	Fraiches
25	rotte	6	Pata	38	0677327	0043274	-	Récentes
26	Empreinte	4	Coblen	39	0677255	0043233	/	Fraiches
27	rotte	2	Eleph.	39	-11-	-11-	-	Vieilles
28	Observation	1	Eccoreuil	40	0677222	0043207	-	Solitaire
29	Empreinte	32	Eleph.	41	0677121	0043163	-	Récente
30	rotte	3	Eleph.	42	0677092	0043018	-	Récentes
31	rotte	2	Buffe	43	0677062	0042980	-	Vieilles
32	Empreinte	12	Buffe	44	0677043	0042959	/	Fraiches
33	rotte	1	Elephant	45	0677021	0042947	/	Récente
34	rotte	2	Peters	46	0676979	0042863	/	Récentes
35	Empreinte	6	Peters	46	-11-	-11-	-	Récentes

FICHE N° 17 (suite)

Concession : Ngoulmendjim		Nom du collecteur : Etienne						
Date : 24/01/2018		GPS N° : Etienne 1			Temps : Ensoleillé			
N°	Type de trace	Nombre	Espèce	N° point GPS	X	Y	N° Echant. ADN	Observation
1	Observat°	06	Noy blanc	47	0676847	0042844	-	Groupe sur 1 arbre
2	Observat°	1	Ecureuil	48	0676743	0042836	-	Solitaire
3	Empreinte	4	Peters	49	0676640	0042859	✓	Fraîches
4	Empreinte	16	Elephant	49	-11-	-11-	-	Récentes
5	Empreinte	18	Buffle	50	0676569	0042331	-	Récentes
6	Crotte	1	Eleph.	51	0676431	0042903	-	Vieille
7	Observat°	12	Noy blanc	52	0676365	0042365	-	Groupe sur 1 arbre
8	Empreinte	8	Eleph.	53	0676318	0042793	-	Fraîches
9	Crotte	2	Eleph.	54	0676352	0042728	-	Vieilles
10	Empreinte	8	C.bleu	55	0676941	0042708	-	Fraîches
11	Crotte	2	C.bleu	55	-11-	-11-	05	Fraîche + Vieille
12	Empreinte	28	Eleph.	56	0676980	0042661	-	Fraîches + Vieilles
13	Empreinte	18	loton	57	0676950	0042655	-	Fraîches
14	Crotte	4	Pata	57	-11-	-11-	-	Récentes
15	Empreinte	13	Eleph.	58	0677009	0042424	-	Récentes
16	Empreinte	8	Eleph.	59	0676976	0042825	-	Fraîches
17	Empreinte	59	Eleph.	60	0677018	0042312	-	sur un arbre
18	Observat°	13	Noy blanc	61	0677678	0043738	-	Groupe
19	Empreinte	34	Buffles	62	0677365	0043853	-	sur une zone où ils mangent
20	Empreinte	76	Elephant	62	-11-	-11-	✓	le terrain
21	Crotte	2	Elephant	63	0676763	0044006	-	Vieille
22	Crotte	2	Elephant	64	0676717	0043976	-	Récente
23	Empreinte	6	Eleph.	65	0676670	0043942	-	Fraîches
24	Empreinte	18	C.bleu	66	0676576	0043862	-	Récentes
25	Observat°	1	Ecureuil	67	0676485	0043961	-	sur un petit fruitier
26	Empreinte	8	C.bleu	68	0676900	0043943	-	Fraîches
27	Empreinte	12	Elephant	69	-11-	11-	-	Fraîches
28	Crotte	1	Peters	69	0676371	0043946	-	Récente
29	Crotte	1	Elephant	70	0676680	0044704	-	Vieille
30	Empreinte	18	C.bleu	71	0676912	0044866	-	Récentes
31	Empreinte	34	Eleph.	71	-11-	-11-	-	Récentes
32	Crotte	1	Eleph.	72	0672872	0044957	-	Vieille
33								
34								
35								

FICHE N° 18

Concession : Ngoulmendjim		Nom du collecteur : Etie						
Date : 25/01/2018		GPS N° : Etie 1			Temps : Emoleille			
N°	Type de trace	Nombre	Espèce	N° point GPS	X	Y	N° Echant. ADN	Observation
1	croûte	1	Elephant	72	0674179	0045084	-	Récente
2	Empreinte	16	Elephant	73	-11-	-11-	-	Fraîches
3	Empreinte	12	Peters	74	0674208	0045136	-	Fraîches
4	Empreinte	26	Elephant	74	-11-	-11-	-	Récentes
5	Empreinte	10	Peters	75	0674306	0045151	-	Récentes
6	Empreinte	19	Elephant	75	-11-	-11-	-	Fraîches
7	croûte	1	Elephant	76	0674505	0045133	-	Vieille
8	Empreinte	4	Corvidé	77	0674411	0045184	-	Fraîches
9	croûte	3	Elephant	78	0673398	0045050	-	Récentes
10	croûte	6	Buffle	78	0674213	0043413	-	Vieilles + Récentes
11	Empreinte	18	Buffle	78	-11-	-11-	-	Fraîches
12	croûte	1	Elephant	80	0673648	0042863	-	Vieille
13	croûte	3	Buffle	81	0673987	0042355	-	Récentes
14	Empreinte	22	Elephant	82	0674381	0042373	-	Fraîches
15	croûte	1	Elephant	82	-11-	-11-	-	Récente
16	Observation	1	Ecureuil	83	0675353	0042814	-	sur arbre fruitier
17	croûte	4	Buffle	84	0675565	0042583	-	Vieilles + Récentes
18	croûte	1	Elephant	84	-11-	-11-	-	Récente
19	Empreinte	32	Elephant	85	0675908	0042513	-	Vieilles + Fraîches
20	croûte	1	Buffle	86	0675864	0040378	-	Récente
21	Empreinte	18	Buffle	86	-11-	-11-	-	Récentes
22	Empreinte	13	Elephant	86	-11-	-11-	-	Fraîches
23	croûte	2	C. bleu	87	0675883	0040958	-	Vieilles
24	Empreinte	11	C. bleu	87	0675883	0040958	-	Récentes
25	Observation	1	Peters	88	0675368	0040943	-	Traverse la piste
26	croûte	1	Peters	89	0676022	0040920	-	Vieille
27	Empreinte	3	Corvidé	90	0675865	0040358	-	Fraîches
28	Empreinte	46	Elephant	91	0675822	0040927	-	Récentes + Fraîches
29	croûte	1	Elephant	92	0675741	0040915	-	Récente
30	Observation	1	Ecureuil	93	0675661	0040935	-	sur un liane
31	Empreinte	14	Elephant	94	0675606	0040331	-	Fraîches
32	croûte	8	Peta	95	0675477	0040917	-	Récentes
33	Empreinte	38	Peta	95	-11-	-11-	-	Récentes
34	Empreinte	42	Elephant	96	0675144	0040910	-	Récentes + Fraîches
35	croûte	2	Elephant	96	-11-	-11-	-	Récentes

FICHE N° 18 (suite)

Concession : Ngoulmendjim			Nom du collecteur : Etienne					
Date : 25/01/2018			GPS N° : Etienne 2			Temps : Emeraïdite		
N°	Type de trace	Nombre	Espèce	N° point GPS	X	Y	N° Echant. ADN	Observation
1	croûte	1	Éléphant	97	0675051	0040313	-	Vieille
2	Empreinte	8	Peters	98	0675027	0040314	-	Fraîche
3	croûte	1	Peters	98	0675027	0040314	-	Récente
4	croûte	1	Éléphant	99	0675336	0041717	-	Vieille
5	Empreinte	18	Éléphant	99	-	-	-	Récente
6	Empreinte	14	Peters	99	-	-	-	Fraîche
7	Empreinte	6	C. bleu	99	-	-	-	Fraîche
8	croûte	3	Éléphant	100	0675295	0041876	-	Récente
9	Empreinte	14	Éléphant	100	-	-	-	Récentes + Fraîches
10	croûte	3	buffle	101	0675084	0041960	-	Vieilles
11	Observation	8	Ny blanc	102	0675490	0041993	-	sur sable finier
12	Empreinte	18	Éléphant	103	0675639	0041966	-	Fraîche
13	croûte	1	C. bleu	104	0675739	0041962	-	Vieille
14	Empreinte	6	C. bleu	104	-	-	-	Fraîche
15	croûte	1	C. bleu	105	0675768	0041969	06	Fraîche
16	Observation	1	C. bleu	106	0675857	0041992	-	sur sable finier
17	Observation	2	Ecureuil	107	0675804	0041981	-	sur sable finier
18	croûte	1	C. bleu	108	0675939	0041985	07	Fraîche
19	Empreinte	16	Éléphant	109	0675975	0042005	-	Fraîche
20	croûte	1	Éléphant	110	0675002	0042439	-	Récente
21	Observation	10	Ny blanc	111	0674958	0042576	-	sur sable finier
22	Observation	3	C. bleu	111	-	-	-	sur sable finier
23	croûte	1	Peters	112	0674951	0042801	-	Vieille
24	Empreinte	26	Éléphant	113	0673713	0042766	-	Récentes + Vieilles
25	Empreinte	12	Peter	113	-	-	-	Fraîche
26	croûte	2	C. bleu	114	0673764	0042835	-	Récente
27	Empreinte	6	C. bleu	114	-	-	-	Fraîche
28	croûte	1	Éléphant	115	0673832	0042876	-	Vieille
29								
30								
31								
32								
33								
34								
35								

Concession : Ngoulmendjim			Nom du collecteur : Etienne et Fred					
Date : 26/01/2018			GPS N° : Etienne 1		Temps : Ensoleillé puis Pluie d'après-midi			
N°	Type de trace	Nombre	Espèce	N° point GPS	X	Y	N° Ech. ADN	Observation
1	Empreinte	18	Buffle	116	0673349	0042239	/	Récente
2	croûte	3	Buffle	117	0673378	0042235	/	Récente
3	Empreinte	26	Eléphant	118	0673323	0042004	/	Frais
4	croûte	2	Eléphant	118	-11-	-11-11-	/	Récentes
5	Observation	1	Ecureuil	119	0674395	0043337	/	sur arbre fruitier
6	Empreinte	8	Peters	120	0674868	0043371	/	Fraîches
7	Empreinte	12	Eléphant	121	0674710	0044119	/	Fraîches
8	croûte	1	Eléphant	121	-11-	11-	08	Fraîche
9	croûte	2	C. bleu	122	0674662	0044167	/	Vieilles
10	Empreinte	16	C. bleu	122	-11-	-11-	/	Fraîches
11	Empreinte	22	Eléphant	123	0674344	0044155	/	Récentes
12	croûte	1	Eléphant	124	0674157	0044080	/	Vieille
13	Observation	1	C. bleu	125	0674052	0044069	/	sans arbre fruitier
14	Solitaire	8	bovile	126	0673395	0044163	/	Frais
15	croûte	12	bovile	126	-11-	-11-	/	Récentes
16	croûte	3	Buffle	127	0672534	0044321	/	Récentes
17	croûte	1	Eléphant	128	0672135	0045086	/	Récente
18	croûte	4	Buffle	129	0672163	0045116	/	Vieilles
19	Empreinte	16	Buffle	129	-11-	-11-	/	Récentes
20	croûte	5	Buffle	130	0672138	0045201	/	Vieilles
21	croûte	7	Buffle	131	0672056	0045328	/	Récentes
22	Empreinte	32	Buffle	131	-11-	11-	/	Récentes
23	croûte	13	Buffle	132	0671366	0045301	/	huiles + récentes
24	croûte	16	Buffle	133	0671829	0045228	/	Vieilles
25	Empreinte	26	Eléphant	134	0671635	0045206	/	Fraîches
26	Empreinte	18	Buffle	134	0671635	0045206	/	Fraîches
27	croûte	1	Eléphant	135	0671605	0045051	/	Récente
28	Empreinte	18	Eléphant	136	0671431	0045086	/	Fraîches
29	Observation	1	Peters	137	0671207	0045175	/	Transmise la route
30	croûte	15	Potamo	138	0670364	0045113	/	Récentes + Vieilles
31	Empreintes	26	Potamo	138	-11-	-11-	/	Récentes
32	croûte	1	Eléphant	139	0670731	0045083	/	Vieille
33	croûte	1	Eléphant	140	0670592	0045075	/	Récente
34	croûte	6	Buffle	141	0670514	0044387	/	Récentes
35	Observation	1	Ecureuil	142	0670403	0045015	/	Solitaire

FICHE N° 19 (suite)

Concession : Ngoulmendjim		Nom du collecteur : Etienne & Fred						
Date : 26/01/2018		GPS N° : Etienne 1		Temps : Brodeille puis pluie & après-midi				
N°	Type de trace	Nombre	Espèce	N° point GPS	X	Y	N° Echant. ADN	Observation
1	rotte	2	Peters	143	0670326	0044845	—	Récente
2	Empreinte	12	Éléphant	144	0670375	0044630	—	Fraîches
3	rotte	1	Éléphant	145	0670560	0044673	—	Vieille
4	rotte	3	Patame	146	0670773	0044262	—	Récente
5	Empreinte	16	Buffle	147	0671022	0044119	—	Récentes
6	Empreinte	8	Éléphant	148	0671081	0044090	—	Fraîches
7	Empreinte	6	Peters	149	0671077	0044070	—	Fraîches
8	rotte	2	Peters	149	-11-	-11-	—	Récentes
9	Observation	1	Peters	150	0671135	0044081	—	sur la route
10	rotte	2	Éléphant	151	0671210	0043868	—	Vieille
11	rotte	8	Buffle	152	0671306	0043603	—	Récentes
12	rotte	4	Patam	153	0671709	0043131	—	Vieilles
13	Empreinte	23	Patam	153	-11-	-11-	—	Récentes
14	rotte	1	Éléphant	154	0671904	0043126	—	Vieille
15	Observation	1	Écureuil	155	0671959	0043087	—	Solitaire
16	Empreinte	28	Éléphant	156	0672088	0042996	—	Récentes + Fraîches
17	rotte	1	Éléphant	157	0672177	0043011	—	Récente
18	rotte	3	Buffle	157	-11-	-11-	—	Récentes
19	Empreinte	8	Buffle	158	0672264	0043018	—	Récentes
20	rotte	2	Buffle	159	0672341	0043014	—	Vieilles
21	rotte	1	Éléphant	159	0672341	0043014	—	Vieille
22	Empreinte	19	Éléphant	160	0672383	0043024	—	Fraîches
23	rotte	2	Cherrotan	161	0672234	0041978	—	Récente
24	Observation	1	Cherrotan	162	0672123	0042023	—	Dans un trou
25	Empreinte	12	Éléphant	163	0672082	0042027	—	Fraîches
26	rotte	1	Éléphant	164	0672035	0042006	—	Récente
27	rotte	2	Peters	165	0671897	0041980	—	Vieilles
28	rotte	1	C. bleu	166	0672093	0042011	—	Récente
29	Empreinte	10	C. bleu	166	-11-	11-	—	Fraîches
30								
31								
32								
33								
34								
35								

Pour rappel, l'écriture des noms d'espèces répond à des règles de convention (nom de genre en premier et en italique avec une majuscule, nom d'espèce en deuxième en italique avec une minuscule). A cela, des abréviations sont ajoutées, comme dans le cas de nouvelles espèces. C'est le cas ici de l'abréviation « cf. » qui correspond à l'abréviation de « confer » (= traduction en anglais du mot « conférer »). Cette abréviation indique la description d'une nouvelle espèce dont les caractéristiques (anatomiques et/ou génétiques) sont similaires à une espèce déjà décrite. Autre abréviation utilisée dans le présent rapport, « sp. » qui répond à « species » (= traduction anglaise du mot « espèces »). Cette abréviation désigne un spécimen dont le genre a été déterminé mais pas l'espèce.

Flore

◆ *Epistemma* sp. nov. ined. (Apocynaceae)

Description. Liane ligneuse épiphyte de 10-15 m de haut, aux feuilles pseudo-verticillées à l'apex de la tige, elliptiques, courtement acuminées, coriaces, à la nervure principale saillante sur la face supérieure. Inflorescence terminale, sphérique, aux nombreuses fleurs en cupule, brun ocracé à rose saumon. Corolle pubérulente, à poils glandulaires épars, lobes largement triangulaires. Couronne à appendice étalés.



Phénologie. Cette espèce a été trouvée en fleurs en novembre, selon la seule récolte connue.

Distribution. Endémique du Gabon. Cette espèce a été récoltée une seule fois par E. Bidault (numéro 3535) en 2017, sur les rives du Komo dans les Monts de Cristal.

Habitat. Cette espèce a été trouvée dans une forêt de terre ferme sur pente, à 600 m du Komo, et à 520 m d'altitude.

Statut de conservation. CR B2ab(ii,iii,iv,v)+D. Cette espèce est connue d'un unique spécimen, collecté dans la concession SEEF des Monts de Cristal, à l'extérieur du Parc National (Figure 124). Nous estimons que la sous-population correspondant à ce spécimen est extirpée, étant donné que le seul individu connu de l'espèce a été récolté comme épiphyte sur un arbre abattu pour la construction de la route du barrage. On peut estimer que l'AOO de cette espèce, basé sur les connaissances actuelles, est limitée à quelques m², ce qui tombe sous la limite de la Catégorie « En Danger Critique » selon le Critère B. N'étant connue que d'une seule sous-population, l'EOO n'est pas calculable. L'espèce est donc menacée par l'exploitation forestière en cours à la SEEF – Monts de Cristal, et par le projet de barrage de Ngoulmendjim, en particulier par l'ouverture de nouvelles routes. La seule sous-population connue a été échantillonnée dans un chablis créé par l'ouverture récente d'une route et pourrait donc avoir disparue, entraînant une diminution de son AOO, sa population et la qualité de son habitat. L'espèce est de plus connue par moins de 50

individus. *Epistemma* sp. nov. ined. est donc évaluée comme CR B2ab(ii,iii,iv,v)+D selon les Catégories et Critères de la Liste Rouge de l'UICN.

Note. Cette espèce nouvelle diffère de toutes les autres du genre *Epistemma* par la corolle brun ocracé (au lieu de pourpre ou vert/jaune chez les autres espèces) et par les appendices de la couronne qui sont étalés, et non dressés au-dessus des étamines. Le genre *Epistemma* est composé de 4 autres espèces : *E. assianum* (Guinée, Côte d'Ivoire, Ghana) et *E. neuerburgii* (Rwanda, Ouganda) qui sont des épiphytes, et *E. rupestre* (Cameroun, Gabon) et *E. decurrens* (nord Cameroun) qui sont des lithophytes. Cette nouvelle espèce est donc la seule du genre à être épiphyte, au Gabon. La plupart des espèces d'*Epistemma* sont très peu collectées, à part *E. rupestre* qui est assez commun sur les inselbergs. Elle devrait faire l'objet de recherches ciblées, car la découverte de nouvelles sous-populations sur ou en-dehors de l'empreinte du projet nous amènerait à réévaluer son statut UICN vers une catégorie moins menacée. De plus, de par son habitus de liane épiphyte, il est probable qu'elle soit largement sous-collectée.



Carte de localisation de la sous-population d'*Epistemma* sp.

◆ *Palisota plicata* sp. nov. ined. (Commelinaceae)

Description. Herbe rampante et décombante aux tiges érigées sur \pm 10-15 cm de hauteur, formant des petites populations grégaires en tapis. Tiges charnues, feuilles alternes, en spirale le long de la partie aérienne de la tige et pseudo-verticillées au sommet ; gaine formant un renflement blanc verdâtre à la base ; pétiole nul ou sub-nul ; limbe obovale à obovale-elliptique, $16-31 \times (3,5-5)$, 5-10 cm, longuement décurrent à la base, plissé, aux marges serties d'une fine pubescence rousse apprimée, à la nervation secondaire proéminente sur les deux faces. Inflorescences strictement axillaires, sur la partie aérienne des tiges, érigées, 3-5 cm de longueur, simples ; cincinni à \pm 6 fleurs à anthèse décalée, mais plusieurs cincinni pouvant fleurir en même temps. Fleurs 9-10 mm de diamètre, blanches sur pédicelle spiralé après floraison, aux tépales réfléchis lors de la floraison, refermés après floraison. Étamines 3, inégales, érigées, à filaments blancs, l'inférieure plus ferme. Fruits irrégulièrement en forme de petits piments, verts puis rouge vif.



Phénologie. D'après les spécimens récoltés, cette espèce a été collectée en fleurs et en fruits en novembre.

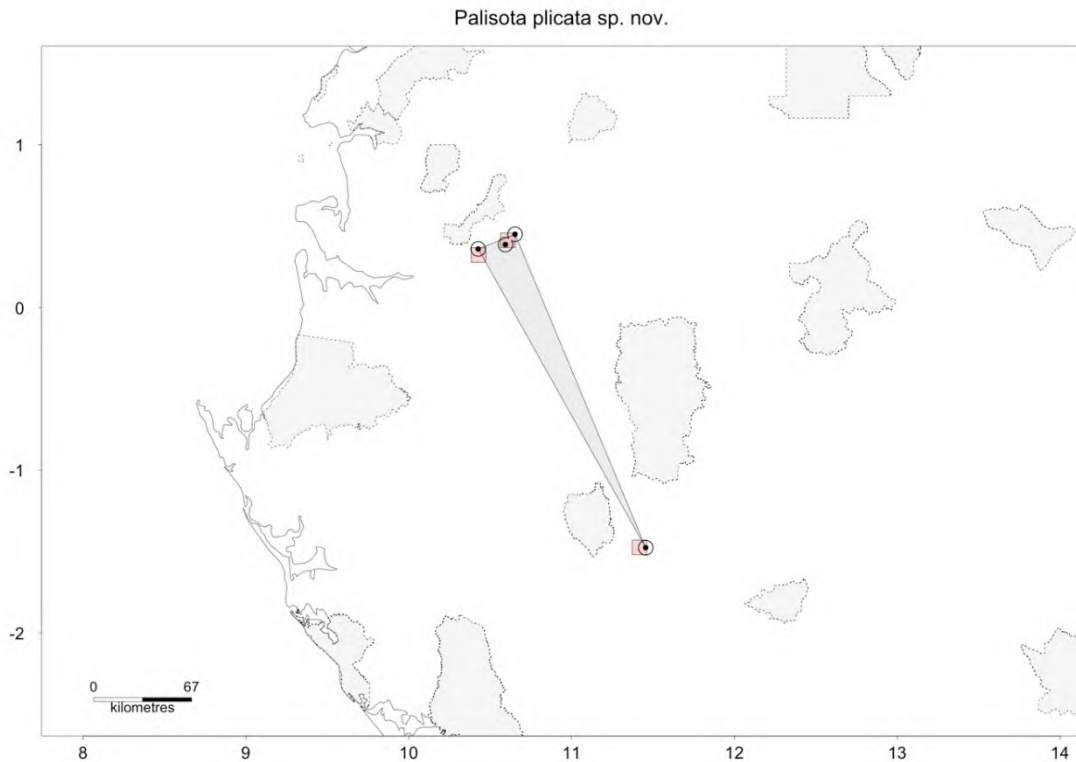
Distribution: Endémique du Gabon. Cette espèce est connue de 4 spécimens, dont trois dans les Monts de Cristal, et un dans la Ngounié. La première collecte a été effectuée en 1994 entre Etéké et Ovala dans la Ngounié par J. Wieringa (3112), mais ce n'est qu'avec les récoltes de Bidault *et al.* (3514, 3561 et 3576) en 2017 dans les Monts de Cristal que cette espèce a été identifiée comme nouvelle. Les trois récoltes ont été faites sur le site du futur barrage de Ngoulmendjim.

Habitat. Cette espèce a été trouvée dans les forêts de terre ferme matures ou secondaires anciennes, sur pente, ou en bord de rivière. Son amplitude altitudinale connue est de 130 à 750 m.

Statut de conservation. EN B1ab(i,ii,iii,iv,v)+B2ab(i,ii,iii,iv,v). Cette espèce est connue de 4 spécimens, dont 3 des Monts de Cristal et un dans la Ngounié (Figure 132). Nous estimons que les sous-populations correspondant à ces spécimens ne sont pas extirpées, étant donné leurs dates récentes de collecte (1994 et 2017). Considérant une résolution de 4 km² par cellule, l'AOO estimée est de 16 km², et l'EOO est de 3124 km², ce qui tombe sous la limite de la Catégorie « En Danger » selon le Critère B. Les 4 spécimens représentent 4 sous-populations. Bien que les trois sous-populations échantillonnées dans les Monts de Cristal soient très proches, elles représentent des *locations* différentes car elles sont caractérisées par des menaces différentes. L'une se situe à proximité directe du site de construction prévue du barrage de Ngoulmendjim, et sera fortement impactée par ce projet. La seconde se situe le long de la route de la SEEF menant du débarcadère au site du barrage, et est menacée par l'exploitation forestière en cours, et les travaux futurs liés au projet de barrage. La dernière sous-population des Monts de Cristal se situe hors de l'empreinte du barrage, mais sur la concession forestière de la SEEF, et est donc menacée par cette activité. Enfin, la sous-population de la Ngounié ne se situe pas dans une aire protégée, et est elle aussi menacée par l'exploitation forestière. Ces quatre sous-populations représentent donc 4 *locations* (sensu UICN). Ainsi, nous prévoyons un déclin futur de son AOO, EOO, nombre de sous-populations, population, et de la qualité de son habitat. Cette espèce est donc évaluée comme EN B1ab(i,ii,iii,iv,v)+B2ab(i,ii,iii,iv,v) selon les Catégories et Critères de la Liste Rouge de l'UICN.

Note: Cette espèce a été collectée pour la première fois en 1994 mais a été confondue avec une autre espèce du genre, *P. satabiei*. Le genre *Palisota* a été sous-étudié au Gabon, où se situe pourtant son centre de diversité, avec le Cameroun. Sa taxonomie difficile et les fleurs discrètes du groupe des espèces rampantes expliquent que de nombreux taxons restent à découvrir, tant sur le terrain que dans les herbiers historiques, comme c'est le cas pour *P. plicata*. La rédaction du volume de la Flore du Gabon sur la famille des Commelinaceae est en cours, ainsi qu'un article décrivant cette espèce, parmi d'autres découvertes au Gabon et au Cameroun. *P. plicata* n'a pour l'instant pas été collecté en Guinée-Équatoriale, mais pourrait s'y trouver. Sa découverte récente dans la partie sud-est des Monts de Cristal, ainsi que sa présence dans la Ngounié et sa floraison

discrète, indiquent qu'elle est probablement sous-récoltée, et que de nouvelles sous-populations pourraient être découvertes. Cette espèce devrait être recherchée ailleurs sur et autour de l'empreinte du barrage de Ngoulmendjim.



Carte de localisation des 4 sous-populations connues de *Palisota plicata* sp. nov. ined

◆ *Mostuea* sp. nov.

De la Famille des Gelsemiaceae, elle a été recensée sur 4-5 stations entre le Gabon, la Guinée Equatoriale et le Nigéria (?). Son habitat est les forêts de terre ferme dégradée.



La population échantillonnée dans le bassin de la Tsibilé à la même altitude lui ressemble, mais il n'est pas certain qu'il s'agisse de la même espèce : les individus collectés présentent une nageoire gris noirâtre. Il pourrait s'agir d'une espèce non décrite du groupe *cameronense*.



◆ *Epiplatys cf ansorgii* (Boulenger, 1911) (Aplocheiliidae)

Cette espèce a été pêchée dans des petits cours d'eau de faible altitude de la zone d'étude. Les individus collectés d'*Epiplatys* présentent des barres transversales intermédiaires, pattern caractéristique du groupe *E. ansorgii*. Il s'agit sans doute d'une population de ce groupe polyspécifique complexe et encore mal connu. Uniquement des femelles comme celle de la figure ci-après ont été trouvées. Elles se distinguent d'espèces aux caractéristiques morphologiques proches par la présence de barres transversales plus fines intercalées entre les larges bandes sombres des flancs.



◆ *Epiplatys cf multifasciatus* (Boulenger, 1913) (Aplocheiliidae)

Quelques populations d'*Epiplatys* de la zone d'étude présentent non pas 6, mais 8 ou 9 larges barres verticales. Ils sont rattachés temporairement à *E. multifasciatus* de RDC, mais il s'agit plus probablement d'une espèce non décrite.



◆ *Aplocheilichthys* sp. Avébé (Procatopodidae)

Cette espèce de petite taille et peu colorée a été collectée en eau douce, dans le bassin inférieur de l'Avébé et dans le Komo ; initialement (rapport à mi-parcours) placée dans le genre *Micropanchax*, mais les analyses ADN menées par l'ISEM ont montré qu'il s'agit d'une espèce non décrite du genre *Aplocheilichthys*.



◆ *Plataplochilus* sp. Avebe (Procatopodidae)

Cette espèce de petite taille, peu colorée, a été pêchée dans le bassin inférieur de l'Avébé, le long de la piste Kingué / Song, ainsi que dans une petite rivière presque stagnante de la route menant au bac permettant d'accéder à la concession de la SEEF, et qui appartient également au bassin de l'Avébé.



◆ *Plataplochilus* sp. Komo (Procatopodidae)

Espèce trouvée que dans la vallée de la Ndoua, un affluent de la rive gauche du Komo à l'est de Kango (hors zone d'impact du projet) en cherchant un accès au cours inférieur du Komo. Elle semble en tous points semblable à une espèce non décrite identifiée lors d'une mission antérieure dans la région de Kango. La figure ci-dessous correspond à un jeune mâle.

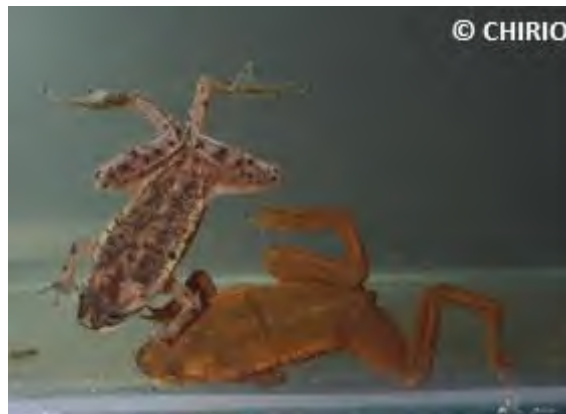


Amphibiens

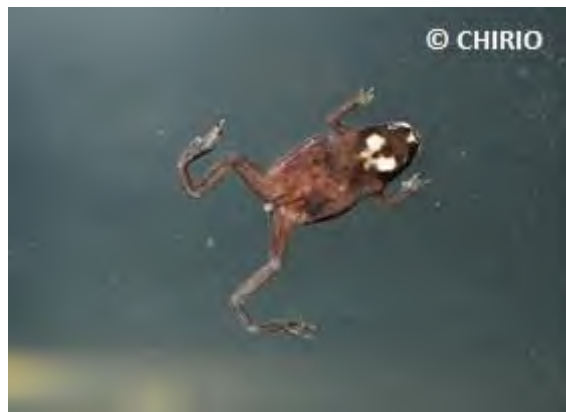
◆ *Hymenochirus* sp.

Dans un trou d'eau de la Tsibilé a été trouvé un individu très différent de l'espèce *Hymenochirus boettgeri* abondant sur la zone d'étude. Toutefois, l'individu trouvé est de couleur gris tacheté et semble appartenir à une espèce distincte.

Egalement, ont été collectés des jeunes métamorphosés à coloration très particulière sans qu'il soit possible de savoir à quelle forme les rattacher.



Hymenochirus sp. (en haut) présente un corps plus allongé et une coloration très différente de celle de *H. boettgeri* (en bas)



Ce jeune *Hymenochirus* récemment métamorphosé présente une coloration originale ; seules des analyses ADN permettront de savoir à quelle forme adulte le rattacher

**Annexe XXII : ATELIER MI-
PARCOURS : Compte-rendu et liste de
présence**

Compte rendu de réunion

Projet	FGIS/ERANOVE : Etude de l'état initial du Milieu Naturel des Sites de Ngoulmendjim et Dibwangui
Sujet	Atelier de restitution à mi-parcours (6 mois) : présentation des résultats préliminaires
Auteur	Amélie MORIN
Date/heures de réunion	22/01/2017 8h30 – 12h30
Lieu	Hôtel Palm d'Or
Personnes présentes	Voir liste de présence annexée

Le Secrétaire Général du Ministère de l'Energie a ouvert la séance par un mot de bienvenue.

Suite à une pause-café, M. MASSILA AKENDENGUE, coordonnateur de Projets de GPC, filiale du FGIS, a présenté les principaux acteurs ainsi que les deux projets d'aménagement hydroélectrique de Ngoulmendjim et Dibwangui dans leur ensemble et de manière succincte.

S'en est suivi la présentation des résultats à mi-parcours de l'étude du milieu naturel desdits sites par Mme MORIN, chef de projet du bureau d'études TERE A, en charge de l'étude.

Une séance de questions réponses est venue clore la séance, et est résumée ci-après :

THEMES ABORDES	REPONSES	INTERVENANT
Zones d'emprise de l'étude du milieu naturel	<p><u>Réponse apportée par TERE A :</u> L'étude du milieu naturel sur chacun des sites a été menée sur la zone d'impact potentielle des projets (cours d'eau concernés, affluents éventuels, emplacements des infrastructures, etc.) et qui varie en fonction des paramètres étudiés (eau, grande faune, etc.).</p> <p>Lorsque cela a été possible, les experts ont porté leur inventaire au-delà de cette zone d'étude afin d'avoir des éléments de comparaison.</p>	WWF
Débit des 2 rivières concernées	<p><u>Réponse apportée par GPC / FGIS :</u> A Ngoulmendjim, le Komo a un débit moyen de 45 m³ / sec. A Dibwangui, la Louétsi a un débit moyen de 60 m³ / sec.</p>	WWF
Normes SFI	<p><u>Réponse apportée par TERE A :</u> L'étude a pour objectif de répondre aux normes SFI à la demande du Client. De plus, cette étude à terme doit constituer le volet « état initial » du milieu naturel de l'étude d'impact.</p> <p><u>Réponse apportée par le Consortium FGIS / ERANOVE :</u> Ce point est une exigence des bailleurs de fonds.</p>	WWF
Devenir des espèces nouvelles / espèces endémiques	<p><u>Réponse apportée par TERE A :</u> L'objectif de la présente étude est de faire un état des lieux neutre. Cette étude ne peut répondre à cette question, qui sera adressée au moment de l'étude d'impact.</p> <p><u>Réponse apportée par le Consortium FGIS/ERANOVE :</u> On a constaté à Petit Saut, lors de la mise en eau de la retenue, un déplacement des poissons fuyant les zones où la qualité de l'eau était mauvaise. Ils ont ainsi remonté, en grand nombre, les affluents du lac et le tronçon amont de la rivière sur laquelle est implanté le barrage. Dans la retenue, après le remplissage, on pouvait observer des poissons dans les</p>	ANPN

	couches de surface oxygénées (50 cm la 1 ^{ère} année en Guyane).	
Méthodologie pour l'étude des GES / du mercure Prise en compte ou pas des forêts inondables, des zones brûlées, des bois morts, etc.	Réponse apportée par le Consortium FGIS/ERANOVE : Le retour d'expérience d'ERANOVE depuis les années 90 permet d'expliquer l'intérêt de compléter les mesures par des prélèvements de poissons prédateurs dans le but de déterminer ou non la présence de mercure organique (phénomène de bioaccumulation). Par ailleurs, les expériences passées (Guyane française, Laos, etc.) ont testées la pertinence de retirer ou non les arbres présents, la litière également. De plus amples détails ont été apportés par M. GREGOIRE : le fait de retirer la biomasse du sol (litière) également permet de minimiser considérablement les problèmes sur la qualité des eaux. Dans le cas présent, avant la mise en eau, une partie des arbres sera coupée. Les discussions ont débuté avec la Direction Générale des Eaux et Forêts sur ce sujet.	DGEPN
Influence du rouissage du manioc sur les communautés benthique	Réponse apportée par TERE A : Les communautés de macrofaune benthique sont plus riches en diptères au niveau des stations faites aux alentours du village. La pratique de tremper les tubercules de manioc dans la rivière par les communautés locales n'est qu'une hypothèse d'explication. Ce n'est pas l'objectif toutefois de l'étude d'y répondre.	DGEPN
Eventuels problèmes rencontrés lors des mesures de la qualité des eaux et des débits	Réponse apportée par TERE A : Aucun problème particulier lors des prélèvements d'eau n'a été rencontré si ce n'est peut-être des aspects logistiques liés à l'accès. Le matériel fonctionnait parfaitement bien.	
Matière en suspension, pièges à sable	La DGEPN indique qu'il serait pertinent de prendre en compte dans l'étude les matières en suspension en le traduisant en termes de charge. Réponse apportée par le Consortium : Les MES ont été prises en compte dans les mesures sur l'eau.	DGEPN
Partage des données	Pour une meilleure préparation, et un meilleur accompagnement, la DGEPN a formulé le souhait de pouvoir avoir accès aux données (comme notamment ce qui concerne les Killys qui sont des biomarqueurs) et au rapport	DGEPN
L'assistance a été par la suite conviée à un déjeuner, sur place, à l'hôtel du Palm d'Or.		



FEUILLE DE PRESENCE

Réunion : Restitution mi parcours de l'étude initiale du milieu naturel réalisée par TEREA

Date : 22 janvier 2018 de 8h30 – 12h30 - Lieu : Hotel Palme d'Or - Libreville

N°	NOMS + PRENOMS	ENTITE	FONCTION	COORDONNEES (Tel / mail)	SIGNATURE
1	DENARQUE Benoit	TEREA	DG	b.denarques@Gkema.int 0716 46 86	
2	ALFRED ALCORANNA	STET / GENARIST	DG	07.99.55.78 ngoumndj@yahoofr	
3	OSLISLY Richard	A.N.P.N	R.P.	04.64.5816 mosily@parisgenie.fr	
4	Willy DONS	L'union	Technicien	05 11 97 03 w.dons@univ-lyon2.fr	
5	Mami-Claire PATE	The Natis Company	Directeur	07 150294 mcpas@dnv.org	
6	Margaret TRIAS	golber	Specialiste env./energie	Margaret_Trias@ golber.com	
7	EKAGHISA SONIA	A.N.P.N	ASSTANT S.E.P	04.24.41.78 mosekugh@yahoofr	



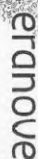
N°	NOMS + PRENOMS	ENTITE	FONCTION	COORDONNEES (Tel / mail)	SIGNATURE
8	MINTOIS NIGELIA Rouverte	TEREA	Charge de mission en suivi-conseil	04 29 93 318 n.mintois@eranove.com	
9	AZIEF Roger-F	ANPN	Chef de service pour les missions de suivi-admission	07 08 35 37 r.azief@anpn.org	
10	JUSTONGUE Ian	DGEPN	Charge d'Etat	07 35 43 18 ianjustongue@guadeloupe.gouv.fr	
11	BOYONNE MBOYI BOA GEORGES	DGEPN	CHARGE D'ETAT	07 35 43 18 georgesboyonne@guadeloupe.gouv.fr	
12	REMPEREY LOBERT Jean-Kenny CA	DEPM	Charge d'Etat	02 98 60 00 00 jean-kenny.remperey@paris.fr	
13	OBANE REVALE Edwige Cyprien	DGEBESPE	CHEF DE SERVICE PRODUCTION DE L'ETAT	07 46 44 00 edwige.obane@st-martin.gouv.fr	
14	ABAYI Charline	WCS	Coordinatrice Adm Chargee de la Com	07 47 10 38 cabayi@wcs.org	
15	DIGOULA Carine	WCS	Assis/taute de recherche LEM/SMART	04 73 19 63 digoula.carine@yveso.fr	

N°	NOMS + PRENOMS	ENTITE	FONCTION	COORDONNEES (Tel / mail)	SIGNATURE
16	Prisme IDIATHA	ARSON ECO	Journaliste	07334920 idiyatha@gmail.com	
17	Akou Yaie JOBIN	Economie Gabon +	Journaliste	05301880 annemarie.jobin@economie-gabon.com	
18	Patrick - ANGO	Tv5monde	Journa liste	6607662	
19	Ramela EROT	NET	SP	epolpamand@yaho.fr 06065895	
20	KASSA Sabine	DGE	Chargée d'études	subymag@yaho.fr 06051255	
21	MASSELE SOUMBA Admora	DE / DGE		jesicaeluvre@gmail.com 06751480	
22	ANGOU FRANCOIS	DENR / DGE	Chf de services	06642212	
23	NGATHALEGOU Mgalboul	DE / DGE	Chf de service	09962175	

N°	NOMS + PRENOMS	ENTITE	FONCTION	COORDONNEES (Tel / mail)	SIGNATURE
21	EBEA OKORO Clivia	DGE/DENR	Ingénieur	07 33 83 13 maxebia@yaho.fr	
25	DBAYE GIGAMES H ROSONY	DGE/DENR	Ingénieur	06 06 73 01 rosnyebay@yaho.fr	
26	BOLBO TSAMBA KALIXTE Amed	DGFAP/DAPP	Ingénieur	07 91 27 29 calixtebolbo@yaho.com	
27	ANVANE-OBAME JUDICIELLEME E.	MEE/DMEA	Ingénieur adj	04 47 34 41 anvanee@yaho.fr	
28	DIKUMA Alexis-Léandre	DGE/CSRD	Chf de service	06 11 75 86 al.okeuma@yaho.fr	
29	FRUTHAS BIRYRIBA FRED	DGE/CE	charge d'étude	fed.pourthas@yaho.com	
30	ESSOND EITA Hubert Nax	DGE/ATF	ATF	05 80 73 14 04 59 42 25 maxwell.essond@gmail.com	
31	NABELE ABANGA Jean Marie	DGE/DGE/SDE	chef Service	07 85 56 82 jule.abele@yaho.fr	

N°	NOMS + PRENOMS	ENTITE	FONCTION	COORDONNEES (Tel / mail)	SIGNATURE
32	MEGNE NG LILANE	DGEPN	CE	01919305 magneng@yaho.com	
33	BOUANGA Estelle	DGF	Banquet d'Etudes	06-23-113-19 bouangabou@yaho.com	
34	ANATHY STEERE Wilson	DGEA	C.E	01 20 70 90 pustysmz.fr	
35	Geneve HASSAVALA	WUF	Representant DN-WUF	06.54.89.70 emassavala@wuf.gov.gn	
36	Eugene NBOING	WUF	Asp BR	andang@wuf.gn	
37	Zouye BRENDEUR	DGE	Chargée Etude	06 41 48 19 Zouye@yaho.com	
38	NDAYI ZITA OUSA	DGE	Ingenieur	06 06 82 79 DNH@salin@yaho.com	
39	EYONE HVE HATCHA	DGE	Ingenieur	07541245 hatcha_eyonemie@yaho.com	

N°	NOMS + PRENOMS	ENTITE	FONCTION	COORDONNEES (Tel / mail)	SIGNATURE
40	Tchikaya FRAMINE	DGE	Ingenieur	02-35-18-17 framine.78@yahoo.fr 05 809814 04 594229 maxwell1975@gmail.com	
41	ESSONO ELLA Herbert Nak	DGE	AEF	07 85 66 88 herbertessono@yahoo.fr	
42	NBELE Jean Marie	DGE	chef Service	079-19305 megneng@yahoo.com	
43	MEGNENG LILIANE	DGEPN	CE	06-23-113-19	
44	BOUANGA Estelle	DGF	Chargée d'études	bouangestelle@yahoo.fr	
45	GRECOIRE Alain	ERARNOVE	Consultant	+33 676 24 26 26 alaingrecoire@yahoo.fr	
46	PAULON Idemard LANDRY	DGEPN	Chef de service	04.13.96.800 paulon-landry@yahoo.fr	
47	MART ARISTIDE	Dé Energie	DG	ausangou@yahoo.fr	



N°	NOMS + PRENOMS	ENTITE	FONCTION	COORDONNEES (Tel / mail)	SIGNATURE
56	MORIN Amélie	TEREA	Chargée de projet	06 45 56 28 a.morin@terea.net	
48	NGO HO Bongcan	DGE/MEF	DGA	06 45 56 28 branguho@yaho.fr	
49	YKS Patrick	DGE/MEF	DR	06 27 82 60 yals@yaho.fr	
50	MANKASSA MBOURILI	DGE/MEF	DENR A	06 64 86 02 mankassad@yaho.fr	
51	DGNANSSI LEMMAS	Kilimied	DGE/INRA	lendibib@yaho.fr	
52	KOUTOBA Daa de	ERANOVE		Kawan Daa de@yaho.fr	
53	DE KEROU Nave	ERANOVE	Rep DD	75284420 n.dekerou@eranova.com	
54	SILVE ZAMLO	ERANOVE	Direct Projet	06 83 53 31	

55 MASSICA
AKENDENGNE

Daa de Lin

FMS/GPC

MANASSICA GPC - Jaban - Cam
07 48 44 40

Annexe XXIII : ATELIER FINAL :
Compte-rendu et liste de présence

Projet	Consortium FGIS/ERANOVE : Etude de l'état initial du Milieu Naturel des sites de Ngoulmendjim et Dibwangui
Sujet	Atelier de restitution final (12 mois) : présentation des résultats

Auteur	Amélie MORIN
Date/heures de réunion	12/07/2018 8h30 – 12h30
Lieu	Hôtel Palm d'Or

Personnes présentes	Voir liste de présence en Annexe 4
----------------------------	------------------------------------

L'Administrateur Directeur Général du Fonds Gabonais d'Investissements Stratégiques (le FGIS) a ouvert la séance par un mot de bienvenue (Annexe 1), puis a donné la parole à M. le Ministre de l'Eau et de l'Energie (Annexe 2).

Suite à une pause-café, la présentation des résultats de l'étude de l'état initial du milieu naturel des sites de Ngoulmendjim et de Dibwangui a été réalisée par Mme MORIN, chef de projet du bureau d'études local TEREA en charge de l'étude.

Une séance de questions réponses s'en est suivie avant de clore la séance. Les points soulevés sont résumés ci-après :

THEMES ABORDES	REPONSES	INTERVENANT
Carbone / biomasse : pourquoi ce paramètre n'a pas été étudié durant cet état initial ?	<p><u>Réponse apportée par TEREA :</u></p> <p>Le mandat de TEREA fixé par le Consortium ne concernait que la fourniture de données de base à l'évaluation de la biomasse.</p> <p><u>Réponse apportée par le Consortium :</u></p> <p>Le Consortium apporte une attention particulière à la lutte contre le réchauffement climatique.</p> <p>L'évaluation de l'impact des projets en matière d'émission de Gaz à Effet de Serre est prévue dans le périmètre de l'étude d'impact environnemental et social qui sera menée par Artelia.</p> <p>Le stock de carbone associé à chaque source de matière organique sera déterminé à partir de valeurs de référence et le stock de carbone total disponible sera ainsi quantifié pour différents scénarios de déboisement.</p> <p>Une estimation de production de méthane et de gaz carbonique sera réalisée par la méthode la plus appropriée, en fonction des informations disponibles et des caractéristiques des réservoirs. De plus, une comparaison sera faite de la production de carbone de chaque retenue avec les alternatives à la production d'énergie hydraulique que sont les centrales à charbon, les centrales à pétrole et les centrales à gaz.</p> <p>En parallèle, une étude sur l'évaluation des possibilités de revente de crédits carbone est en cours.</p>	IRET DGEPN

THEMES ABORDES	REPONSES	INTERVENANT
<p>Cadre juridique et normatif encadrant des travaux de recherche : diffusion des / accessibilité aux données ?</p>	<p><u>Réponse apportée par TEREA :</u></p> <p>Le cadre qui régit les autorisations de recherche correspond au manuel de « Procédures d'obtention d'une Autorisation de Recherche sur le territoire du Gabon, Parcs nationaux et zones tampon inclus » que TEREA a suivi pour la demande d'autorisation de recherche formulée auprès de l'autorité en charge, à savoir le CENAREST.</p> <p>Ce texte prévoit qu'un rapport soit déposé au CENAREST (et à l'ANPN si le travail concerne un Parc National ou une Zone Tampon).</p>	DGEPN
<p>Lien entre le présent état initial et l'EIES à venir, qui comporte un chapitre « état initial du milieu naturel » : ce travail sera-t-il refait par le bureau en charge de l'EIES ?</p>	<p><u>Réponse apportée par le Consortium :</u></p> <p>Ce sont les données du présent état initial dressé par TEREA, sur l'ensemble des cycles saisonniers, qui vont alimenter le chapitre correspondant de l'EIES à venir.</p>	DGEPN
<p>Eaux :</p> <ul style="list-style-type: none"> - étude hydrologique ? - étude biologique qui couvre toutefois le suivi de la qualité des eaux ? 	<p><u>Réponse apportée par le Consortium :</u></p> <p>Plusieurs études ont été, ou sont, lancées par le Consortium de manière séparées pour plus d'efficacité. Une étude hydrologique a été confiée au bureau ISL, les conclusions étant très techniques, la restitution s'est faite au Consortium avec le bureau en charge de la réalisation de cette étude.</p> <p>Il s'agit de l'état initial du milieu naturel qui comprend un volet biologique mais aussi un volet physico-chimique dont la qualité des eaux.</p> <p>Les résultats de l'ensemble de ces études alimenteront l'EIES.</p>	WWF
<p>Norme de Performance é mentionnée : est-ce par rapport à un éventuel montage financier ?</p>	<p><u>Réponse apportée par le Consortium :</u></p> <p>Le projet sera financé sous forme de projet PPP avec un financement sur fonds propres des membres du Consortium et une partie financée par des bailleurs de fonds pour le compte du Consortium. C'est dans ce cadre, mais aussi dans celui de ses engagements de durabilité, que le Consortium mène ces études en conformité avec les standards internationaux et notamment ceux de IFC et la NP6 relative à la biodiversité.</p>	WWF
<p>Aspects réglementaires : la loi relative au développement durable et l'arrêté relatif aux déversements dans les eaux résiduelles ne sont pas mentionnés</p>	<p><u>Réponse apportée par TEREA :</u></p> <p>En effet, la réglementation relative au développement durable aurait pu être mentionnée, bien qu'étant seulement un état initial. Par ailleurs, des textes comme l'arrêté relatif aux déversements dans les eaux résiduelles ne concernent pas la présente étude.</p>	TNC
<p>Qualité des eaux sur Ngoulmendjim, quels sont les cours d'eau suivis ?</p>	<p><u>Réponse apportée par TEREA :</u></p> <p>Sur Ngoulmendjim, le volet suivi de la qualité des eaux ciblait le Komo mais également la Petite Tsibilé et la Tsibilé concernées également par le projet.</p>	TNC
<p>Etudes considérées dans la littérature (Tractebel)</p>	<p><u>Réponse apportée par TEREA :</u></p> <p>En effet, les études menées par Tractebel ont été versées au dossier à son démarrage par le Consortium afin que TEREA puisse en prendre connaissance. Les informations apportées par ce rapport sont, dans le domaine, essentiellement d'origine bibliographiques.</p>	WCS
<p>Conclusions sur Ngoulmendjim quant à la biodiversité de la zone, notamment</p>	<p><u>Réponse apportée par TEREA :</u></p> <p>La zone de Ngoulmendjim présente une biodiversité élevée comme cela a été présenté. Cette richesse se retrouve également dans des secteurs</p>	WCS

THEMES ABORDES	REPONSES	INTERVENANT
La diversité en mammifères observée, et les pratiques forestières mises en œuvre	proches comme le Parc National des Monts de Cristal. Il faut toutefois garder à l'esprit que ce secteur est isolé et difficile d'accès permettant donc la préservation du milieu naturel notamment vis-à-vis du braconnage. La SEEF pour rappel a instauré des règles de chasse strictes que son personnel doit respecter. De plus, l'objet de la présente étude est de dresser un état des lieux, et non d'estimer les impacts ou de proposer un plan de gestion.	
Présence dans les inventaires sur Ngoulmendjim du Pangolin ?	<u>Réponse apportée par TERE A :</u> Après vérification des données d'inventaire, le pangolin n'a pas été recensé lors des inventaires menés.	WCS
La qualité des eaux du Komo sera-t-elle comparée à celles de la Mbé, non loin ?	<u>Réponse apportée par TERE A :</u> Le Consortium étudie effectivement actuellement la possibilité de faire des rapprochements avec les données issues de l'étude menée récemment sur la Mbé, par un autre bureau.	WCS
Présence dans les inventaires de la Mouche tsé-tsé ou de simulies ?	<u>Réponse apportée par TERE A :</u> Après vérification des données d'inventaire, une espèce de simulies est identifiée sur les 2 sites : <i>Simulium venustum</i> . Cette espèce n'est pas l'espèce responsable de l'onchocercose, mais comme de nombreuses autres espèces de cette Famille de Diptères, elle peut être à l'origine de maladies sur l'Homme et les animaux. Les données sur l'entomofaune terrestre ne font pas référence à la mouche tsé-tsé en particulier. A noter que les aspects relatifs aux maladies (dont la maladie du sommeil et l'onchocercose) seront traités dans le volet santé de l'EIES.	DGEPN
Restitution des rapports de l'étude	<u>Réponse apportée par le Consortium :</u> Le Consortium prend note des demandes à ce sujet. Les rapports sont actuellement en cours de validation, les éléments de l'atelier seront annexés également à ces rapports. Une fois finalisés, ils seront remis par TERE A au Consortium afin de pouvoir alimenter l'EIES. L'EIES fera l'objet d'un processus de consultation publique conformément à la réglementation gabonaise et aux standards internationaux.	DGEPN, WWF
Positionnement de Ngoulmendjim par rapport au Parc National des Monts de Cristal ?	<u>Réponse apportée par TERE A :</u> La zone d'impact du projet de Ngoulmendjim se situe à l'extérieur de la limite Sud Est du Parc National. Les variantes du projet ont été revues pour ne pas empiéter sur le Parc National des Monts de Cristal. Dans sa dernière configuration, la zone d'influence du projet s'étend jusqu'à la lisière de la zone tampon du parc.	WWF
L'assistance a été par la suite conviée à un déjeuner, sur place, à l'hôtel du Palm d'Or.		

Annexe 1 – Discours d'ouverture de M. l'Administrateur Directeur Général du Fond Gabonais d'Investissements Stratégiques

**Discours de M. Serge Thierry MICKOTO, Administrateur Directeur Général du
Fonds Gabonais d'Investissements Stratégiques (FGIS)**

**Atelier de restitution de l'état initial du milieu naturel des projets
d'aménagement Hydroélectrique de Ngoulmendjim & Dibwangui.**

12 Juillet 2018

Excellence Monsieur le Ministre,
Mesdames et Messieurs les représentants de l'Administration gabonaise,
Mesdames et Messieurs, ~~tous en vos rangs, grades et qualités,~~
Chers amis et honorables invités, *chers amis*

Mesdames et Messieurs,

Permettez-moi tout d'abord, de remercier Son Excellence Ali BONGO ONDIMBA, Président de la République Gabonaise, Chef de l'Etat, pour sa vision d'un Gabon Emergent à l'horizon 2025 qui a notamment permis que nous puissions participer au développement de centrales hydroélectriques telles que celles pour lesquelles nous sommes réunis aujourd'hui.

Excellence Monsieur le Ministre,

Je tiens également à vous exprimer notre gratitude et notre reconnaissance pour l'honneur que vous nous faites de présider personnellement la cérémonie d'ouverture de l'atelier de restitution de l'état initial du milieu naturel des projets d'aménagement Hydroélectrique de Ngoulmendjim & Dibwangui. Ceci constitue un signal fort quant à l'implication du Gabon dans le développement d'une énergie propre, durable et accessible pour tous les gabonais.

Mesdames et Messieurs,

Dans le cadre de notre politique d'investissements, nous avons le souci d'agir en adéquation avec le Plan de relance de l'Economie Gabonaise pour participer au développement d'une énergie permettant le bien-être des gabonais et le

développement industriel de notre pays. Nous avons donc signé le 21 octobre 2016 avec le Groupe industriel Eranove, acteur de premier plan en Afrique dans la production d'électricité et d'eau potable ainsi que dans la gestion de services publics deux conventions de concession avec la République Gabonaise pour la conception, le financement, la construction et l'exploitation des centrales hydroélectriques de Ngoulmendjim et de Dibwangui. Ces ouvrages qui pourront à termes répondre à la demande en électricité de près de 500 000 habitants et opérateurs économiques entrent dans le cadre du Plan stratégique de notre pays, fer de lance d'un Gabon émergent. C'est dans ce cadre que nous avons l'honneur de présenter ce jour l'analyse finale de l'état initial du milieu naturel des projets d'aménagement Hydroélectrique de Ngoulmendjim & Dibwangui.

Excellence Monsieur le Ministre,

Mesdames et Messieurs, tous en vos rangs, grades et qualités,

Chers amis et honorables invités,

Permettez-moi de présenter mes vives félicitations aux consultants pour le travail réalisé, tout en espérant qu'ils sauront intégrer les apports de cet atelier au document final.

Je tiens également à remercier les participants venus de diverses entités qui nourriront à n'en point douter ce débat de la meilleure des façons.

Permettez-moi enfin d'exprimer le souhait que cet atelier de restitution soit non seulement le point de départ d'une grande et belle aventure vers la réalisation de deux ouvrages hydroélectriques nécessaires, mais également la porte ouverte vers un Gabon industriel moteur de l'échiquier des affaires national, régional et voir international.

Je vous remercie pour votre aimable attention.

Annexe 2 – Discours d'ouverture de M. le Ministre de l'Eau et de l'Energie

**Discours de S.E M. Patrick EYOGO EDZANG,
Ministre de l'Eau et de l'Energie**

**Atelier de restitution de l'état initial du milieu naturel des projets
d'aménagement Hydroélectrique de Ngoulmendjim & Dibwangui.**

12 Juillet 2018

Monsieur l'Administrateur Directeur Général du Fonds Gabonais d'Investissements Stratégiques,

Mesdames et Messieurs les représentants le groupement FGIS/Eranove,

Mesdames et Messieurs les représentants de l'Administration gabonaise,
Mesdames et Messieurs, tous en vos rangs, grades et qualités,
Chers amis et honorables invités,

Mesdames et Messieurs,

Permettez-moi tout d'abord, de remercier **Son Excellence Ali BONGO ONDIMBA, Président de la République Gabonaise, Chef de l'Etat**, qui a fait du secteur de l'énergie l'un des pilier pour de sa vision d'un Gabon Emergent à l'horizon 2025. En effet, comme vous le savez la disponibilité ainsi que l'accessibilité à l'énergie constituent un vecteur indéniable de la création de la richesse et de l'amélioration des conditions de vie des populations. Aussi, tant dans le PSGE que le Plan Stratégique du Secteur Energie, il nous instruit notamment, de développer « une offre d'énergie compétitive, durable et abondante » à l'horizon 2025.

J'adresse également mes remerciements à **son Excellence Monsieur le Premier Ministre Chef du Gouvernement** qui porte cet ambitieux projet pour notre pays ; mes remerciements s'adresseront également à **mes collègues Ministres**, dont la parfaite collaboration permet le développement de ces projets structurants ;

La question de l'Eau et de l'Energie est primordiale dans notre pays. Son impact au niveau social et industriel est connu de tous et conduit à la prospérité et au développement durable du Gabon Emergent.

Mesdames et Messieurs,

Le Fonds gabonais d'investissements stratégiques (FGIS), véhicule de mobilisation de ressources et acteur majeur de la stratégie de diversification de l'économie gabonaise, ainsi que le Groupe industriel Eranove, acteur de premier plan en Afrique dans la production d'électricité et d'eau potable et dans la gestion de services publics ont signé le **21 octobre 2016** deux conventions de concession avec la République Gabonaise pour la conception, le financement, la construction et l'exploitation des centrales hydroélectriques de **Ngoulmendjim** et de **Dibwangui** dont la conception suivent les standards internationaux en la matière.

Mesdames et Messieurs, chère assemblée,

La centrale hydroélectrique de **Ngoulmendjim**, d'une puissance installée estimée à **73 MW (Mégawatts)**, avec un productible annuel estimé de **500 Gigawattheures (GWh)**, sera située à 125 km de Libreville, sur le fleuve Komo.

S'agissant de la centrale hydroélectrique de **Dibwangui**, sur la rivière Louétsi, d'une puissance installée estimée à **15 MW** et un productible annuel estimé de **90 GWh**, elle sera située au sud-ouest du pays à 152 kilomètres de Mouila, capitale régionale de la Ngounié. Ces ouvrages, répondront à la demande en électricité de près de 500 000 habitants et opérateurs économiques.

Dans le cadre de l'instruction de ces projets et conformément au cadre légal national et aux normes internationales, le groupement FGIS-ERANOVE s'est engagé à réaliser une Etude d'Impact Environnemental et Social détaillée de chaque projet suivi d'un Plan de Gestion Environnemental et Social.

Dans sa réalisation, l'Etude d'Impact Environnemental et Social s'appuie sur l'Etude de l'état Initial du milieu naturel dont la durée incompressible est de un an afin de prendre en compte l'ensemble des cycles saisonniers.

2

A cet effet, il est bien entendu que l'étude de l'état initial du milieu naturel n'a pas pour objectif de dresser la description exhaustive des écosystèmes des sites. Mais son objectif est d'identifier les espèces de la faune et de la flore sensibles et celles ayant un statut particulier selon la législation nationale et internationale.

Ces conclusions serviront d'indicateurs de sensibilité des sites et ce sont ces espèces qui feront l'objet d'attentions particulières lors de l'élaboration de l'étude d'impact environnemental et notamment pour la définition et la mise place de mesures d'atténuation pendant la réalisation des projets.

Pour ce qui est de notre administration, à travers le partenariat conclut avec l'**ONG The Nature Conservancy**, nous avons l'ambition de respecter **deux exigences principales du PSGE à savoir le Gabon Industriel et le Gabon Vert** ; accompagner la production et la distribution d'une énergie Verte, disponible à tout temps, et accessible à tous ; tout en participant à la préservation de notre richesse naturel et à la lutte contre les changements climatiques. **Son Excellence Ali BONGO ONDIMBA, Président de la République Gabonaise, Chef de l'Etat et Coordonnateur du Comité des chefs d'Etat et des gouvernements africains sur le changement climatique (CAHOSCC)**, s'est résolument engagé sur ce chemin vertueux du développement durable pour la préservation d'une planète saine au bénéfice des Générations futures.

Monsieur l'Administrateur Directeur Général du Fonds Gabonais d'Investissements Stratégiques,
Mesdames et Messieurs,

En cette période où l'Etat a pris des mesures fortes pour relancer notre économie et réduire significativement l'impact des projets structurants sur le budget, vos projets développés en Partenariats Public-Privé font montre d'exemple depuis deux ans aujourd'hui.

Les populations attendent ces projets créateurs d'emplois direct et indirect, facilitateur d'installation d'industriels dans notre pays et surtout améliorateur des conditions de vie de nos concitoyens.

Il me plait une nouvelle fois de remercier vivement le Consortium et singulièrement votre partenaire le groupe Eranove, et ainsi que toutes vos équipes qui œuvrent au quotidien aux côtés de celles du Ministère de l'Eau et l'Energie et des administrations sectorielles, **pour le développement de ces projets prioritaires pour la République Gabonaise dont le démarrage effectif est entendu pour 2019.**

Enfin, je souhaite plein succès à vos travaux et formule le vœu que les échanges que vous aurez à l'issue des différentes présentations, soient à la hauteur des attentes des Hautes et Très Hautes Autorités de notre pays, en tête desquelles Monsieur le Président de la République, Chef de l'Etat.

Sur ce, je déclare ouverts les travaux de l'atelier de restitution ~~à l'issue de~~ de l'état initial du milieu naturel des projets d'aménagements Hydroélectriques de Ngoulmendjim et Dibwangui.

Je vous remercie

Annexe 3 – Communiqué de presse



Communiqué de presse

Le Fonds Gabonais d'Investissements Stratégiques (FGIS) et le Groupe industriel Eranove présentent les résultats de l'étude initiale du milieu naturel des projets d'aménagements hydroélectriques de Ngoulmendjim et de Dibwangui au Gabon

Libreville, le 12 juillet 2018 - Le Groupement FGIS - Eranove a présenté les résultats de l'étude initiale du milieu naturel, engagées en juin 2017, pour les projets d'aménagements hydroélectriques au Gabon de Ngoulmendjim et de Dibwangui qui seront développés respectivement par les sociétés de projet ASOKH ENERGY et LOUETSI HYDRO .

Le Fonds Gabonais d'Investissements Stratégiques (FGIS), vecteur de mobilisation de ressources et acteur majeur de la stratégie de diversification de l'économie gabonaise, et le Groupe industriel Eranove, acteur de premier plan en Afrique dans la production d'électricité et d'eau potable ainsi que dans la gestion de services publics ont, en effet, signé le 21 octobre 2016 deux conventions de concession avec la République Gabonaise pour la conception, le financement, la construction et l'exploitation des centrales hydroélectriques de Ngoulmendjim et de Dibwangui.

La centrale hydroélectrique de Ngoulmendjim, d'une puissance installée estimée à 73 MW (mégawatts), avec un productible annuel estimé de 500 gigawatt/heure (Gwh), sera située à 125 km de Libreville, sur le fleuve Komo. La centrale hydroélectrique de Dibwangui, située sur la rivière Louetsi, sera d'une puissance installée estimée à 15 MW et aura un productible annuel estimé à 90 Gwh. Elle sera située au sud-ouest du pays à 152 kilomètres de Mouila, capitale régionale de la Ngounié.

Le groupement FGIS-Eranove a placé le volet environnemental et social comme une priorité de ces deux projets. Il s'inscrit dans la volonté de préservation du riche patrimoine naturel inscrit dans le Plan Stratégique Gabon Emergent (PSGE) avec un lien étroit entre le Gabon Vert et le Gabon Industriel comme réaffirmé par le Président de la République, Chef de l'Etat Son Excellence Ali BONGO ONDIMBA lors du sommet sur le climat du 12 décembre dernier.

Le présent atelier, ouvert S.E.M. Eyogo Edzang, Ministre de l'Eau et de l'Energie présente les résultats de l'étude initiale du milieu naturel. Ces études ont mobilisé des équipes d'experts internationaux qui, pendant un an, ont étudié dans la zone d'influence des projets la qualité de l'eau, la macrofaune benthique, les poissons, la flore, les amphibiens, les reptiles, les insectes, les oiseaux et les grands mammifères.

Interrogé sur les objectifs de cette présentation dans le cadre du développement des projets, Monsieur Serge Thierry MICKOTO, Administrateur Directeur Général du FGIS, a indiqué : « Notre démarche vise à répondre à la volonté du Gouvernement gabonais de sécuriser l'offre énergétique et d'accroître la part de l'hydroélectrique dans son mix énergétique tout en participant à la lutte contre les changements climatiques et la préservation de la nature. Les enjeux de ces projets sont également d'ordre économique car ils positionnent le Gabon comme une destination de premier choix par l'énergie qui sera mise à disposition, la participation à la diversification de l'économie et la création d'emplois stables et durables. »

« Ces études initiales du milieu naturel ont été particulièrement poussées car nous voulions que les études d'impact environnemental et social s'appuient sur une bonne connaissance de la biodiversité locale. Ces études sont essentielles : elles permettent l'équilibre entre l'empreinte du projet et son efficacité. C'est un engagement du groupe industriel Eranove, préalable à la mobilisation de financements et pour des partenariats publics privés responsables », ajoute Marc ALBEROLA, Directeur Général du Groupe industriel panafricain Eranove.

Fonds Gabonais d'Investissements Stratégique (FGIS).

Le Fonds Gabonais d'Investissements Stratégique (FGIS) a été créé en 2012 afin d'aider le Gabon à développer de nouvelles filières capables de générer suffisamment de revenus pour se substituer à ceux tirés de la production de pétrole. Le FGIS est le gestionnaire exclusif du Fonds Souverain de la République Gabonaise.

En mai 2017, les projets de centrales hydroélectriques de Ngoulmendjim et de Dibwangui ont été primés par le magazine EMEA Finance à Londres et le FGIS a été désigné comme étant le meilleur fonds d'investissement en Afrique.

www.fgis-gabon.com

Contact Presse :

Fonds Gabonais d'Investissements Stratégiques (FGIS)

Elvis OSSINDJI, Chargé d'affaires

eossindji@fgis-gabon.com

Nom et Prénom	Organisme	Fonction	Coordonnées (téléphone / mail)	Signature
DIMIER Armebre	ARTEUA	Spécialiste Sécurité	00 33 6 14 26 74 58	
DEMARQUEZ Benoît	TEREA	DE	+241 07 16 46 66	
EKAGHSA SONIA	ANPN	Assistant EIE SEP	06.24.41.78 mscekaughsa@yahoo.fr	
AZIZET ROGER	ANPN	chef de service Eras périphériques	07 08 05 31 sauramagize@gmail.com	
NDONG NGUINDUMIE Eugène	WNF	Responsable Business & Big Data	endong@wntgab.org +241 07 71 58 15	
Mankon HEGGA	WCS	Directeur Projet Membres GIC	mhangf@wscn.org 821692245	
Ricoudean Thierry	SEEF	DEA	07038703	
NDJONGUE Ian	DGEPN	C.E	ianyebick@gmail.com 07.33.43.18	
SIKA MINGA Jean Ernest	MEE/DGE	Ingenieur	jeanmickamanga@gmail.com 06035564107012050	

TEREA

Page .../...

	Nom et Prénom	Organisme	Fonction	Coordonnées (téléphone / mail)	Signature
15	YALISONGALLA Patrick	Ministère Eau et Energie	Directeur Electricité	06 27 02 60 Yalisongall@ yahoo.fr	
16	NGOUNA Josiane Flois ép Ondzagna	Ministère des Eaux et Forêts, chargé de l'administration et du développement rural	Agent catégorie 1 ^{ère} / Direction Générale Forêts	07.33.25.201 06.95.12.80	
17	Patrick Chukie	Ministère Forêts THE NATURE CONSERVANCY	Responsable de la Conservation	04.32.24.95 02.96.21.92	
18	J. Emmanuel MAMBELA	THE NATURE CONSERVANCY	Spécialiste en gestion des Aires de Conservation	0779 72 73	
19	ZINBHA Chimène Angéline ép SI OUA	Ministère de l'Eau et l'Energie / DGE	Chargé d'études DG	06.63.63.10	
20	PIKATY STEENE WILSON	MINISTÈRE EAU ET FORÊTS DIRECTION GÉNÉRALE DES EAU ET ENERGIE AEG	Chargé	07 82 70 90 p.watsy@gmail.fr	
21	NZIENGUM FABRICE	Direction Générale de l'Energie	CE	06 25 78 57 nziengum@ yahoo.com	
22	EDZEGUE Marc	Direction Générale de l'Energie	Cabinet du DGE	maedegue@gmail.com	
23	DIBELE ABAGA J.N.	Direction Générale de l'Energie	chef service	jimbelaabaga@yahoo.fr	

TEREA

Nom et Prénom	Organisme	Fonction	Coordonnées (téléphone / mail)	Signature
24 DKOUMA Alexis - Lelandue	Direction Générale de l'Énergie	Chf de Service	06.44.75.86 alex.dkouma@yahoo.com	
25 SIMANGOYE Lady - Mague	MEE/Direction Générale de l'Énergie	Chf de Service	07 23 25 00 simangoyelady@yahoo.fr	
26 ANGOUÉ FRANÇOIS	MEE/Direction Générale de l'Énergie	Chf de Service	06642212/07338103 francois.angoue@gmail.com	
27 OGNANDJI LENDIRI. WI	M.E.E / D.G.E	Ingénieur Projet	lendiribi@yahoo.fr	
28 DKOUALA NICOLAÏ	MEE / DGE	Directeur Maître à l'Énergie	07 13 30 34 nicolaï.okouala@yahoo.fr	
29 Pc. ALBERTO NGOMANINDA	SRVET / CONFORSET	Directeur	07-99-51-76 ngomaninda@yahoo.fr	
30 MANKASSA NGOUÏLI Rodrigue Cafress	MEE/Dirctie de l'Énergie	Directeur Adjoint	06 64 80 02 Mankassanougou@yahoo.fr	
31 BONDOBARI ABONDIO Maixent	MEE / DGEnergie	Ingénieur Projet	bondos3@hotmail.com	
32 NGATHI Aniside	MEE / DGEnergie	DG	anis.ingeni@yahoo.fr	

TEREA

	Nom et Prénom	Organisme	Fonction	Coordonnées (téléphone / mail)	Signature
33	Ronessa TINTOGO NGAENIA	TEREA	Chargée de mission environnement	04 29 73 14	
34	Amandine MORIN	TEREA	Chargée de projet	04 29 93 17	
35	Alain GREGOIRE	ÉRANOUE	Consultant	06 76 74 26 86	
36					
37					
38					
39					
40					
41					

TEREA

ANNEXE 9

Estimation du débit réservé



Etude d'impact environnemental et social du projet d'aménagement hydroélectrique de Ngoulmendjim

Gabon

PRECONISATION POUR LE DEBIT RESERVE

**Preconisation pour le debit reserve
Projet HPP de Ngoulmendjim**

VERSION	DESCRIPTION	ÉTABLI PAR	APPROUVÉ PAR	DATE
1	Version provisoire	F. MATHIEU S. DERRIEN G. CAPDEVIELLE	F. MATHIEU	29/07/2018
2	Version révisée	F. MATHIEU J. TSAMBANG	M.COTTET	11/05/2023
ARTELIA				

TABLEAU	6
FIGURES.....	8
LISTE DES ABRÉVIATIONS.....	10
1. INTRODUCTION.....	11
1.1.DESCRPTION SUCCINCTE DE L’OUVRAGE ET DE SON MODE D’EXPLOITATION	12
1.1.1. SITUATION DU PROJET.....	12
1.1.2. CARACTÉRISTIQUES DU PROJET	13
1.2.METHODOLOGIES ENISAGEABLES	18
1.3.FOCUS SUR LES EXPERTS	21
2. METHODOLOGIE	21
2.1.PREMIERE ETAPE : DEFINITION DU CONTEXTE PAR LES DIFFERENTS EXPERTS	22
2.2.DEUXIEME ETAPE : ATELIERS D’ECHANGE ENTRE EXPERTS.....	23
2.3.TROISIEME PARTIE : SYNTHESE ET RESULTAT	24
3. ELÉMENTS DE L’ÉTAT INITIAL PRÉSENTÉS EN GROUPE DE TRAVAIL.....	25
3.1.ASPECTS GENERAUX	25
3.1.1. MILIEU PHYSIQUE	25
3.1.2. MILIEU BIOLOGIQUE	27
3.1.3. MILIEU HUMAIN	31
3.2.HYDROLOGIE DU KOMO	32

3.2.1.	CRITÈRES DE DÉTERMINATION DES DÉBITS BIOLOGIQUE MINIMUM PAR LES MÉTHODES HYDROLOGIQUES	32
3.2.2.	DÉBIT EN AVAL DE LA ZONE DE PROJET	33
3.2.3.	AMONT DU BARRAGE DU PROJET	34
3.2.4.	DE L'AVAL DU BARRAGE JUSQU'À LA RESTITUTION : LE TCC 37	
3.2.5.	AVAL DE L'USINE : TSIBILÉ ET PETITE TSIBILÉ JUSQU'À LA RESTITUTION.....	46
3.2.6.	AVAL DE LA RESTITUTION	50
3.3.	HYDRAULIQUE DU KOMO	52
3.3.1.	AVAL DU BARRAGE JUSQU'À LA RESTITUTION : LE TCC.	52
3.3.2.	AVAL DE L'USINE JUSQU'À LA RESTITUTION	55
3.3.3.	AVAL DE LA RESTITUTION	57
3.3.4.	CRITÈRES DE DÉTERMINATION DES DÉBITS MINIMUMS PAR LES MÉTHODES HYDRAULIQUES	58
3.4.	EROSION ET TRANSPORT SEDIMENTAIRE	64
3.4.1.	APPORTS SÉDIMENTAIRES ET TRANSPORT SOLIDE	64
3.4.1.	TRANSPORTS	69
3.4.2.	APPORTS ET CAPACITÉS DE TRANSPORT	72
3.5.	QUALITE D'EAU.....	74
3.5.1.	FLEUVE KOMO	76
3.5.2.	LA PETITE TSIBILÉ ET LA TSIBILÉ.....	80
3.6.	BIODIVERSITE AQUATIQUE	83
3.6.1.	FLORE.....	83
3.6.2.	FAUNE.....	87
3.7.	UTILISATION SOCIALE DES RESSOURCES FLUVIALES ..	89
3.7.1.	BESOIN EN EAU DANS LA ZONE D'ÉTUDE.....	89

3.7.2. LA PÊCHE	91
4. DESCRIPTION DES SCENARIOS ANALYSÉS.....	92
4.1.SCENARIO 1 : MISE EN EAU DU RESERVOIR	92
4.2.SCENARIO 2 : OPERATION DE L'OUVRAGE AU FIL DE L'EAU	92
4.3.SCENARIO 3 : ARRET ACCIDENTEL DE TURBINAGE	93
4.4.SCENARIO 4 : MODULATIONS JOURNALIERES	93
5. IMPACTS ET CONTRAINTES DU PROJET PRÉSENTÉS EN GROUPE DE TRAVAIL.....	94
5.1.BLOC HYDOLOGIE ET HYDRAULIQUE	94
5.1.1. AVAL DU BARRAGE JUSQU'À LA RESTITUTION (SCENARIO 2)	94
5.1.2. AVAL DE L'USINE JUSQU'À LA RESTITUTION (PETITE TSIBILÉ ET TSIBILÉ)	105
5.1.3. AVAL DE LA RESTITUTION	110
5.2.BLOC SEDIMENTAIRE	113
5.2.1. AVAL DE L'USINE JUSQU'À LA RESTITUTION	114
5.2.2. AVAL DU BARRAGE JUSQU'À LA RESTITUTION : LE TCC115	
5.2.3. AVAL DE LA RESTITUTION	116
5.2.4. CONCLUSION	116
5.3.BLOC QUALITE D'EAU.....	116
5.3.1. AVAL BARRAGE KOMO JUSQU'À LA RESTITUTION : LE TCC (SCENARIO 1, 2 ET 3)	118
5.3.2. AVAL DE L'USINE JUSQU'À LA RESTITUTION	118
5.3.3. AVAL DE LA RESTITUTION	118
5.3.4. PRINCIPAUX CRITÈRES DE PROTECTION	119

5.4.BLOC BIODIVERSITE TERRESTRE ET AQUATIQUE	119
5.4.1. AVAL DU BARRAGE JUSQU'À LA RESTITUTION : LE TCC (SCÉNARIO 2)	119
5.4.2. AVAL DE L'USINE JUSQU'À LA RESTITUTION	126
5.4.3. AVAL DE LA RESTITUTION	127
5.4.4. LES PRINCIPAUX CRITÈRES PERMETTANT LA RÉDUCTION DES IMPACTS	127
5.5.UTILISATION SOCIALE DES RESSOURCES FLUVIALES	131
5.5.1. AVAL DU BARRAGE JUSQU'À LA RESTITUTION : LE TCC	131
5.5.1. AVAL DE L'USINE JUSQU'À LA RESTITUTION ET AVAL DE LA RESTITUTION	131
5.5.2. PRINCIPAUX CRITÈRES PERMETTANT LA RÉDUCTION DES IMPACTS	133
6. SYNTHÈSE ET PRÉCONISATIONS DE DÉBITS À L'AVAL DE L'OUVRAGE	134
7. RÉFÉRENCES	136

TABLEAU

Tableau 1 : caractéristiques de l'aménagement hydroélectrique de Ngoulmendjim.....	16
Tableau 2 : Extrait du guide IFC décrit les deux approches	19
Tableau 3 : Coût des évaluations de flux à basse, moyenne et haute résolution	20
Tableau 4 : Liste des experts.....	21
Tableau 5 : les différentes saisons climatiques	25
Tableau 6 : Liste des espèces vulnérables sur la zone de prospection du site Ngoulmendjim	29
Tableau 7 Critères qui déclenchent l'habitat critique au sens de l'OS3 de l'AfDB et de la NP6 de l'IFC.	30
Tableau 8 : Liste des espèces de faune aquatiques et riveraines susceptibles de déclencher l'habitat critique au sens de la NP6 sur l'aire d'étude rapprochée.	31
Tableau 9 : Q_{MNA} du Komo à Ngoulmendjim	35
Tableau 10 : Valeurs moyennes et minimum	36
Tableau 11 : VCNn du Komo à Ngoulmendjim	37
Tableau 12 : Débits de crues à Ngoulmendjim – valeurs caractéristiques	37
Tableau 13 : Courbe des débits classés du Komo à Ngoulmendjim - Percentiles de dépassement	44
Tableau 14 : Synthèse des valeurs de débit minimum par approche hydrologique.....	45
Tableau 15 : Courbe des débits classés de la rivière Tsibilé.....	46
Tableau 16 : Courbe des débits classés de la petite Tsibilé à Ngoulmendjim	48
Tableau 17 : Courbe des débits classés Aval restitution.....	50
Tableau 18 : Principales grandeurs hydrauliques sur le TCC – état naturel	54
Tableau 19 : Principales grandeurs hydrauliques sur la petite Tsibilé et Tsibilé – état naturel.....	56
Tableau 20 : Principales grandeurs hydrauliques sur le bassin versant Komo situé en amont de la confluence avec la rivière Tsibilé – état naturel.....	58
Tableau 21 : Principales grandeurs hydrauliques sur le TCC – débit en état naturel, débit minimum et débit d'apports naturels.....	61
Tableau 22 : Principales grandeurs hydrauliques sur la petite Tsibilé et Tsibilé – débit en état naturel, débit minimum.....	63
Tableau 23 : Flux solide en tonnes/jour et pluie infra-horaire de mi-mars à mi-avril 2022.....	66
Tableau 24 : Coordonnées de la localisation des ponts sensible à la construction du barrage (GEFC, 2021)	71
Tableau 25 : Capacités de transport obtenues à partir de la formule de Lefort (2015).....	73
Tableau 26 : Résultats de qualité des eaux du Komo, campagne C01, 22-26 juillet 2017	76
Tableau 27 : Résultats de qualité des eaux du Komo, campagne C02, 21-24 novembre 2017	77
Tableau 28 : Résultats de qualité des eaux du Komo, campagne C03, 21-25 février 2018	78
Tableau 29 : Résultats de qualité des eaux du Komo, campagne C04, 12-14 mai 2018	79
Tableau 30 : Résultats de qualité des eaux, campagne 1, 2, 3, 4 pour la Petite Tsibilé.	81
Tableau 31 : Résultats de qualité des eaux, campagne 1, 2, 3, 4 pour la Tsibilé. En vert/orange : inférieur/supérieur au seuil OMS.	82
Tableau 32 : Statuts de menace préliminaires des 5 espèces de Podostémacées à Ngoulmendjim	85
Tableau 33 : Répartition par habitat des principaux groupes et/ou espèces à fort enjeux de conservation	86
Tableau 34 : Scénario et tronçons concernés	92
Tableau 35 : Evolution saisonnière du débit du Komo, avant-projet et après projet,.....	95
Tableau 36 : Evaluation des débits, avant-projet et après projet scénario 2.	98
Tableau 37 : Evaluation des débits, avant-projet et après projet scénario 3	100
Tableau 38 : Evolution saisonnière du débit du Komo, avant-projet et après projet.....	102
Tableau 39 : Evaluation des débits, avant-projet et après projet.....	104
Tableau 40 : Débits moyens mensuels avant-projet et après projet à différentes sections de la petite Tsibilé et de la Tsibilé	106
Tableau 41 : Variations des vitesses, hauteurs et périmètres mouillés en fonction du débit turbiné (tronçon petite Tsibilé et Tsibilé).....	108
Tableau 42 : Variation des hauteurs selon le débit et la durée	109
Tableau 43 : Variation des vitesses selon le débit et la durée	109

Tableau 44 : Relation entre la variation du débit et la variation du niveau de l'eau en aval de la restitution	111
Tableau 45 : Variation des hauteurs selon le débit et la durée	112
Tableau 46 : Variation des vitesses selon le débit et la durée	113
Tableau 47 : Comparaison de la capacité de transport estimée avant et après la mise en place du barrage – Petite Tsibilé et Tsibilé	114
Tableau 48 : Comparaison de la capacité de transport estimée avant et après la mise en place du barrage – Komo, tronçon court-circuité	115
Tableau 49 : Comparaison de la capacité de transport estimée avant et après la mise en place du barrage – Komo aval (amont immédiat confluence avec Mbé)	116
Tableau 50 : Grille d'évaluation du niveau d'impact sur les habitats	120
Tableau 51 : Evaluation des impacts sur les habitats scénario absence débit réservé	121
Tableau 52 : Evaluation des impacts sur les habitats Scénario débit réservé de 2 m³/s (3 m³/s à la saison des hautes eaux)	122
Tableau 53 : Evaluation des impacts sur les habitats Scénario débit réservé de 4 m³/s (6 m³/s en octobre, novembre et décembre)	123
Tableau 54 : Evaluation des impacts sur les habitats Scénario débit réservé de 6 m³/s (9 m³/s à la saison des hautes eaux)	124
Tableau 55 : Evaluation des impacts sur les habitats Scénario débit réservé de 8 m³/s (12 m³/s à la saison des hautes eaux)	125
Tableau 56 : Variations de débits, de hauteur d'eau et les écarts de hauteurs d'eau pour un profil de forte pente représentatif des habitats à podostémacées	128
Tableau 57 : Pourcentage de hauteur initiale en fonction des sections du TCC et du scénario de débit biologique.	129
Tableau 58 : Débit moyen annuel (AAF) requis pour atteindre les objectifs écologiques	130
Tableau 59 : Débit maximum mensuel de remplissage pour conserver un objectif de qualité « excellent »	131
Tableau 60 : Seuils des mesures d'atténuation pendant la crue	133
Tableau 62 : Relation entre scénario de débit réservé, production énergétique et ouvrage ...	Erreur ! Signet non défini.

FIGURES

Figure 1 : Parc national des monts de cristal.....	12
Figure 2 : Situation du projet au Gabon et par rapport au Parc National des Monts de Cristal (PNMC)	13
Figure 3 : Localisation du projet et des aménagements	15
Figure 4 : Exemple d'un EDE hypothétique créé à l'aide du BBM (Tharme & King 1998)	22
Figure 5 : Bassin versant du fleuve Komo	26
Figure 6 : Contexte écologique général de la zone d'étude (Source TERE, 2018).....	28
Figure 7 : Zone d'influence directe pour le milieu humain	32
Figure 8 : Cour d'eau à l'aval du barrage	33
Figure 9 : Evolution des débits annuels à Ngoulmendjim sur la période 1998-2015 (m ³ /s).	34
Figure 10 : Débits mensuels minimum annuels à Ngoulmendjim (1998-2015)	35
Figure 11 : VCNs calculés avec les débits journaliers à Ngoulmendjim (1998-2015)	36
Figure 12 : Schéma des sections du TCC.....	38
Figure 13 : Localisation des sections du TCC	39
Figure 14 : Variabilité saisonnière et journalière (année la plus sèche en 2005)	41
Figure 15 : Variabilité saisonnière et journalière (année intermédiaire 2015)	41
Figure 16 : Variabilité saisonnière et journalière (année la plus humide 2003).....	42
Figure 17 : Différents cours d'eau qui alimentent la rivière Komo.	43
Figure 18 : Courbe des débits classés du Komo à Ngoulmendjim	44
Figure 19 : Débits moyens mensuels du Komo à Ngoulmendjim	45
Figure 20 : Débits journaliers classés de la rivière Tsibilé (1998-2015)	46
Figure 21 : Débits mensuels minimum annuels de la rivière Tsibilé (1998-2015)	47
Figure 22 : Evolution des débits annuels de la rivière Tsibilé sur la période 1998-2015 (m ³ /s).....	47
Figure 23 : Courbe des débits classés de la Tsibilé et petite Tsibilé à Ngoulmendjim	48
Figure 24 : Débits mensuels minimum annuels de la rivière petite Tsibilé (1998-2015)	49
Figure 25 : Evolution des débits annuels de la rivière petite Tsibilé sur la période 1998-2015 (m ³ /s).	49
Figure 26 : Courbe des débits classés Aval restitution.....	50
Figure 27 : Débits mensuels minimum annuels de la rivière Komo en amont de la confluence avec la rivière Tsibilé (1998-2015)	51
Figure 28 : Evolution des débits annuels de la rivière Komo en amont de la confluence avec la rivière Tsibilé sur la période 1998-2015 (m ³ /s).	51
Figure 29 : Profil en long du Komo sur le tronçon court-circuité	52
Figure 30 : Affleurement rocheux sur le fleuve Komo à l'aval du site du barrage (Artelia 2018)	53
Figure 31 : Profil en long de la Petite Tsibilé / Tsibilé de la restitution à la confluence avec le Komo.	55
Figure 32 : Faciès d'écoulement observés dans la petite Tsibilé et Tsibilé.	56
Figure 33 : Profil en long de l'Aval de la restitution	57
Figure 34 : Relation périmètre mouillé/débit sur quelques tronçons type du TCC	59
Figure 35 : Relation périmètre mouillé/débit sur la rivière petite Tsibilé et Tsibilé.....	62
Figure 36 : Plan de situation de la station de Ngoulmendjim	65
Figure 37 : Flux solide en tonnes/jour et pluie infra-horaire de mi-mars à mi-avril 2022.....	66
Figure 38 : Gamme de sédiments transportés dans le Fleuve Komo et dans la Petite Tsibilé.....	68
Figure 39 : Moyens de transport pour traverser le Komo (Artelia, 2022)	69
Figure 40 : Localisation de la route (linéaire de 65 km) (GFEC, 2021)	70
Figure 41 : Localisation des ponts le long du linéaire de 65 km (GFEC, 2021)	70
Figure 42 : Pont OA57 et OA58 Sensible à l'élargissement des cours d'eau	72
Figure 43 : Tronçons où un calcul de capacité de transport a été effectué	73
Figure 44 : Carte de localisation des prélèvements (TEREA, 2018)	75
Figure 45 : Faciès d'écoulement de type plat courant ET de type rapide.	84
Figure 46 : Exemple d'habitats favorables à faune piscicole	84
Figure 47 : Exemples de ruisseaux sous-forestiers le long du Komo	85
Figure 48 : Exemple de couvert forestier dense le long du Komo	86
Figure 49 : Killies susceptibles de déclencher l'habitat critique (<i>Aphyosemion cf callipteron sp. Nov</i>).	88
Figure 50 : Point d'eau du campement de Tsibilé (Artelia, 2018)	90
Figure 51 : Point d'eau principal du campement de Violaineville (Artelia, 2022)	90

Figure 52 : Points d'eau naturels et pompes hydrauliques des villages alentours	91
Figure 53 : Evolution saisonnière du débit du Komo, avant-projet et après projet, en absence de mesures d'atténuation.	96
Figure 54 : Evolution saisonnière du débit du komo avant-projet t après projet scénario 2.....	99
Figure 55 : Evolution saisonnière du débit komo, avant-projet et après projet scénario 3.....	101
Figure 56 : Evolution saisonnière du débit du Komo, avant-projet et après projet Scénario 4	103
Figure 57 : Evolution saisonnière du débit du Komo, avant-projet et après projet Scénario 5	105
Figure 58 : Modification avant-projet et après projet des débits de la Petite Tsibilé et de la Tsibilé	107
Figure 59 : Augmentation de la hauteur d'eau en fonction des débits	108
Figure 60 : Augmentation de vitesse d'eau en fonction des débits	109
Figure 61 : Impact du projet sur les débits mensuels	110
Figure 62 : Augmentation de la hauteur d'eau en fonction des débits	112
Figure 63 : Augmentation de vitesse d'eau en fonction des débits	112
Figure 64 : Tronçons impactés par le projet Ngoulmendjim du point de vue de la dynamique sédimentaire	114
Figure 65 : Profils verticaux obtenus pour les scénarios A et B	117
Figure 66 : Lien entre la profondeur et la vitesse de l'eau et le danger pour la vie humaine	132

LISTE DES ABBREVIATIONS

AAF	Débit moyen annuel
BBM	Building Block Méthodologie
CFAD	Concession forestière d'aménagement durable
EDE	Exigence de Débit Environnemental
EDF	Electricité de France
EFR	Environmental Flow Requirements
EIES	L'Etude d'Impact sur l'Environnement Sociale
EMC	Classe de Gestion Ecologique souhaitée
CGE	Classe Gestion de l'Environnement
DRIFT	Downstream Response to Imposed Flow Transformations
IFC	International Finance Corporation
MES	Matières en suspension
PNMC	Parc national des monts de cristal
RDM	Régime de Débit Modifié
SEEF	Société équatoriale d'exploitation forestière
TEREA	Terre Environnement Aménagement
TCC	Tronçon Court-Circuité (sur le Komo)
UICN	L'Union internationale pour la conservation de la nature

1. INTRODUCTION

La présente note a pour objectif de préconiser un débit réservé du projet de Ngoulmendjim et constitue une annexe à l'EIES finale du projet (2018). Elle s'appuie sur la note développée en 2018 et intègre de nouveaux éléments afin d'affiner la première note de 2018.

La mise en place d'un débit réservé est une mesure d'évitement et de réduction des impacts rendus indispensable compte tenu de la configuration du projet. Chaque alternative regardée par les différents bureaux d'études ayant travaillé sur ce projet (Tractebel, Poiry, EDF,) nécessite un tronçon court-circuité (TCC) d'environ 56 km entre le barrage et la restitution. Celui-ci est indispensable pour obtenir la hauteur de chute nécessaire à un projet économiquement viable. En d'autres termes, il n'existe pas d'alternative au projet sans TCC ou même avec un TCC de longueur moindre.

Le débit réservé est une mesure qui consiste à maintenir un débit minimal dans les sous-bassins versants du Komo et de ses principaux affluents en aval, pour préserver les écosystèmes locaux. Dans le cas du projet hydroélectrique de Ngoulmendjim, la zone d'étude est caractérisée par un réseau hydrographique dense qui fournit des services écosystémiques essentiels.

Une analyse de l'état initial du milieu naturel menée en 2018 par TEREA montre que la zone du projet est située dans une formation forestière équatoriale humide, peu perturbée par des activités sylvicoles, et présentant une grande richesse biologique. Le cours d'eau abrite de nombreuses espèces animales et végétales, y compris des poissons, dont certaines sont menacées, et/ou à distribution limitée.

La mise en place d'un débit réservé dans le cadre du projet de Ngoulmendjim est une mesure d'évitement et de réduction des impacts sur les milieux physiques, naturels et humains. Cette mesure permettra de préserver la biodiversité de la zone du projet, en particulier les espèces menacées et leur habitat, de maintenir les services écosystémiques qui sont essentiels et de limiter les impacts résiduels qui devront faire l'objet d'un plan de compensation programmé et dimensionné dans le PAB (Plan d'Action pour la Préservation de la Biodiversité).

1.1. DESCRIPTION SUCCINCTE DE L'OUVRAGE ET DE SON MODE D'EXPLOITATION

1.1.1. Situation du projet

Le projet de Ngoulmendjim se situe à environ 125 km à l'Est de Libreville dans le département du Komo de la province de l'Estuaire à proximité du **Parc national des monts de cristal** secteur Mbé (PNMC), l'un des 13 parcs nationaux du Gabon.

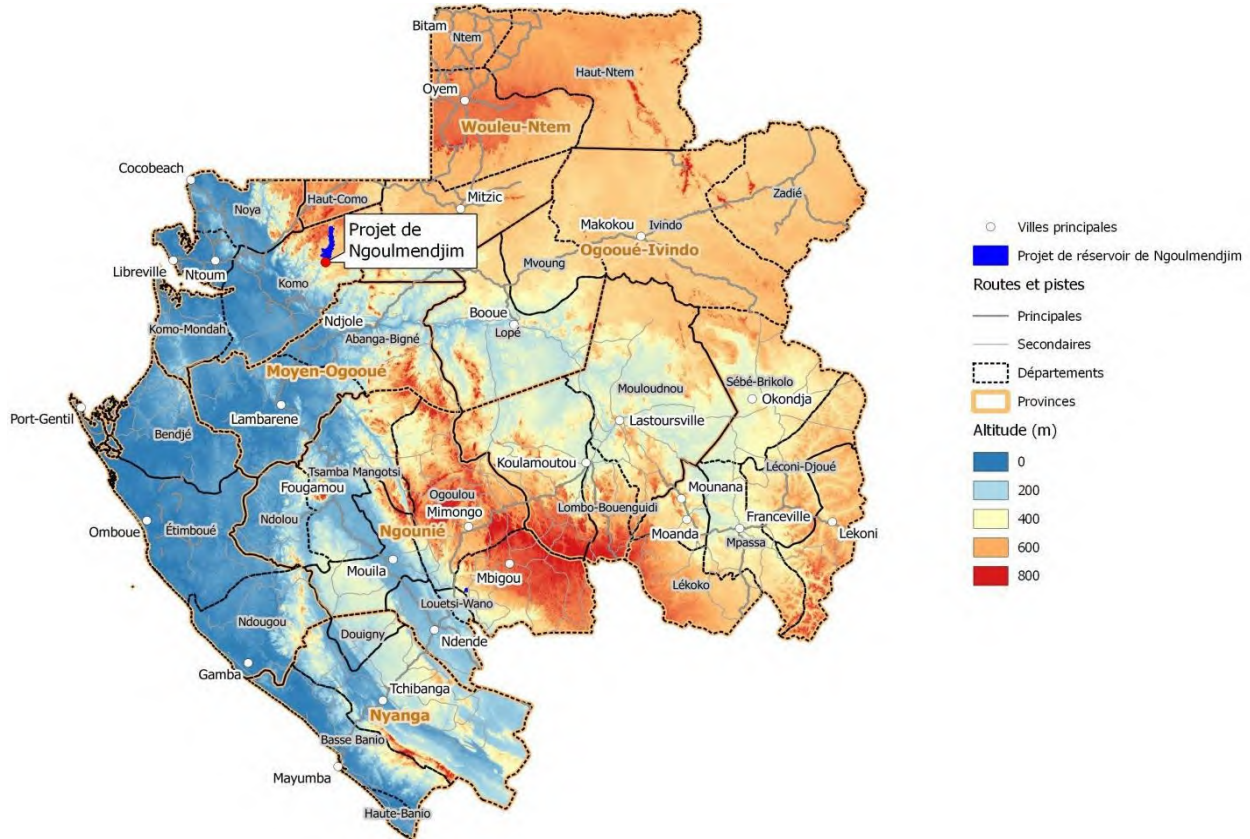


Figure 1 : Parc national des monts de cristal

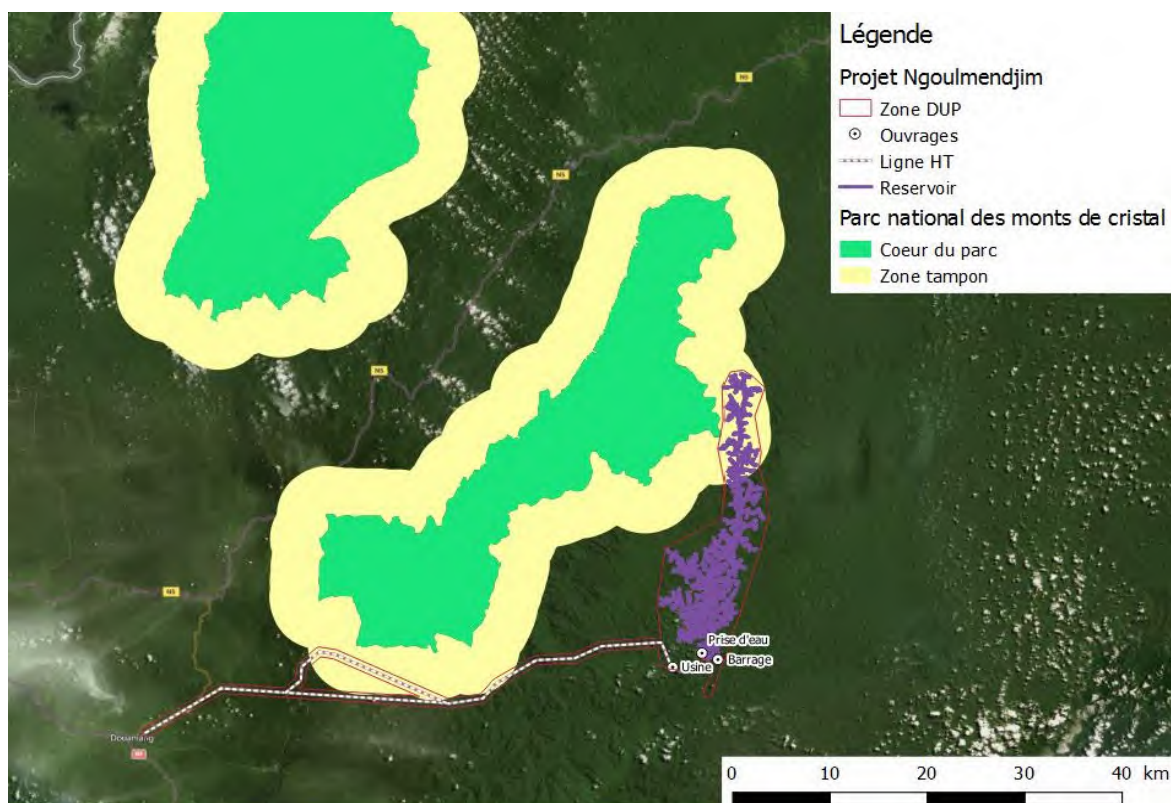


Figure 2 : Situation du projet au Gabon et par rapport au Parc National des Monts de Cristal (PNMC)

Le Projet se situe dans une « forêt domaniale productive enregistrée » appartenant au domaine forestier permanent de l'Etat actuellement exploitée par la Société équatoriale d'exploitation forestière (SEEF), grâce à une Concession forestière d'aménagement durable (CFAD).

1.1.2. Caractéristiques du projet

Le plan d'aménagement hydroélectrique de Ngoulmendjim prévoit la construction d'un barrage sur la rivière Komo, créant un réservoir d'environ 30 km². Une prise d'eau et une galerie souterraine de 3 650 mètres acheminent un débit moyen de 45 m³/s vers une centrale électrique d'une puissance installée de 83 MW. L'eau sera rejetée dans la rivière Petite Tsibilé, qui se jette dans le Komo après environ quarante kilomètres, offrant un dénivelé remarquable de plus de 200 m qui rend le projet compétitif.

L'usine hydroélectrique est prévue pour fonctionner « en base », soit 70% du temps, et le réservoir aura une capacité de régulation saisonnière.

L'aménagement projeté comporte :

- Un ouvrage de fermeture sur le Komo pour créer un réservoir de régulation saisonnière ;
- Un ouvrage d'amenée ;
- Une usine hydroélectrique ;
- Un chenal d'évacuation pour recalibrer le bras sud de la Petite Tsibilé ;
- Un dispositif de restitution pour le débit réservé relâché à l'aval du barrage dans le TCC ;
- Un poste d'évacuation de l'énergie ;
- Une ligne aérienne d'évacuation de l'énergie de 225 kV vers le poste de Ndouaniang via Kinguéle aval dont le tracé précis reste à définir

- Les aménagements annexes permettant d'assurer un fonctionnement optimal de l'aménagement, l'exploitation ou la maintenance ;
- Les ouvrages provisoires nécessaires en phase de chantier et qui seront soit déconstruits, soit réhabilités en vue d'une réutilisation ultérieure.

Le site de Ngoulmendjim se caractérise par le fait qu'il n'est pas directement lié par route au réseau national. Son accès reste tributaire d'un franchissement du Komo par moyens fluviaux. L'accès au site est actuellement possible par route ou par voie fluviale, entre Nzamaligue et Atak.

Compte tenu des difficultés d'accès au site de Ngoulmendjim et des besoins du chantier, les travaux suivants sont également à prévoir :

- Des éventuels travaux d'aménagements au niveau du débarcadère.
- Des travaux de réhabilitation de la route de la SEEF sur environ 60 km à partir du débarcadère Nzamalingue de la SEEF.
- La réalisation d'une route permanente en latérite de 10 km environ au niveau du site du barrage.
- Des pistes de chantier pour la circulation des engins entre le site de la carrière, les zones de terrassement et les zones de dépôts, bases vie, ...
- La création des accès pour la pose des pylônes de la ligne HT.

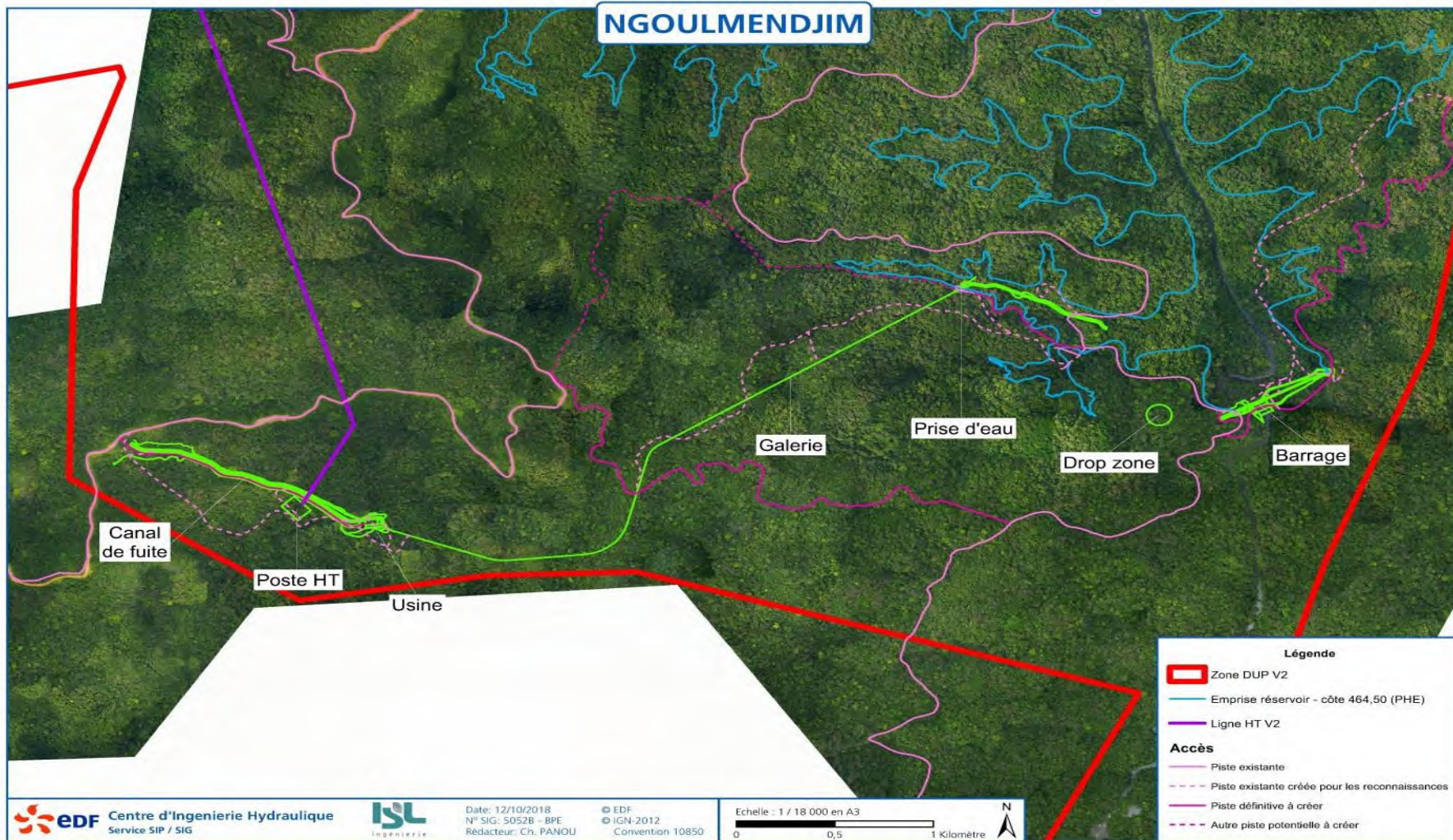


Figure 3 : Localisation du projet et des aménagements

Les caractéristiques de l'aménagement hydroélectrique de Ngoulmendjim sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 1 : caractéristiques de l'aménagement hydroélectrique de Ngoulmendjim

Général	
Configuration	Aménagement de régulation saisonnière avec soutien des étiages de la saison sèche par stockage en saison pluvieuse
Puissance moyenne de l'installation	83 MW
Débit d'équipement	45 m ³ /s
Surface du réservoir à RN	28,20 km ²
Volume du réservoir à RN	282,83 hm ³
Surface du réservoir à NME	12,75 km ²
Volume du réservoir à NME	83,16 hm ³
Hauteur de chute	208,65 m
Débit réservé	2 à 6 m ³ /s selon configuration à définir par l'EPC
Productible annuel	~500 GWhs
Hydrologie	
Bassin versant	1430 km ²
Précipitations moyennes annuelles	2000 mm/an
Déficit d'écoulement	1050 mm/an
Moy interannuelle Basses eaux (Août)	16,9 m ³ /s
Moy interannuelle Hautes eaux (Novembre)	79,3 m ³ /s
Débit moyen annuel (module)	44 m ³ /s
Volume Total Annuel	1388 hm ³
Débit spécifique	31 L/km ² /s
Débit mensuel minimal moyen Q _{MNAS}	15,3 m ³ /s
Crue de chantier (100 ans)	570 m ³ /s
Crue de projet (10 000 ans)	1080 m ³ /s
Niveaux caractéristiques au barrage	
Plus Hautes Eaux (PHE)	464,50 m
Retenue Normale (RN)	463,00 m
Niveau Minimal d'Exploitation (NME)	453,00 m
Barrage	
Type barrage	Mixte : BCR + Enrochement masque amont membrane
Longueur totale du barrage	635 m
Cote fondation (point bas)	428 m
Cote barrage (point bas)	432 m
Cote de crête	466,5 m
Parement amont	BCR vertical / remblai 2,5 H/1V
Parement aval	BCR 0,8 H/1V / remblai 2,5 H/1V
Largeur en crête	8 m
Evacuateur de crue	
Seuil libre non vanné PKweir	
Cote du seuil	463,0 m
Largeur déversant	74,0 m
Coursier aval type marches d'escalier	
Hauteur totale coursier	29,0 m
Hauteur des marches	0,90 m
Bassin de dissipation type USBR	
Cote supérieure du radier	429,5 m
Largeur (rive/rive)	65,0 m

Longueur (amont/aval)	25,7 m
Dérivation provisoire	
Nombre de pertuis	3
Section des pertuis (L x H)	5 m x 9,5 m
Longueur des pertuis	72 m
Cote surface radier	430,0 m
Vidange de fond (2 pertuis de dérivation provisoire)	
Type de vannes (pour chaque pertuis)	De l'amont vers l'aval : Batardeau + Vanne wagon sous carter + Vanne secteur
Dimension du Batardeau (L x H)	3,5 m x 3,5 m
Dimension de la vanne wagon (L x H)	3,5 m x 3,5 m
Dimension de la vanne secteur (L x H)	3,5 m x 3,5 m
Section du blindage (L x H)	3,5 m x 3,5 m
Débit évacué sous RN	375 m ³ /s
Prise d'eau	
Type de vanne	De l'amont vers l'aval : Batardeau + vanne plate
Equipements	Dégrilleur + potence de manutention des batardeaux
Cote du seuil	441,2 m
Largeur totale	4,8 m
Nombre de pertuis	1
Inclinaison des grilles (par rapport à la verticale)	25°
Chenal d'amenée	
Longueur	756 m
Vitesse moyenne maximale	0,5 m/s (donc pas de protection des berges)
Galerie d'adduction	
Diamètre de la conduite	4,80m section fer à cheval (hors blindage) 3,0m section circulaire (galerie blindée)
Pente longitudinale moyenne	5,7 %
Longueur	3650 m (dont 381m de galerie blindée)
Axe galerie - extrémité amont (prise d'eau)	443,6 m
Axe CF – extrémité amont (raccordement usine)	237,5 m
Usine hydroélectrique	
Dimensions superstructure :	
Hauteur au-dessus des fondations	15,3 m
Largeur (rive/rive)	71,6 m
Longueur (amont/aval)	25,7 m
Turbine — Puissance hydraulique	3 x 28,5 MW
Vitesse de rotation	250 tr/min
Alternateur 10,3 kV, 50 Hz	3 x 33,5 MVA
Transformateur de puissance triphasé 10,3/225 kV	33,5 MVA ONAN/ONAF (1 de rechange)
Type de groupe	Pelton, axe vertical
Nombre de groupe	3
Puissance installée	100,5 MVA
Canal de fuite (canal collecteur en béton)	
Longueur	70 m
Largeur	7 m
Chenal de fuite (en déblai/remblai)	
Recalibrage de la petite Tsibilé	
Longueur	1400 m

Largeur en fond	8 m
Pente des talus	2H/1V
Pente longitudinale	0,1 %
Niveau de restitution aval usine – maxi (PHE)	234,8 m
Niveau de restitution aval usine – nominal (à 45 m ³ /s)	234,5 m
Poste et Lignes électriques de raccordement (225kV)	
Emprise du poste de départ	90 m x 80 m
Altitude de la plateforme du poste de départ	243,55 m
Tronçon de ligne Ngoulmendjim / Kinguélé aval :	
Type de ligne	Monoterne 225 kV, 1 câble ASTER 366 ou 570
Longueur	65 km
Puissance à évacuer	150 MW
Tronçon de ligne Kinguélé aval / Ndouaniang :	
Type de ligne	Monoterne 225 kV, 2 câbles ASTER 570
Longueur	30 km
Puissance à évacuer	306 MW

1.2. METHODOLOGIES ENISAGEABLES

La section 6 du guide IFC répertorie plusieurs méthodes d'évaluation des débits réserve en fonction du niveau de résolution souhaité, du type d'analyse et de la possibilité d'évaluer l'impact de la puissance de pointe. Le projet de Ngoulmendjim nécessite une approche haute résolution car :

- Le projet est trans-bassin avec une prise d'eau dans le Komo et une restitution dans la petite Tsibilé.
- Le projet est situé en amont de tout ouvrage et constitue le premier barrage sur le Komo ;
- La région ichthyologique du Komo est caractérisée par un fort endémisme et la présence de nombreuses espèces critiques y compris de flore aquatique au sens du critère 1, 2 et 3 de la SFI PS6 ;
- Le tronçon court-circuité est d'environ 56 km.

Comme préconisé par les lignes directrices de la SFI, l'évaluation du débit réserve sera à mener selon une approche pluridisciplinaire permettant un processus entre écologues, économistes, hydrologues et sociologues. Plusieurs méthodologies sont présentées dans la section 6 du guide de la SFI comme pouvant mettre en œuvre une haute résolution avec notamment la méthodologie BBM et DRIFT, déjà implémentées par ARTELIA sur d'autres projets :

Ci-dessous un extrait du guide IFC décrit les deux approches.

La BBM (Building Block Methodology) est essentiellement une approche qui se veut holistique prescriptive, conçue pour déterminer un régime d'écoulement afin de maintenir une rivière dans un état prédéterminé. Une équipe d'experts analyse les besoins en débit de différents biotes aquatiques ou d'autres indicateurs de sensibilité. Le BBM a été conçu pour répondre aux réalités sud-africaines de données d'entrée, d'argent et de temps limités.

L'approche dépend des connaissances disponibles, des opinions d'experts et de nouvelles données spécifique du projet obtenue par différent état initiaux, qui sont utilisées dans un ensemble structuré d'activités pour décrire un débit environnemental. Le BBM a en outre donné l'impulsion à l'évolution de plusieurs méthodologies holistiques alternatives de flux environnementaux, notamment la méthodologie DRIFT (Downstream Response to Imposed Flow Transformations).

La méthodologie DRIFT est une approche interactive, basée sur des scénarios, conçue pour être utilisée dans les négociations, importante lorsque des projets complexes et des multi-projets et/ou multi-captages doivent être évalués avec plusieurs opérateurs et lorsqu'un scénario peut être déterminé. L'approche DRIFT a besoin de données solides pour établir une relation semi-quantitative et quantitative entre le débit et les indicateurs sensibles.

Les efforts et coûts de la SFI à prévoir pour ce type d'analyse haute résolution est indiqué dans le tableau ci-dessous.

Tableau 3 : Coût des évaluations de flux à basse, moyenne et haute résolution

Niveau de résolution	Unit	Low résolution	Medium Résolution	High résolution
Équipe et effort				
Nombre de praticiens Eflow	Participant	1	1-2	1-2
Nombre de spécialiste	Participant	1-2	2-6	6-10
Nombre de visites	Voyages	1	1-2	2-3
Nombre de scenarios	Nombre	1-4	3-4	4
Durée	Mois	1-2	6-12	6-24
Estimations de temps et de coûts				
Préparation	Homme/ j	1-2	10-30	20-50
Collection de donné	Homme/ j	2-4	10-40	40-80
Évaluation	Homme/ j	1-3	10-40	40-110
Write-up	Homme/ j	1-3	10-30	30-50
Total	Homme/ j	5-12	40-140	130-290
Coût	\$ (x 1000)	4-10	30-110	100-400
Additional time and level of effort				
Flow routing for peaking	Homme/ j	n/a	10-20	15-30
Mesures de restauration et compensation	Homme/ j	n/a	10-20	20-60
Aspects/ Engagements des parties prenantes	Homme/ j	n/a	20-40	30-60
Spécialiste supplémentaire	Homme/ j	n/a	15-25	20-40
Scénario supplémentaire	Homme/ j	n/a	2-10	2-10

Dans le cadre du projet de Ngoulmendjim, il nous parait plus pertinent de développer une méthodologie dérivée de la BBM pour les raisons suivantes :

- La BBM peut permettre de proposer un débit réservé par une approche inverse basée sur des contraintes. Les contraintes pour les éléments sensibles seront exprimées en termes de hauteurs de pointes, de vitesses de courants, de hauteurs d'eau, de vitesse de variation des niveaux d'eau. Les contraintes proviendront soit directement de la bibliographie, soit seront exprimées via des entretiens menés par les référents débit réserve avec les experts du sujet. Les contraintes les plus dimensionnantes seront mises en évidence et utilisées pour construire les scénarios de débit réservé et plus généralement de gestion des débits à l'aval.
- Les données disponibles dans ce domaine et cette région sont très limitées nécessitant de nombreuses hypothèses difficiles à soutenir pour construire par exemple les courbes de réponse DRIFT. En cas de manque de données, une approche plus directe par avis d'expert tel que le permet la BBM reste plus robuste.
- Les impacts potentiels d'un mode de fonctionnement de type éclusées (peaking) ont été rapidement identifiés comme inacceptables et ont donc été déterminants dans la conception du projet. Il n'est pas envisagé une

utilisation en éclusée (peaking) sans toutefois s'interdire complètement de faibles variations journalières sans impact sur la biodiversité. Ces « faibles variations » pourront être déterminés par la BBM.

1.3. FOCUS SUR LES EXPERTS

Le groupe d'expert ayant contribué au présent rapport est présenté au tableau ci-dessous.

Tableau 4 : Liste des experts

Specialty	Associate expert in the BBM
Sociologue	Diane Caroen
Biodiversité	Renald BOULNOIS
Sensibilité et fonction des habitats	Guillaume CAPDEVIELLE
Géomorphologie et transport sédimentaire	Camille JOURDIN
Génie civil	Gaëtan DAUTOIS
Hydrologie / Hydraulique / Géomorphologie	Sébastien Derrien
Qualité de l'eau/Biodiversité	Frédéric Mathieu

2. METHODOLOGIE

La méthodologie développée est basée sur la méthodologie du Building Block Model. Cette approche permet de diviser le processus en plusieurs tâches plus petites. Les séances de travail ont été organisées par des experts en rivière. Ceci a abouti à une première estimation relativement rapide de l'Exigence de Débit Environnemental (EDE) pour chaque rivière ciblée au niveau du Projet.

La méthodologie repose sur les hypothèses suivantes :

- Les organismes vivants dans un cours d'eau peuvent s'adapter aux fluctuations naturelles du débit, même lorsqu'elles sont élevées ou imprévisibles. Cependant, des débits qui ne correspondent pas aux normes naturelles de ce cours d'eau peuvent perturber l'écosystème de manière significative et changer sa nature fondamentale. En d'autres termes, les organismes aquatiques peuvent tolérer les fluctuations de débit normales, mais des changements extrêmes ou inhabituels peuvent entraîner des conséquences graves sur leur survie et leur reproduction.
- L'identification des composantes les plus importantes du régime naturel des débits et leur incorporation en tant que partie du régime de débit modifié facilitera le maintien du biote naturel et du fonctionnement de la rivière.
- Certains types de débit influencent la géomorphologie du lit de la rivière plus que d'autres. L'identification de ces débits et leur incorporation dans le régime de débit modifié aidera à maintenir la structure du lit naturel et la diversité des biotopes physiques.

Le régime de débit modifié (RDM) est constitué de débits qui permettent de maintenir la rivière dans un état désiré. Les débits nécessaires sont déterminés lors des sessions de consultations d'experts (atelier BBM). Ces consultations prennent en compte les caractéristiques du régime naturel de la rivière telles que la pérennité, les débits de base, les crues et les petites impulsions de débit élevé. Les parties de chaque débit sont considérées comme des blocs de construction qui créent l'EDE (voir Figure 4), chacun remplissant une fonction écologique ou géomorphologique requise. Le premier bloc de construction définit la pérennité requise de la rivière et le calendrier des saisons sèches et humides. Les blocs de construction ultérieurs ajoutent des débits plus élevés essentiels.

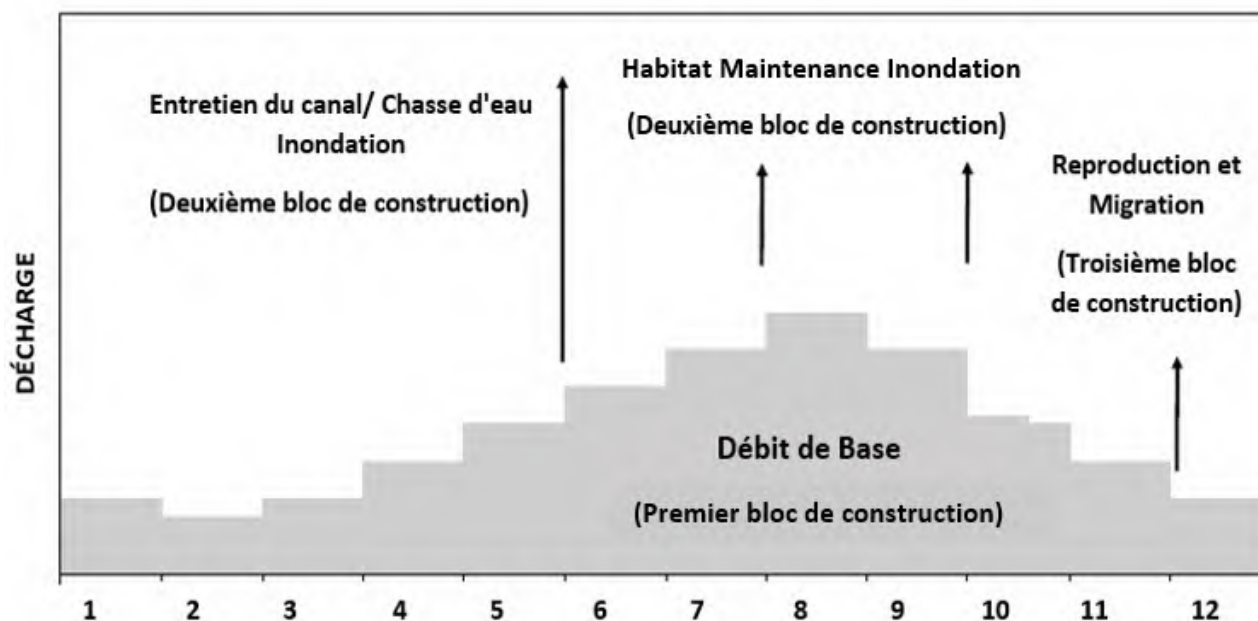


Figure 4 : Exemple d'un EDE hypothétique créé à l'aide du BBM (Tharme & King 1998)

La **BBM** comprend 3 grandes étapes qui se basent sur :

- Définition du contexte (synthèse d'information) du/des bassins versants
- Ateliers d'expert d'échange d'information et d'analyse croisée
- Restitution/ synthèse de la donnée collectée

Ces étapes du **BBM** sont détaillées ci-après.

2.1. PREMIERE ETAPE : DEFINITION DU CONTEXTE PAR LES DIFFERENTS EXPERTS

Un ensemble structuré d'activités est mis en œuvre par différents experts thématiques pour collecter et synthétiser les informations pertinentes disponibles dans la zone du projet. L'ensemble des informations est présenté dans la section 3 avec :

- **Caractérisation des environnements physique et humain avec en particulier :**
 - **Synthèse des investigations sociale dans la zone d'étude.** Les investigations par des sociologues ont été réalisées dans le cadre de l'EIES de 2019 pour déterminer les communautés locales, ou tout autre groupe de personnes, qui dépendent directement de l'écosystème fluvial (voir partie 3.6).
 - **Description du régime d'écoulement.** Sur la base des rapports hydrologiques établis lors de la conception du projet, la nature et les caractéristiques des différents écoulements des sites du projet sont décrits. Ces régimes d'écoulement sont simulés pour les sites sélectionnés le long de la rivière. Les données hydrologiques sont utilisées dans les délibérations sur les débits pendant les sessions de consultation d'experts (voir partie 3.2).
 - **Évaluation des caractéristiques géomorphologiques de la zone d'étude.** Les cartes du bassin versant, de la topographie, de la production de sédiments, de l'utilisation des terres, et des précipitations sont utilisées pour identifier les liens probables entre le bassin versant et le caractère changeant de la rivière. Les résultats sont combinés avec les informations issues des vidéos faites par drone et les photos aériennes. Ainsi une description de la nature géomorphologique actuelle de la rivière et l'identification des zones sensibles susceptibles de changer avec la manipulation future du débit est produite (voir partie 3.2 et 3.3).
 - **Description des écoulements hydrauliques pour chaque tronçon.** L'analyse hydraulique de chaque tronçon consiste à décrire le profil en long de chaque site, les variations des conditions hydrauliques en fonction du

débit et la répartition de l'eau dans le canal à différents débits. Elle implique également la description des caractéristiques physiques du biotope présent et de la manière dont ces caractéristiques peuvent être affectées par les variations de débit. (Voir partie 3.2, et 3.5). Les informations sont issues pour partie de l'EIES de 2019 et pour partie développées dans le cadre du présent rapport.

- **Évaluation de la chimie de l'eau de la zone d'étude.** Quatre campagnes de mesures aux ont été réalisées par TEREA dans le cadre de EIES, afin de caractériser l'état physico-chimique des eaux sur le site du projet (TEREA, 2018). L'échantillonnage a été réalisé sur 11 stations permettant de caractériser la qualité des eaux du Komo, de la Tsibilé et de la Petite Tsibilé (voir partie 3.1.1.5). Une modélisation de la qualité des eaux dans le réservoir a également été entreprise dans le cadre de l'EIES de 2019.
- **Caractérisation de l'environnement naturel avec :**
 - **Réalisation de relevés biologiques dans la zone d'étude et études bibliographiques.** Dans le cadre de l'EIES de 2019, des inventaires et des revues bibliographiques ont été développés afin de caractériser les habitats naturels présents dans la zone d'étude. Cette analyse a permis de décrire les différentes végétations aquatiques et terrestre ainsi que la faune aquatique liée aux cours d'eau et à leurs abords immédiats (voir partie 3.5).
 - **Détermination des habitats sensibles et de l'importance de la zone d'étude pour la préservation de la biodiversité.** L'évaluation est basée principalement sur les informations existantes et les connaissances des experts et plus particulièrement les informations suivantes :
 - L'analyse de l'état initial des milieux physique et humain réalisée dans le cadre de l'EIES (2018, 2019) par ARTELIA ;
 - L'analyse de l'état des lieux de la biodiversité de la zone du projet menée par TEREA entre 2017 et 2018 et complété par BIOTOPE entre 2019 et 2020 ;
 - Une mission sur site en juillet 2018 dédiée à l'analyse du débit écologique du tronçon court-circuité avec un expert environnement, un expert biodiversité et un expert de la morphologie et des écoulements des rivières ;
 - Une analyse d'information aériennes sur la base (i) des orthophotographies disponibles complétées par (ii) des survols de drones réalisés durant la mission de juillet 2018. Ces survols ont concerné la petite Tsibilé et Tsibilé (4 sections de 1,5 km), le réservoir du Komo (2 sections de 1 km), le TCC (1 section de 1 km), et la confluence entre la Mbei et le Komo (une section de 1 km). La vidéo permet une meilleure appréhension des écoulements pour chaque tronçon de la rivière. (Voir partie 3.2). Les informations aériennes ont été examinées par les différents experts (voir partie 1.3) pour leurs parties respectives.

2.2. DEUXIEME ETAPE : ATELIERS D'ECHANGE ENTRE EXPERTS

Plusieurs séances de travail ont été organisé entre les différents expert thématiques.

- **Session 1 : échange des informations**

Des séances de travail ont été organisés afin que chaque expert thématique présente ses résultats aux autres experts thématiques. L'objectif est de permettre une analyse pluridisciplinaire transverse ou holistique.

En particulier, l'expert hydrologie / hydraulique présentent les conditions d'écoulement en fonction des débits dans les différentes sections du projet.

- **Séance 2 : compilation des exigences en matière de débit environnemental**

D'autres séances de travail entre expert ont été organisées pour discuter de chaque contrainte pour chaque EDE pour chaque tronçon concerné. Les discussion et développements sont présentés dans la section 5.

Après une discussion générale sur le type de régime de débit qui faciliterait le maintien de l'EMC, les débits requis sont identifiés mois par mois. Trois EMC ont été retenue : (i) permettant d'obtenir un impact résiduel négligeable et donc ne nécessitant pas de mesure de compensation, (ii) permettant d'obtenir un impact résiduel modéré, nécessitant des mesures de compensation couvrant la perte partielle de biodiversité et (iii) la perte totale de biodiversité sur le tronçon nécessitant des mesures de compensation couvrant la perte totale de biodiversité.

Tout au long du processus, le modélisateur hydraulique interprète les implications en termes de profondeur, de périmètre mouillé, de vitesse ou de zones inondées pour les convertir en débit. Pour cela, il utilise des profils en long et en travers des rivières définissant plusieurs profil type représentatif. Ces profils et les tracés hydrauliques associés constituent un élément de communication nécessaire entre les écologistes et les ingénieurs (développeurs du projet). Ce qui permet de convertir les connaissances intuitives ou formelles sur les besoins des espèces en valeurs de débit utiles au planificateur (Voir partie 3.3).

2.3. TROISIEME PARTIE : SYNTHESE ET RESULTAT

Les résultats de toutes les activités sont combinés lors d'un atelier de travail final pour produire les descriptions de l'EMC (Classe de Gestion Ecologique souhaitée), avec son exigence de débit dans le contexte du projet de Ngoulmendjim (Voir section 6).

3. ELEMENTS DE L'ETAT INITIAL PRESENTES EN GROUPE DE TRAVAIL

Le processus de définition de la zone d'étude a été établi très tôt dans le cadre de la conduite du projet et a été mené conjointement pour le milieu physique, le milieu biologique et le milieu humain par les experts impliqués sur les différentes thématiques.

3.1. ASPECTS GENERAUX

3.1.1. Milieu physique

3.1.1.1. Climat

Le climat est de type équatorial, chaud et humide. Les températures varient peu au cours de l'année. Les températures moyennes sont comprises entre 21°C au Sud-Ouest du pays et 27 °C sur la côte et à l'intérieur du pays.

Les différentes saisons sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 5 : les différentes saisons climatiques

Petite saison sèche	Grande saison des pluies	Grande saison sèche	Petite saison des pluies
Décembre - janvier	Février - mai	Mai - septembre	Septembre - décembre

Le climat est un élément extrêmement sensible qui fait l'objet de nombreuses conventions internationales qui s'inscrivent dans la perspective du changement climatique. Bien que le lac de retenue mesure 30 km², aucun impact sur le climat local n'est anticipé. Les modifications dans l'évapotranspiration (forêt remplacée par de l'eau) et les modifications localisées des écoulements concernent des surfaces et des écarts négligeables pour affecter le climat local.

3.1.1.2. Géologie, sols et sismicité

Tous les ouvrages du projet hydroélectrique de Ngoulmendjim sont implantés au niveau des formations géologiques archéennes du socle cristallin. Au droit du barrage, les amphibolites constituent la lithologie principale. Elles affleurent au droit du lit du Komo et sont recouvertes en rive gauche et droite par une épaisse couverture argilo-sableuse (sols latéritiques).

D'importantes quantités de déchets solides vont être générées par les activités de construction au niveau des camps et des cantines, les risques de pollution des sols sont importants si ces déchets ne sont pas gérés de façon appropriée, avec des impacts indirects sur la qualité des sols.

Il est peu probable que la sismicité locale soit affectée par le projet d'aménagement, car les données actuelles de l'état initial ne montrent aucun signe de sensibilité de la sismicité aux projets. Etant donné que le volume de la retenue et du barrage prévu est relativement faible, il n'est pas attendu qu'ils aient un impact significatif sur la sismicité de la zone du projet.

3.1.1.3. Hydromorphologie

Les impacts attendus sur le transport sédimentaire et de la dynamique fluviale sont :

- Le Fleuve Komo : tronçon de la retenue, tronçon court-circuité, Komo aval jusqu'à l'estuaire compris.
- La Petite Tsibilé puis la Tsibilé : à l'aval de la restitution jusqu'à l'embouchure avec le Komo.

couverture latéritique (argile sableuse), le ruissellement de surface est donc la façon de migration principale de l'eau de pluie

3.1.1.5. Qualité de l'eau

La qualité des eaux dans la Petite Tsibilé et la Tsibilé montrent des caractéristiques similaires. Les valeurs des paramètres de qualité des eaux montrent globalement une bonne qualité des eaux au regard de la directive OMS, 2017, sur les eaux de boissons. Les eaux sont également riches en fer, entre 200 et 1000 µg/L. Les eaux gabonaises sont caractérisées par leur richesse en aluminium du fait de la présence d'un substratum riche en hydroxide de fer et d'aluminium, de fait cette composition des eaux est normale.

En ce qui concerne le mercure, les résultats indiquent que l'eau ne présente pas de risque pour la consommation comme eaux de ressource, mais que la consommation régulière de poissons dans la zone du projet peut présenter un risque sanitaire à long terme.

La dégradation de la qualité des eaux de surface peut entraîner des conséquences sur la vie aquatique, les usages de l'eau et également les maladies hydriques. **Il s'agit donc d'une composante sensible du milieu physique.**

3.1.2. Milieu biologique

La biodiversité constitue l'un des enjeux majeurs du projet. L'analyse de la biodiversité de ce projet s'est portée sur deux zones d'études :

- **Zone couverte par les prospections** : il s'agit de la région d'implantation du barrage. La fonctionnalité du site d'implantation y est analysée, la position du projet au sein du bassin versant, du paysage terrestre, sa localisation par rapport aux villages et aux communautés humaines, usages.
- **Zone d'impact potentielle du projet** : cette zone couvre une surface de 24 810 ha. L'état initial y est analysé de manière ciblée. Cette analyse s'appuie à la fois sur les informations issues de la bibliographie et sur des observations de terrain.

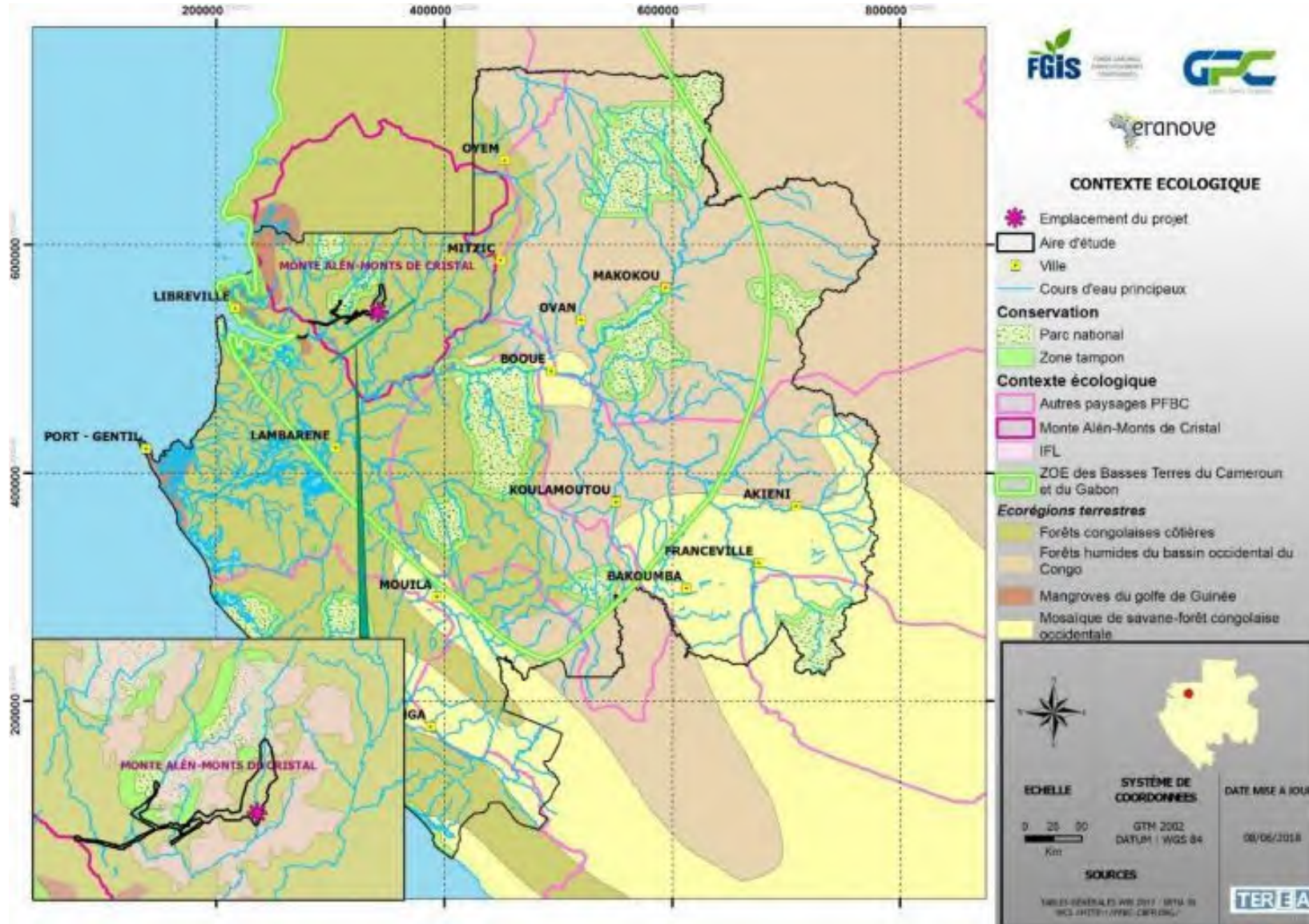


Figure 6 : Contexte écologique général de la zone d'étude (Source TEREA, 2018)

3.1.2.1. Flore

Une synthèse des végétations aquatiques et humides directement liées aux cours d'eau et à leurs abords immédiats aboutit à la typologie suivante (Adapté de STEVART et al., mai 2018, Missouri Botanical Garden) :

- Zones d'eau vive : rivières larges (Komo et Mbé), de taille moyenne (Tsibilé et Petite Tsibilé) et petits ruisseaux ;
- Rapides et radiers à Podostémacées (rivières larges et moyennes) ;
- Marigots ;
- Forêts riveraines à forte humidité.

Ces habitats aquatiques et immédiatement riverains sont composés d'assemblages viables d'espèces végétales qui sont en grande partie indigènes et/ou dont les fonctions écologiques primaires et les compositions d'espèces n'ont pas fondamentalement été modifiées par l'activité humaine.

Une synthèse de ces travaux conclut à la présence de 45 espèces menacées ou potentiellement menacées sur la zone d'impact potentielle du projet. Parmi elles on recense :

- 3 espèces « en danger critique d'extinction » (CR, statut consolidé 2018) : *Epistemma sp. nov.*, *Cyrtorchis sp. nov.* ? et *Grewia drummondiana* (non collectée, pas de photo) ;
- 10 espèces « en danger d'extinction » (EN) : *Agelaea gabonensis* (non collectée), *Bridelia wilksii* (non collectée), *Cassipourea acuminata*, *Crossandrella cristalensis*, *Ledermanniella pusilla* (Statut IUCN), *Liparis joannis-kornasii*, *Palisota plicata sp. nov. ined.*, *Sirdavidia solannona* (non collectée), *Tetrorchidium gabonense* et *Tieghemella africana*.
- 29 espèces « vulnérables » (VU ou VU? selon la méthodologie de référence du Missouri Botanical Garden) dont 2 espèces appartenant à la famille des Podostémacées (*Inversodicraea aff. thollonii 'MDC' sp. nov.*, *Ledermanniella aloides*) et 11 espèces endémiques (Tableau 6).

25 espèces végétales sont susceptibles de déclencher un habitat critique sur l'aire d'étude rapprochée (3 espèces CR, 11 espèces EN et 11 espèces à distribution restreintes). Parmi ces espèces, **3 sont des espèces aquatiques appartenant à la famille des Podostémacées.**

Tableau 6 : Liste des espèces vulnérables sur la zone de prospection du site Ngoulmendjim

N°	ESPECE	PAYS	DESKTOP ANALYSIS	COLLECTEE	HABITAT
1	<i>Amphiblemma setosum</i>	Gabon (à répartition restreinte)	oui	non	Forêt de pente
2	<i>Amphiblemma soyauxii</i>	Gabon, Cameroun	oui	non	Bas-fond en forêt
3	<i>Anthocleista laxiflora</i>	Gabon, Guinée Equatoriale, Congo	oui	non	Forêt riveraine
4	<i>Begonia erectotricha</i>	Gabon (à répartition restreinte)	oui	non	Forêt de terre ferme
5	<i>Begonia heterochroma</i>	Gabon, Cameroun	oui	non	Forêt de terre ferme
6	<i>Culcasia rotundifolia</i>	Gabon, Guinée Equatoriale	oui	non	Forêt de pente
7	<i>Cyperus cataractarum</i>	Gabon, Cameroun, Nigeria	oui	non	Îlots rocaillieux inondables, berges rocaillieuses inondables
8	<i>Diospyros crassiflora</i>	Gabon, Cameroun, Congo-Brazzaville, RDC, République Centrafricaine, Nigéria	oui	oui	Forêt
9	<i>Gaertnera gabonensis</i>	Gabon (à répartition restreinte)	oui	non	Forêt de pente et de crête
10	<i>Impatiens pseudomacroptera</i>	Gabon (à répartition restreinte)	oui	non	Forêt riveraine, forêt de pente
11	<i>Inversodicraea cristata</i>	Gabon, Cameroun, Congo-Brazzaville, République Centrafricaine, Angola	oui	non	Chutes et rapides
12	<i>Isomacrolobium hallei</i>	Gabon (à répartition restreinte)	oui	non	Forêt riveraine, bas-fond
13	<i>Lastreopsis davalliaeformis</i>	Gabon, Guinée Equatoriale, Cameroun, RDC	oui	non	Îlots rocaillieux inondables, berges rocaillieuses inondables
14	<i>Ledermannia aloides</i>	Gabon (à répartition restreinte)	non	oui	Rapides des grandes rivières

N°	ESPECE	PAYS	DESKTOP ANALYSIS	COLLECTEE	HABITAT
15	<i>Mapania secans</i>	Gabon, Cameroun	oui	non	Bas-fond marécageux, forêt de pente
16	<i>Neolemonniera batesii</i>	Gabon, Guinée Equatoriale, Cameroun, Côte d'Ivoire	oui	non	Forêt riveraine, forêt de pente
17	<i>Pauridiantha triflora</i>	Gabon (à répartition restreinte)	non	oui	Forêt riveraine, forêt de terre ferme
18	<i>Pavetta mayumbensis</i>	Gabon, Cameroun, Angola	oui	non	Forêt de pente et de crête
19	<i>Pavetta stemonogyne</i>	Gabon, Cameroun	oui	non	Forêt de pente et de crête
20	<i>Polystachya bipoda</i>	Gabon, Guinée Equatoriale, Cameroun	oui	non	Forêt de terre ferme
21	<i>Rhaphiostylis fusca</i>	Gabon, RDC, Côte d'Ivoire	oui	non	Forêt de terre ferme ?
22	<i>Rutidea ferruginea</i>	Gabon, Guinée Equatoriale, Cameroun	oui	non	Forêt riveraine
23	<i>Tridactyle minutifolia</i>	Gabon, Guinée Equatoriale	non	oui	Forêt de terre ferme, forêt riveraine
24	<i>Vittaria schaeferi</i>	Gabon, Cameroun	oui	non	Forêt de pente et de crête
Nouvelles espèces potentielles					
25	<i>Culcasia aff. mannii</i>	Gabon (à répartition restreinte)	non	oui	Forêt riveraine
26	<i>Eriocoelum sp. nov. ?</i>	Gabon (à répartition restreinte)	non	oui	Forêt de terre ferme
27	<i>Hymenocoleus bracteosus sp. nov.</i>	Gabon, Guinée Equatoriale	non	oui	Forêt de pente
28	<i>Inversodicraea aff. thollonii 'MDC' sp. nov.</i>	Gabon (à répartition restreinte)	non	oui	Rapides
29	<i>Mostuea sp. nov.</i>	Gabon (nouvelle signalisation), Guinée Equatoriale, Nigeria ?	non	oui	Forêt de terre ferme dégradée

3.1.2.2. Faune

Pour chaque espèce, l'ensemble des critères qui « déclenchent » l'habitat critique au sens de la Norme de Performance 6 (NP6) de la Société Financière Internationale (SFI) et de la Sauvegarde Opérationnelle (OS3) du Système de Sauvegarde intégré (SSI) de la Banque Africaine de Développement (AfDB) (Tableau 7) ont été analysés. Seuls les critères 1 à 2 de la NP6 et les critères 1, 2, 6 et 7 de l'OS3 concernent les espèces présentes sur notre aire d'étude. Les autres critères ne concernent pas notre zone d'étude et son cortège spécifique.

Tableau 7 Critères qui déclenchent l'habitat critique au sens de l'OS3 de l'AfDB et de la NP6 de l'IFC.

Critère	OS3 ISS AfDB	NG6 NP6 IFC
1	Habitats d'importance significative pour les espèces en danger critique d'extinction (CR) et impactées par l'empreinte du projet.	Habitats d'importance significative pour les espèces en danger critique d'extinction (CR) ou en danger d'extinction (EN)
2	Habitats d'importance significative pour les espèces et sous-espèces endémiques et/ou à aire de répartition restreinte	Habitats d'importance significative pour les espèces endémiques ou à distribution restreinte
3	Habitat abritant des concentrations globalement significatives d'espèces migratrices et/ou d'espèces grégaires	Habitat abritant des concentrations globalement significatives d'espèces migratrices et/ou d'espèces grégaires
4	Ecosystèmes d'importance régionale et/ou très menacés ou uniques	Ecosystèmes gravement menacés et/ou unique
5	Zones associées à des processus évolutifs clés	Zone associée à des processus fondamentaux d'évolution

6	Zones importantes pour les espèces vitales pour les écosystèmes, telles que les espèces clés de voûte	/
7	Zones qui alimentent les réseaux écologiques	/

Les espèces de faune aquatiques et riveraines susceptibles de déclencher l'habitat critique sont répertoriées dans le Tableau 8.

Tableau 8 : Liste des espèces de faune aquatiques et riveraines susceptibles de déclencher l'habitat critique au sens de la NP6 sur l'aire d'étude rapprochée.

Espèces de faune aquatiques et riveraines susceptible de déclencher l'habitat critique	
Poissons	A ce stade, 22 espèces de poissons sont susceptibles de déclencher un habitat critique sur l'aire d'étude rapprochée : 3 espèces menacées (EN) connues du bassin du Komo et potentiellement présente sur l'aire d'étude, (<i>Plataplochilus chatcopyrus</i> , <i>Anphyosemion alpha</i> , <i>Neolebias kerguennae</i>), 1 espèce en danger critique d'extinction (CR) connue du bassin du Komo mais pas recensée à ce stade dans la zone d'étude (<i>Fontitrygon ukpam</i>), 2 espèces à distribution restreinte (hors killies) recensées sur l'aire d'étude (<i>Chromidotilapia sp. nov.</i> , recensée en amont de la Tsibilé et <i>Neolebias cf. unifasciatus sp. nov.</i> , recensée en amont du Komo) ainsi que 16 espèces de Killies à distribution restreinte.
Amphibiens	A ce stade, 4 espèces de Grenouilles (dont 3 sont des probables nouvelles espèces pour la science) sont susceptibles de déclencher l'habitat critique dans la zone d'impact potentielle du projet : <i>Leptodactylon stewarti</i> , <i>Arthroleptis sp.</i> , <i>Hymenochirus sp. nov. ?</i> , <i>Leptopelis sp.</i> .
Reptiles	A ce stade, 1 espèce de reptile est susceptible de déclencher l'habitat critique : le Crocodile à long museau, en danger critique d'extinction, <i>Mecistops cataphractus</i> (CR).

Notes :

- L'état initial biodiversité sera renforcé par des études complémentaires à venir dans l'année 2023. Ces études porteront sur les végétations, les poissons et les amphibiens ;
- Les milieux aquatiques et riverains abritent également de riches communautés de macro-invertébrés benthiques. Ces derniers ont fait l'objet d'inventaires lors de l'étude de TERE, 2018 mais en l'état actuel des connaissances, aucun taxon n'est susceptible de déclencher l'habitat critique.

3.1.3. Milieu humain

La zone d'étude comprend (i) la zone des emprises physiques du projet, (ii) la zone d'influence directe dans laquelle les personnes peuvent être directement affectées et (iii) la zone d'influence indirecte dans laquelle la population pourra ressentir les effets induits par le Projet tels que les impacts économiques et sanitaires, mais de manière beaucoup plus faible, en étant exposée à d'autres sources d'impact extérieures au projet. Les enquêtes de terrain se sont essentiellement focalisées sur la zone d'influence directe, zone dans laquelle les personnes peuvent être directement affectées par le projet.

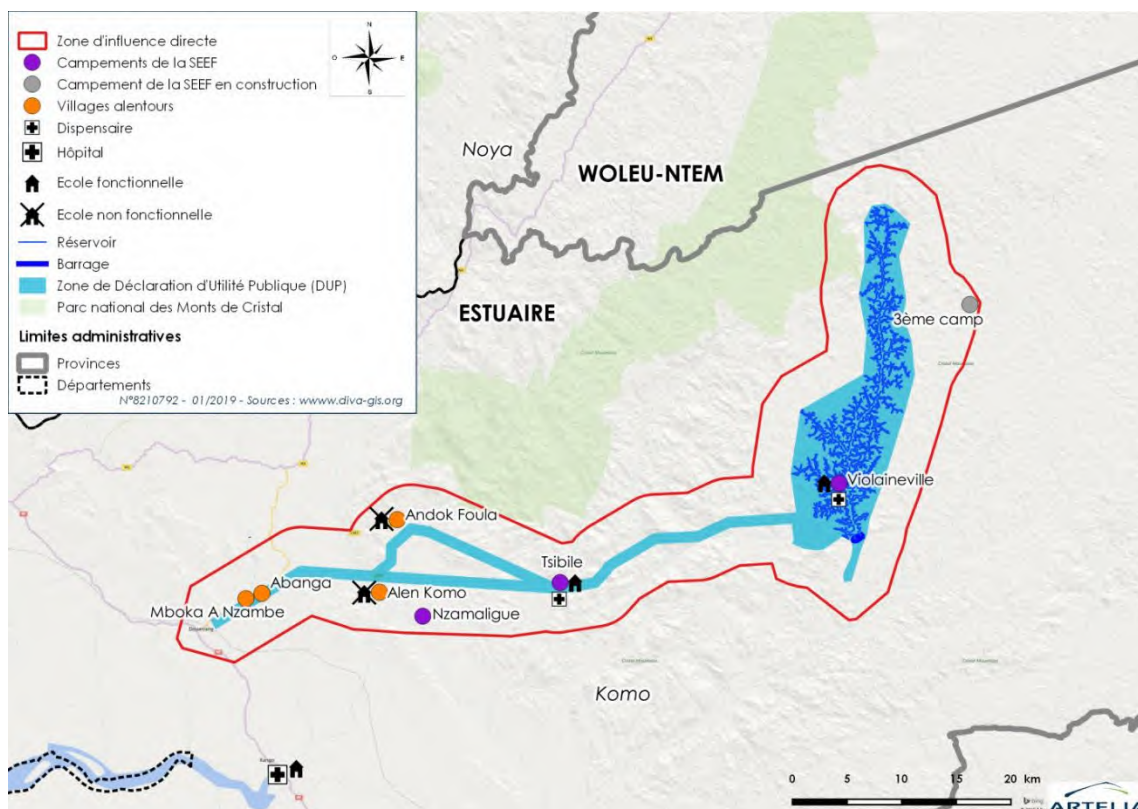


Figure 7 : Zone d'influence directe pour le milieu humain

3.2. HYDROLOGIE DU KOMO

Les données exploitées sont les séries journalières et mensuelles issues du rapport « Collecte de données » réalisé par ISL et EDF en Janvier 2018. Ces données sont reconstituées à partir des débits naturels au droit de Tchimbélé sur la rivière Mbei. Les débits caractéristiques ont ainsi été reconstitués sur la période 1998-2015.

Dans le cadre de la présente étude, la série de données établie pour le Komo à Ngoulmendjim a été ensuite extrapolée en différents points par application du ratio des surfaces de bassins versants. Ceci a été réalisé afin de déterminer les apports des principaux affluents (Mbong, Petite Tsibilé, Tsibilé) ainsi que les débits caractéristiques sur les différentes sections du cours d'eau.

3.2.1. Critères de détermination des débits biologique minimum par les méthodes hydrologiques

Les méthodes hydrologiques se basent sur trois types de données :

- **La courbe de débits classés**, pour laquelle des valeurs seuils sont considérées pour fixer le débit minimum. Compte tenu du régime hydrologique du Komo, la valeur seuil Q99% correspondant au débit dépassé en moyenne 99% du temps, soit environ 361 jours dans l'année est retenue ;
- **Des valeurs moyennes de débits associées à des durées (VCN)**, auxquelles un certain pourcentage est appliqué pour obtenir le débit minimum. La valeur de VCN10, valeur du débit moyen sur 10 jours consécutifs avec une période de retour de 2 ans, est la valeur de référence. Cette valeur paraît écologiquement pertinente pour le fonctionnement du cours d'eau ;
- **Des valeurs de débits caractéristiques** (débit moyen interannuel, débits d'étiage mensuels), auxquelles est appliqué un pourcentage pour obtenir le débit minimum. Les valeurs de module M (débit moyen interannuel) et

d'étiage Q_{MINA5} (débit moyen minimum mensuel de période de retour 5 ans) sont les valeurs retenues. En-dessous de cette dernière valeur d'étiage, les conditions hydrologiques deviennent exceptionnelles et ne représentent pas le fonctionnement de référence de la rivière. Le choix de ce type de valeur minimale constitue alors une altération significative des conditions d'étiage pour le cours d'eau.

3.2.2. Débit en aval de la zone de projet

Afin d'estimer les impacts de l'aménagement sur le cours aval du Komo (le tronçon court-circuité est d'environ 56 km) ainsi que sur la Tsibilé (dans laquelle est rejeté le débit turbiné), les principaux débits caractéristiques ont été estimés en différents points du bassin versant, en extrapolant les données de débits journaliers et mensuels tels que déterminés à Ngoulmendjim.

La carte ci-dessous présente les différents cours d'eau à l'aval du barrage.

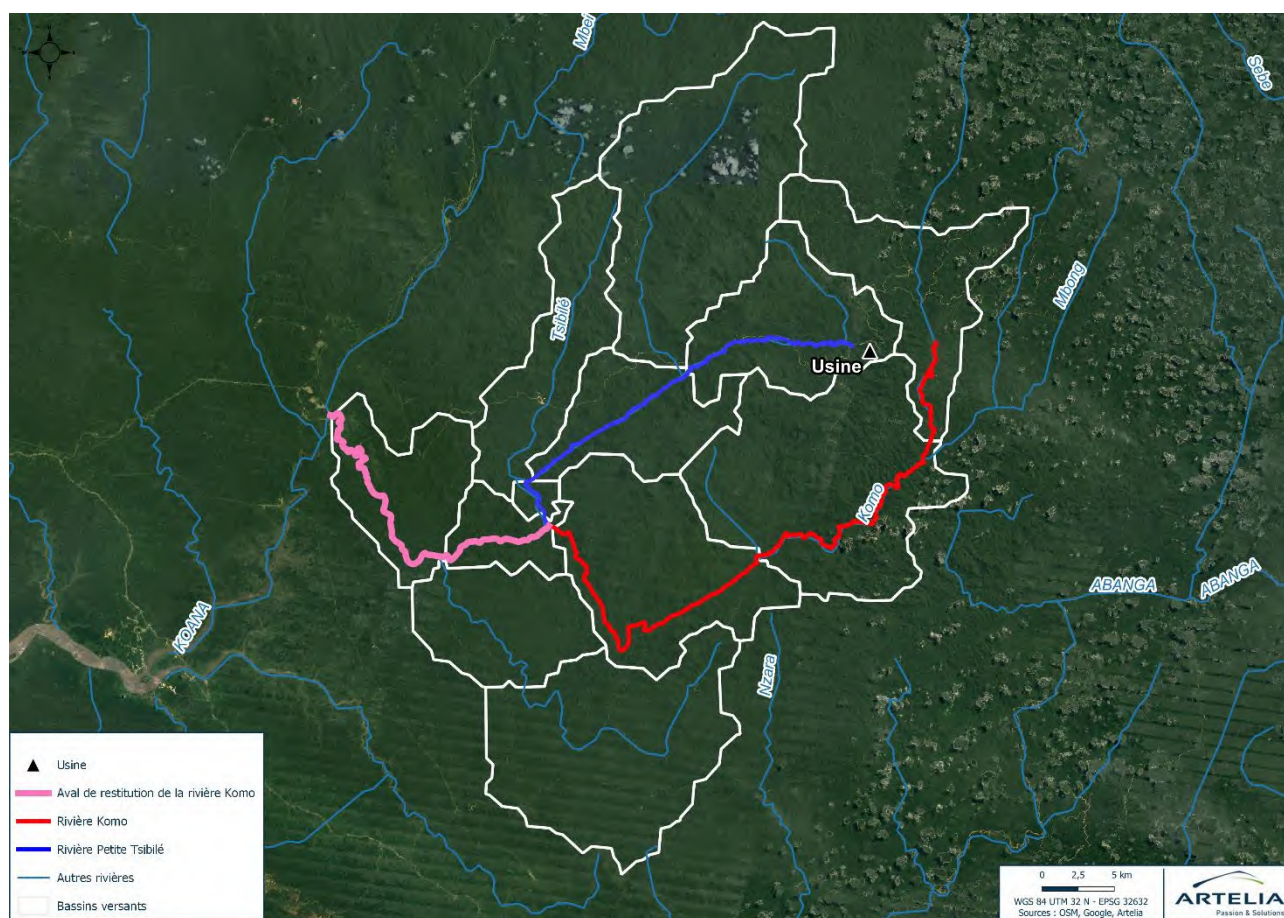


Figure 8 : Cour d'eau à l'aval du barrage

Les tronçons de rivière affectés par l'aménagement hydroélectrique de Ngoulmendjim sont :

- Le tronçon rouge de la rivière Komo amont : Il s'agit du TCC (Tronçon Court-Circuité). En effet, l'eau du Komo sera prélevée et turbinée pour la production hydroélectrique pour être relâchée dans la partie supérieure de la petite Tsibilé. L'eau turbinée sera ensuite restituée au Komo à l'aval du tronçon rouge (le TCC) et bleu (Petite Tsibilé/Tsibilé). Le TCC mesure 56 km ;
- Le tronçon bleu des rivières petite Tsibilé et Tsibilé, dans lesquelles l'eau turbinée sera déversée : ce tronçon recevra l'eau turbinée prélevée dans le réservoir de Ngoulmendjim sur le Komo ;
- Le tronçon rose en aval de la confluence des rivières Komo et Tsibilé et donc en aval de la restitution des eaux turbinés dans le Komo.

3.2.3. Amont du barrage du projet

3.2.3.1. Variabilité interannuelle

La Figure 9 caractérise l'évolution des débits annuels de la Komo à Ngoulmendjim sur la période 1998-2015. Les séries de débits annuels, les moyennes mobiles sur 3 ans et la moyenne interannuelle de la période considérée sont représentées sur la figure pour chaque période distincte.

La moyenne mobile des apports annuels permet de détecter les tendances à moyens termes des apports annuels, sur une période de 3 ans.

L'analyse de la variabilité interannuelle permet d'identifier les années ou périodes les plus sèches/humides et l'amplitude de la variabilité interannuelle.

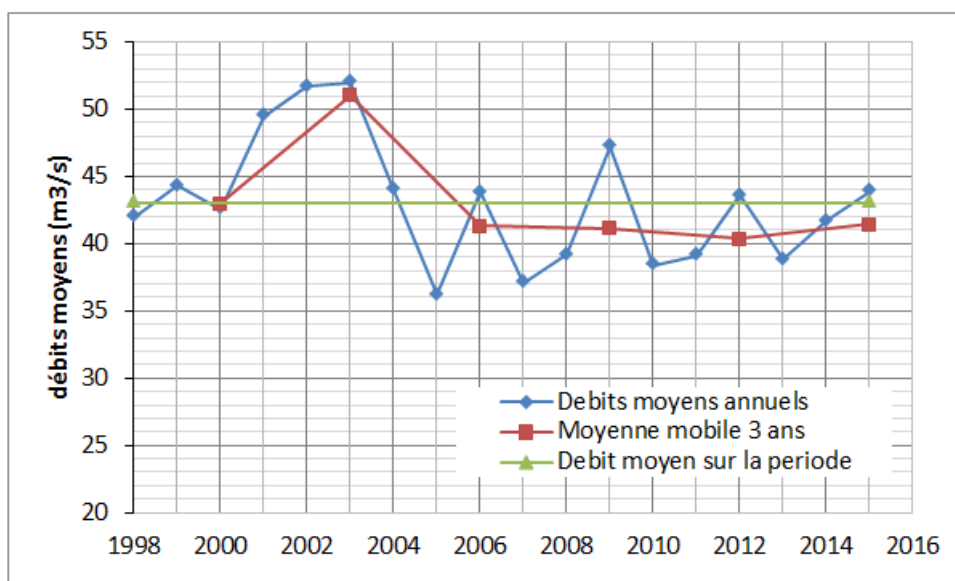


Figure 9 : Evolution des débits annuels à Ngoulmendjim sur la période 1998-2015 (m³/s).

Le module de débit interannuel au site de Ngoulmendjim est estimé à 44 m³/s.

Trois périodes ont été identifiées :

- La période 1998-2000 est marquée par une hydraulicité moyenne avec une moyenne interannuelle de 44 m³/s, en accord avec le débit moyen sur toute la période. L'année 2000 est la plus sèche de cette période avec un débit moyen annuel de 49,5 m³/s ;
- La période 2001-2003 est marquée par une forte hydraulicité avec des forts apports annuels (moyenne 51,1 m³/s). L'année 2003 est la plus humide avec un débit moyen annuel de 52 m³/s. ;
- La période 2004-2015 est marquée par une hydraulicité plus faible avec une moyenne interannuelle de 41,08 m³/s. La moyenne mobile à 3 ans montre une faible variabilité : entre 40,4 m³/s et 41,5 m³/s.

3.2.3.2. Débit d'étiage

Les débits d'étiage ont été estimés à partir des données mensuelles de l'étude réalisée par ISL-EDF (Janvier 2018) et à partir de données journalières reconstituées sur la base des données de Kinguele aval :

- Le débit mensuel d'étiage (Q_{MNA}) est estimé à 16,9 m³/s ;
- Le débit mensuel minimal ayant la probabilité 1/5 de ne pas être dépassé pour une année donnée (Q_{MNA5}) est estimé à 15,3 m³/s.

Les débits mensuels d'étiage ont été calculés sur la base des données précédentes. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 9 : Q_{MNA} du Komo à Ngoulmendjim

Période de retour	Débit mensuel minimal
Moyenne	16,9 m ³ /s
T = 2 ans	17,1 m ³ /s
T = 5 ans	15,3 m³/s
T = 10 ans	14,0 m ³ /s

Les valeurs les plus courantes de débit minimum calculées à partir de ces valeurs de débits caractéristiques (Module et Q_{MNA}) sont établies comme suit pour le Komo :

- Débit moyen interannuel :
 - En France : 10% du Module soit 4,3 m³/s
 - Aux Etats-Unis : 10 à 30% du Module soit 4,3 m³/s à 12,9 m³/s
 - En Autriche : 10 à 15% du Module soit 4,3 m³/s à 6,5 m³/s
- Débit d'étiage :
 - En France : Q_{MNA5} pour les objectifs de qualité soit 15,3 m³/s
 - En Nouvelle-Zélande : 30 à 75% du Q_{MNA5} soit 4,6 m³/s à 11,5 m³/s
 - En Allemagne : 20 à 50% du Q_{MNA5} soit 3,1 m³/s à 7,7 m³/s

Les débits moyens mensuels plus bas de chaque année sur la période 1998-2015 ont été représentés dans la Figure 10 (en bleu), ainsi que la moyenne sur la période (en vert) et la moyenne mobile à 3 ans (en rouge) :

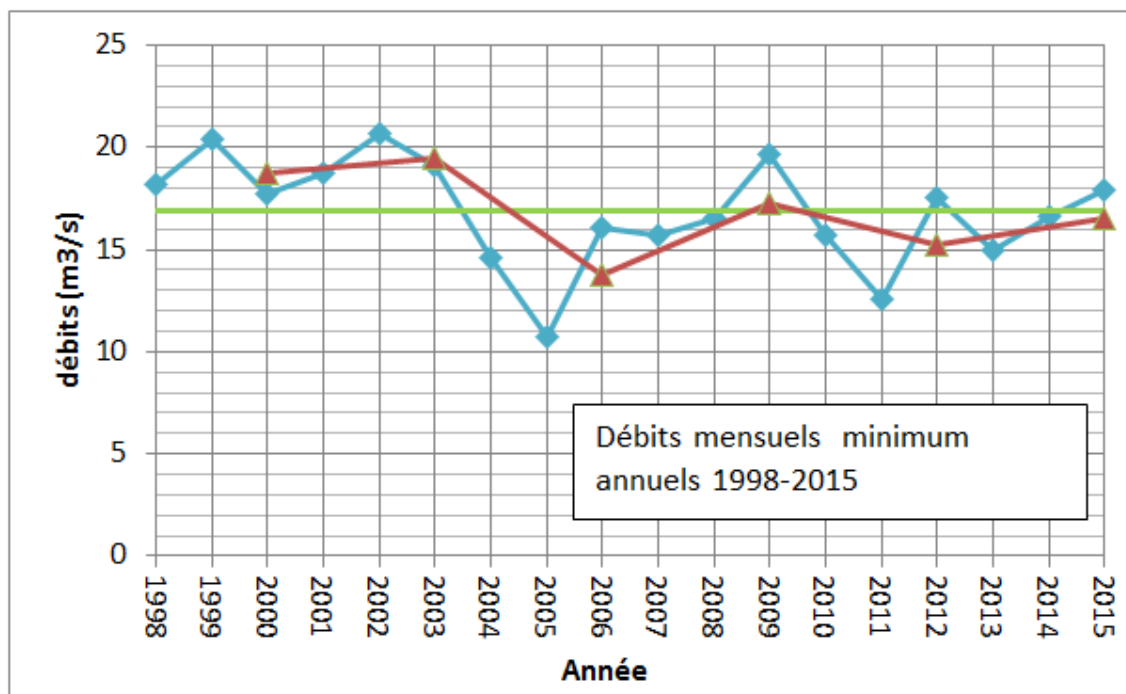


Figure 10 : Débits mensuels minimum annuels à Ngoulmendjim (1998-2015)

Les moyennes les plus faibles de chaque année correspondent au mois d'août, sauf l'année 2001 pour laquelle le débit mensuel minimum est au mois de septembre. Le débit minimum est de 10,2 m³/s sur l'année 2005.

Trois périodes d'évolution de l'étiage sont identifiés :

- 1998-2003 : l'étiage est moins marqué, les débits minimums sont supérieurs à la moyenne sur la période. La moyenne sur la période est de 19,1 m³/s.
- 2004-2008 : l'étiage est plus marqué avec des débits minimums annuels en dessous de la moyenne sur la période, avec tendance à augmenter. La moyenne sur la période est de 14,7 m³/s.
- 2009-2015 : après une baisse initiale, les débits d'étiages se stabilisent autour de la moyenne avec une variabilité interannuelle très faible. La moyenne sur la période est de 15,9 m³/s.

Le Q_{MNA} et le Q_{NMAS} sont deux variables calculées sur des moyennes mensuelles, ils ont l'inconvénient d'être soumis à l'échelle calendaire. Il apparaît parfois opportun de recourir à un pas de temps inférieur afin de limiter l'influence des précipitations. Pour cette raison, même si le Q_{MNA} reste une valeur caractéristique pour la détermination d'un ordre de grandeur des débits d'étiage, l'évaluation des niveaux de débit en période d'étiage s'appuie préférentiellement sur des données journalières.

La Figure 11 montre les VCN (débit moyen minimal annuel calculé sur n jours consécutifs) calculés à 7 jours (VCN7), à 10 jours (VCN10) et à 30 jours (VCN30), ce dernier sera comparé au Q_{MNA} .

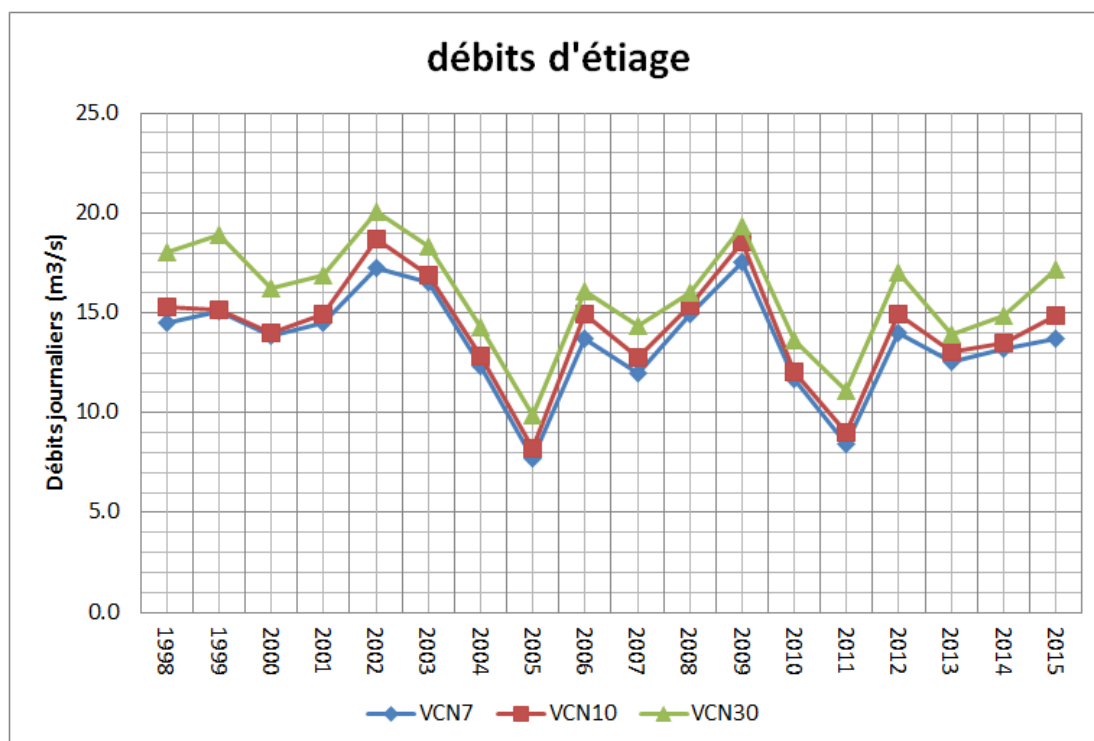


Figure 11 : VCNs calculés avec les débits journaliers à Ngoulmendjim (1998-2015)

Le tableau suivant synthétise les valeurs moyennes et minimum des débits d'étiage sur la période 1998-2015 :

Tableau 10 : Valeurs moyennes et minimum

	Moyenne (m ³ /s)	Minimum (m ³ /s)
VCN7	13,5	7,7
VCN10	14,2	8,2
VCN30	15,9	9,9
Q_{MNA}	16,9	

- **Débit minimal moyen sur n jours**

Comme pour la courbe des débits classés, la série de débits journaliers moyens reconstitués à Ngoulmendjim est utilisée pour la détermination des VCNx (débit moyen minimal annuel calculé sur n jours consécutifs).

Il est important de noter que les visites de terrain montrent l'absence d'utilisation du TCC par la population, que ce soit pour la navigation, la pêche ainsi que pour tout type de prélèvement d'eau (consommation, irrigation...).

3.2.4.1. Discussion pour l'application des débits spécifiques aux petits bassins versants

Les hypothèses de recharge ont été évaluées à l'aide de deux méthodes : l'analyse des variabilités journalières données sur le débit des cours d'eau de 1998 à 2015 et la mise en eau des petits bassins versants à l'étiage.

3.2.4.1.1. Variabilité journalière aux étiages

Les débits reconstitués sur la période 1998-2015 donnent une idée de la variabilité annuelle, saisonnière et journalière. En analysant ces données,

- L'année 2005 (Figure 14) a enregistré le débit journalier le plus faible, avec un débit moyen de 36,21 m³/s.
- L'année 2015 (Figure 15) a présenté une variabilité importante des débits, ne pouvant pas être classée comme sèche ou humide, avec un débit moyen de 43,91 m³/s.
- L'année 2003 (Figure 16) a connu le débit moyen le plus élevé, étant considérée comme l'année la plus humide avec un débit moyen de 54,51 m³/s.

Les saisons des pluies sont caractérisées par une forte variabilité des débits journaliers, tandis que la saison sèche présente une variabilité relativement constante. Les débits journaliers les plus faibles se produisent généralement en août, avec une moyenne de 17 m³/s en 2005, 20,52 m³/s en 2016, et 22 m³/s en 2003.

En utilisant ces données, la variabilité journalière des débits peut être caractérisée par une amplitude de variation moyenne (calculée en prenant la différence entre la valeur maximale et la valeur minimale de chaque jour, puis en calculant la moyenne de ces différences).

- L'amplitude de variation moyenne des débits journaliers est donc d'environ 5,8 m³/s en 2005
- L'amplitude de variation moyenne des débits journaliers est donc d'environ 12,15 m³/s en 2015
- La variabilité journalière des débits peut être caractérisée par une amplitude de variation moyenne de 9,2 m³/s en 2003

Ces débits montrent une stabilité de la disponibilité de l'eau pendant la saison sèche dans les différents cours d'eau. La stabilité de la disponibilité de l'eau pendant la saison sèche dans les différents cours d'eau indique que les cours d'eau ont un régime hydrologique stable pendant cette période, ce qui est important pour les écosystèmes et les communautés qui en dépendent.

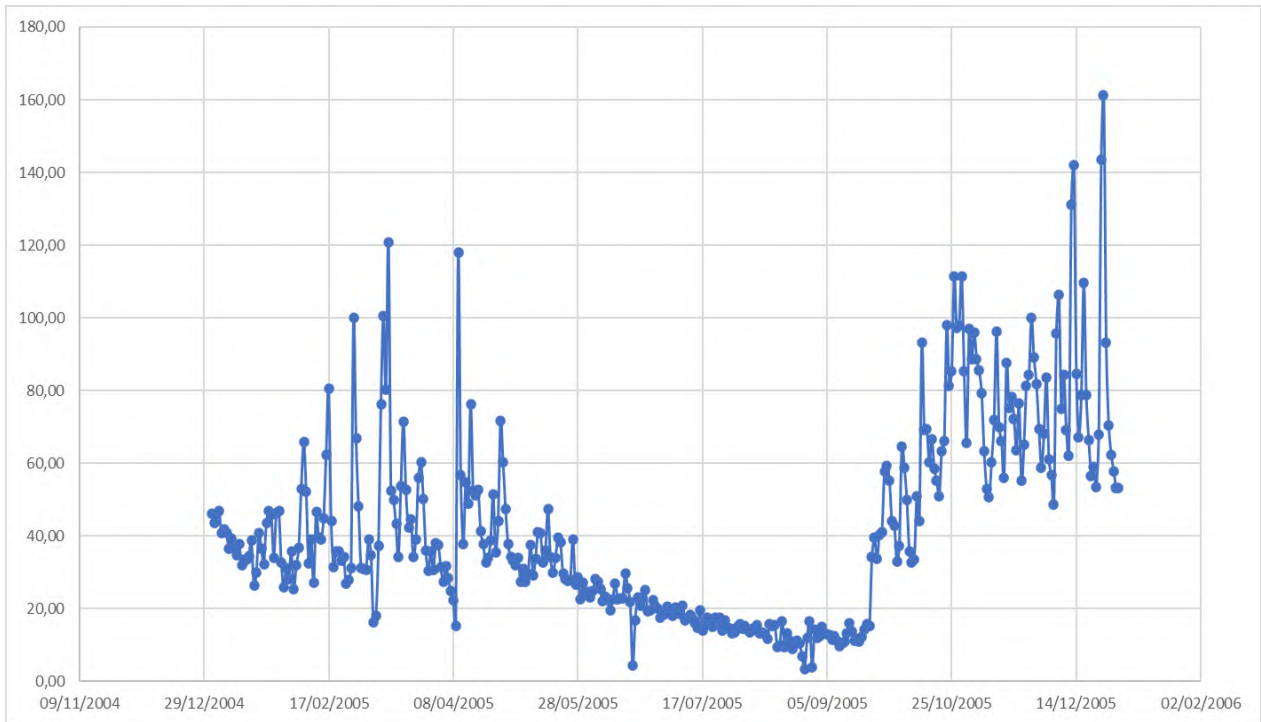


Figure 14 : Variabilité saisonnière et journalière (année la plus sèche en 2005)

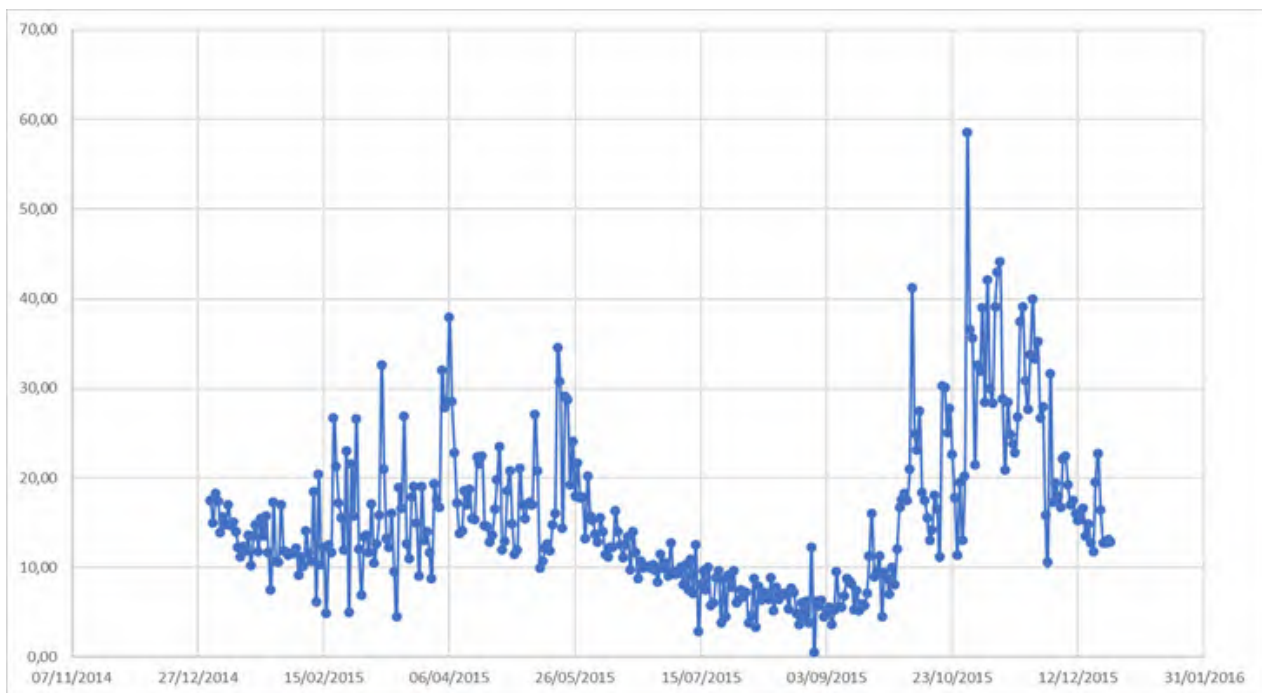


Figure 15 : Variabilité saisonnière et journalière (année intermédiaire 2015)

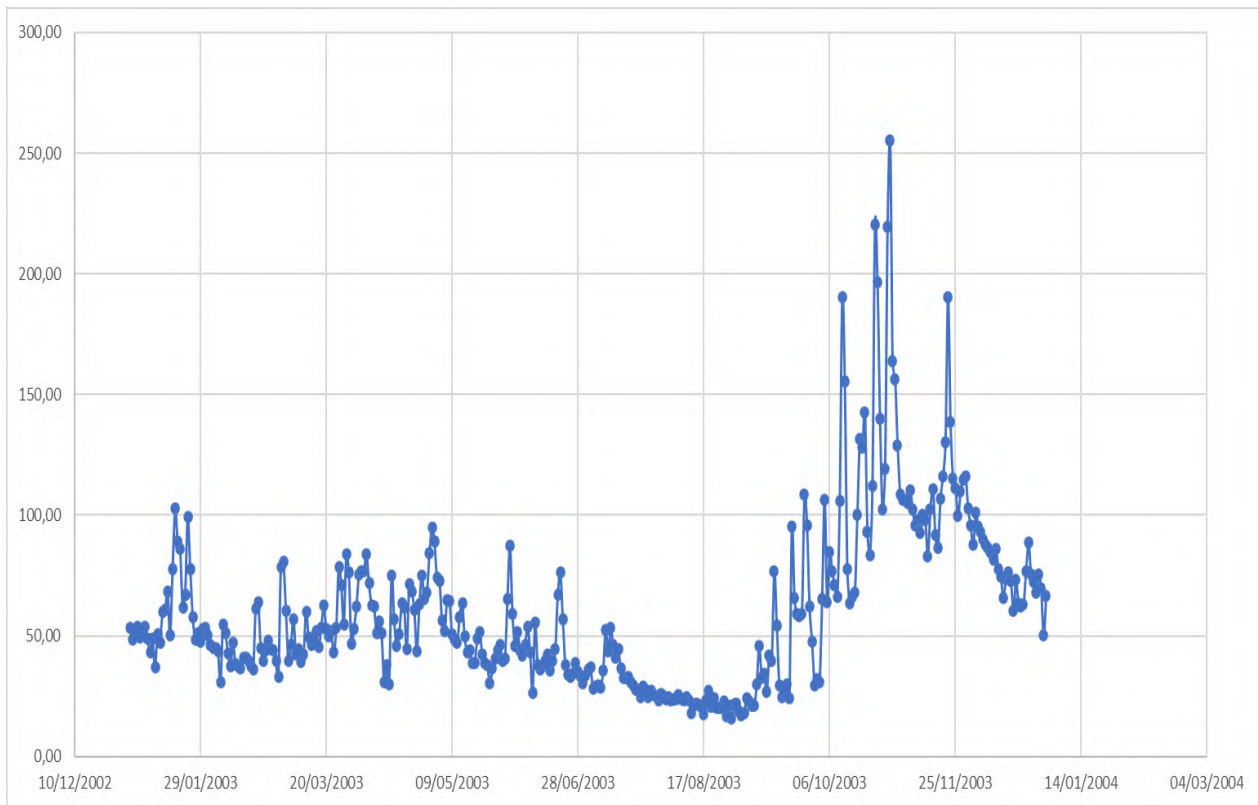


Figure 16 : Variabilité saisonnière et journalière (année la plus humide 2003)

3.2.4.1.2. Mise en eau des petits BV à l'étiage

Lors de la visite sur le terrain qui a été effectuée le 15 juillet 2018 (période d'étiage), nous avons observé plusieurs ruisseaux sous forestier dans les différents bassins versants du projet. Bien que ces observations soient réalisées durant l'étiage, ces ruisseaux avaient un débit suffisant pour maintenir une ligne d'eau et des écoulements bien visibles.

Ces cours d'eau ont été visités dans des sous-bassins forestiers à proximité des rivières Komo à l'aval du projet de barrage dans la section 1 du TCC et petite Tsibilé à l'aval immédiat du chenal de fuite. La superficie de ces ruisseaux est de 2 à 50 km². Ces cours d'eau sont suffisamment alimentés pour maintenir des débits de surface même en saison sèche. La Figure 17 montrent des exemples ruisseaux sous forestiers qui contribuent à l'alimentation de la rivière Komo pendant la saison sèche.

En conclusion, ces observations confirment que les modules spécifiques établie à l'échelle du Komo peuvent être utilisés pour les petits bassins versants de plus de 50 km² avec un faible risque d'attribuer une valeur de débit aérienne, même faible, à un ruisseau temporaire.



Figure 17 : Différents cours d'eau qui alimentent la rivière Komo.

3.2.4.2. Courbe des débits classés

Les courbes de débits classés permettent de caractériser la variabilité journalière des apports en fonction de leur probabilité de dépassement moyenne au cours d'une année.

Pour le Komo au site du barrage de Ngoulmendjim, celle-ci a été établie à partir de la chronique de débits moyens journaliers reconstituée par EDF-ISL sur la période 1998-2015. La figure ci-après présentent la courbe des débits classés ainsi obtenue au droit du barrage.

- Le débit mensuel minimal ayant la probabilité 1/5 de ne pas être dépassé pour une année donnée (QMNA5) est estimé à 5,3 m³/s.

Les débits moyens mensuels minimum sur la période 1998-2015 ont été représentés dans la figure suivante (en bleu), ainsi que la moyenne sur la période (en vert) et la moyenne mobile à 3 ans (en rouge) :

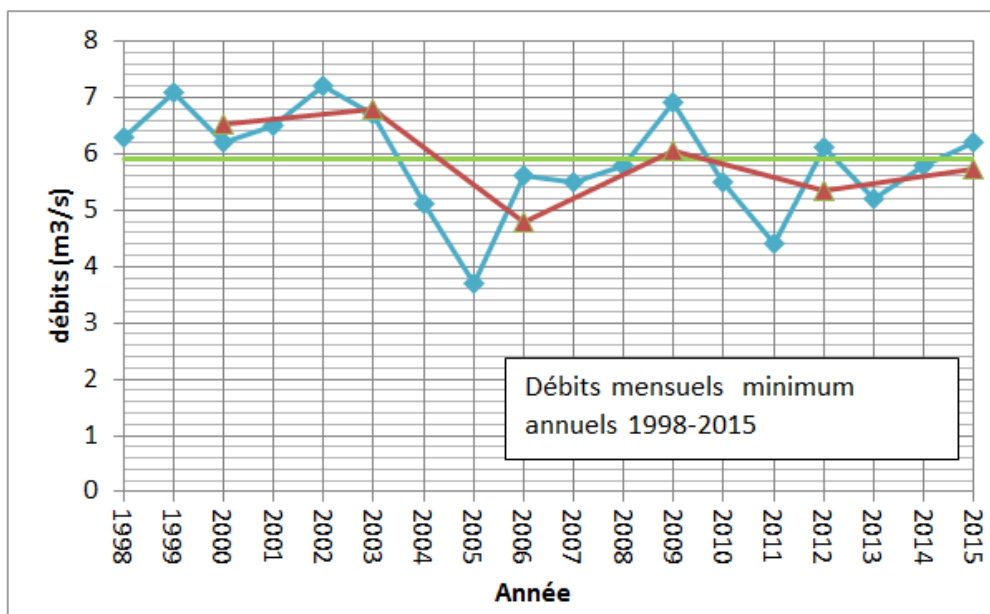


Figure 21 : Débits mensuels minimum annuels de la rivière Tsibilé (1998-2015)

3.2.5.1.2. Débits caractéristiques moyens

La Figure 22 caractérise l'évolution des débits annuels de la Tsibilé en amont de la confluence avec la rivière Komo sur la période 1998-2015. Les séries de débits annuels, les moyennes mobiles sur 3 ans et la moyenne interannuelle de la période considérée sont représentées sur la figure pour chaque période distincte.

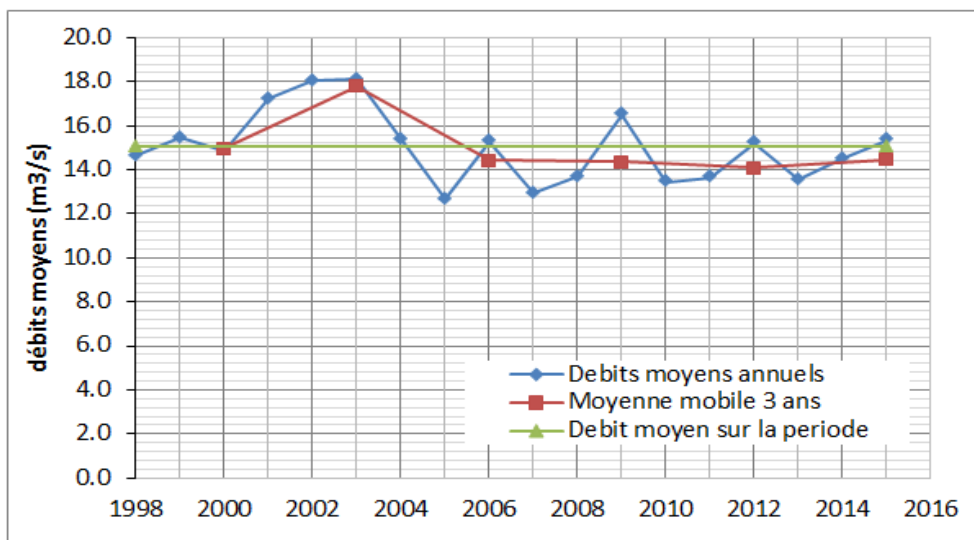


Figure 22 : Evolution des débits annuels de la rivière Tsibilé sur la période 1998-2015 (m³/s).

Trois périodes à hydraulicité différente sont identifiées :

- 1998-2000 avec à moyenne hydraulicité, avec un débit moyen de 15 m³/s ;

- 2001-2003 : période à forte hydraulité, avec des forts apports annuels (moyenne 17,8 m³/s) ;
- 2004-2015 : hydraulité plus faible et moins variable entre une année et l'autre : les apports dont la moyenne est à 14,3 m³/s sont autour de la moyenne sur la période entière, qui est de 15 m³/s.

3.2.5.2. Débit reconstitué au droit du bassin versant de la petite Tsibilé

3.2.5.2.1. Courbe des débits classés

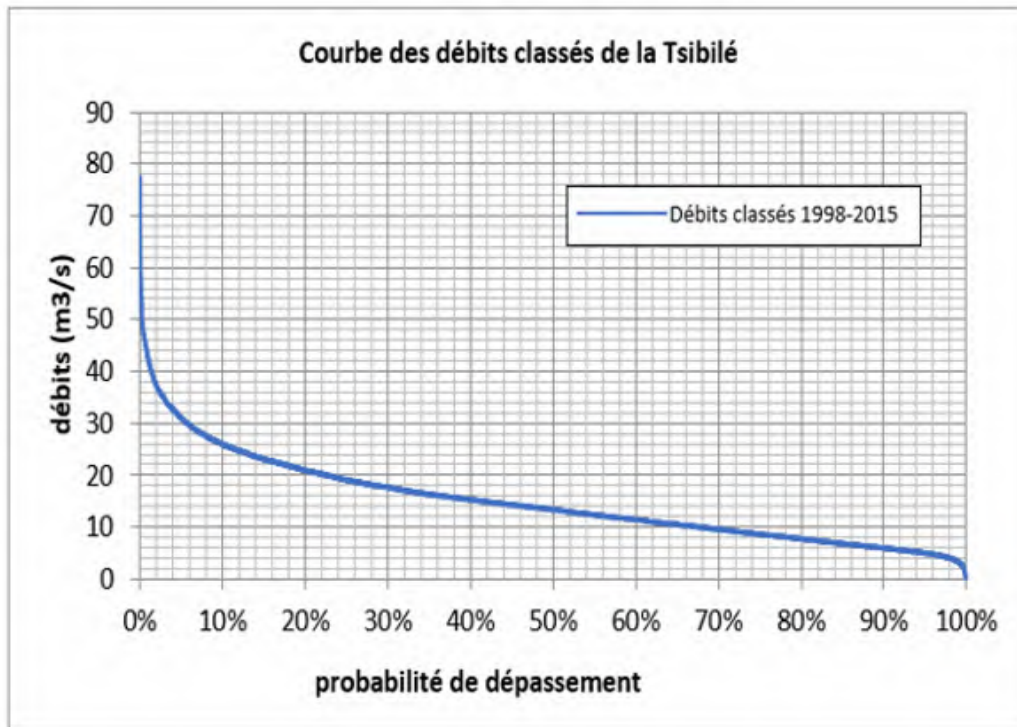


Figure 23 : Courbe des débits classés de la Tsibilé et petite Tsibilé à Ngoulmendjim

Tableau 16 : Courbe des débits classés de la petite Tsibilé à Ngoulmendjim

Probabilité de dépassement	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	95%	99%	100%
Débit journalier (m ³ /s)	61,9	20,9	16,8	14,2	12,3	10,8	9,2	7,7	6,3	4,8	4,6	2,8	0,5

Le débit garanti à 90% est de 4,8 m³/s, tandis que le débit garanti 10% du temps est de 20,9 m³/s. La médiane est de 10,8 m³/s pour une moyenne de 15 m³/s. L'écart entre moyenne et médiane suggère la présence de crue ponctuellement élevés.

Si l'on se réfère à la valeur Q99% correspondant au débit dépassé 99% du temps dans l'année, le débit à maintenir dans la rivière petite Tsibilé serait d'environ 2,8 m³/s. Si la valeur Q95% est considérée, le débit minimum serait fixé à environ 4,6 m³/s.

Les débits d'étiage ont été estimés à partir des mêmes données utilisées pour décrire la variabilité annuelle :

- Le débit mensuel d'étiage (Q_{MNA}) est estimé à 4,7 m³/s ;
- Le débit mensuel minimal ayant la probabilité 1/5 de ne pas être dépassé pour une année donnée (Q_{MNA5}) est estimé à 4,3 m³/s.

Les débits moyens mensuels minimum de chaque année sur la période 1998-2015 ont été représentés dans la figure suivante (en bleu), ainsi que la moyenne sur la période (en vert) et la moyenne mobile à 3 ans (en rouge) :

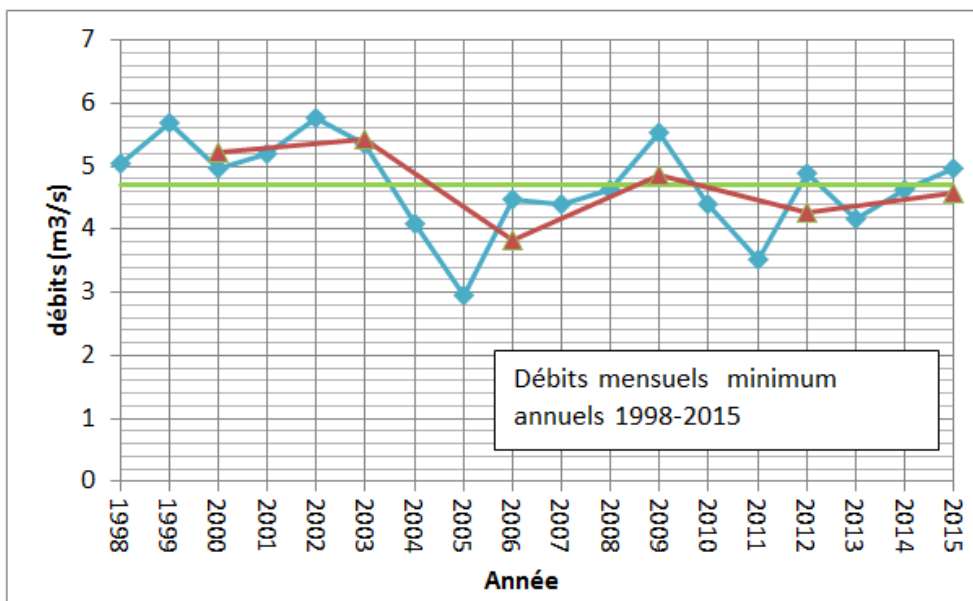


Figure 24 : Débits mensuels minimum annuels de la rivière petite Tsibilé (1998-2015)

3.2.5.2.2. Débits caractéristiques moyens

Trois périodes à hydraulicité différente sont définies pour la petite Tsibilé :

- 1998-2000 avec à moyenne hydraulicité, avec un débit moyen de 12 m³/s ;
- 2001-2003 : période à forte hydraulicité, avec des forts apports annuels (moyenne 14,2 m³/s) ;
- 2004-2015 : hydraulicité plus faible et moins variable entre une année et l'autre : les apports dont la moyenne est à 11,5 m³/s sont autour de la moyenne sur la période entière, qui est de 12 m³/s.

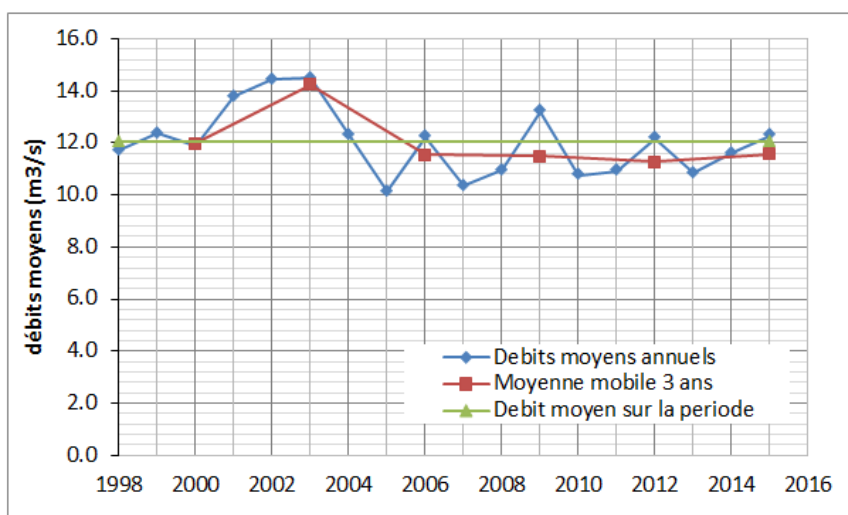


Figure 25 : Evolution des débits annuels de la rivière petite Tsibilé sur la période 1998-2015 (m³/s).

3.2.5.2.3. Synthèse des résultats

RIVIERE	DEBITS CLASSES Q _{99%} A Q _{95%}	MODULE (M ³ /s)	DÉBIT D'ÉTIAGE Q _{MNA} (M ³ /s)	DÉBIT D'ÉTIAGE Q _{MNA5} (M ³ /s)
Tsibilé	3,4 m ³ /s – 5,7 m ³ /s	15	5,9	5,3
Petite Tsibilé	2,8 m ³ /s – 4,6 m ³ /s	12	4,7	4,3

La Tsibilé : la valeur Q99% à Q95% correspond à un débit compris entre 3,4 m³/s et 5,7 m³/s. Le module, qui est le débit moyen annuel, est de 15 m³/s. Le débit d'étiage Q_{MNA} est de 5,9 m³/s, ce qui signifie que ce débit est dépassé seulement 10% du temps en moyenne chaque année. Le débit d'étiage Q_{MNA5}, qui correspond à un débit dépassé 5% du temps en moyenne chaque année, est de 5,3 m³/s.

La Petite Tsibilé : la valeur Q99% à Q95% correspond à un débit compris entre 2,8 m³/s et 4,6 m³/s. Le module est de 12 m³/s. Le débit d'étiage Q_{MNA} est de 4,7 m³/s, ce qui signifie que ce débit est dépassé seulement 10% du temps en moyenne chaque année. Le débit d'étiage Q_{MNA5} est de 4,3 m³/s.

3.2.6. Aval de la restitution

3.2.6.1. Débit reconstitué en amont de la confluence avec la rivière Tsibilé

3.2.6.1.1. Courbe des débits classés

Le débit garanti à 90% est de 24,4 m³/s, tandis que le débit garanti 10% du temps est de 104,9 m³/s. La médiane est de 54 m³/s pour une moyenne de 60,4 m³/s. L'écart entre moyenne et médiane suggère la présence de débits de crue ponctuellement élevés.

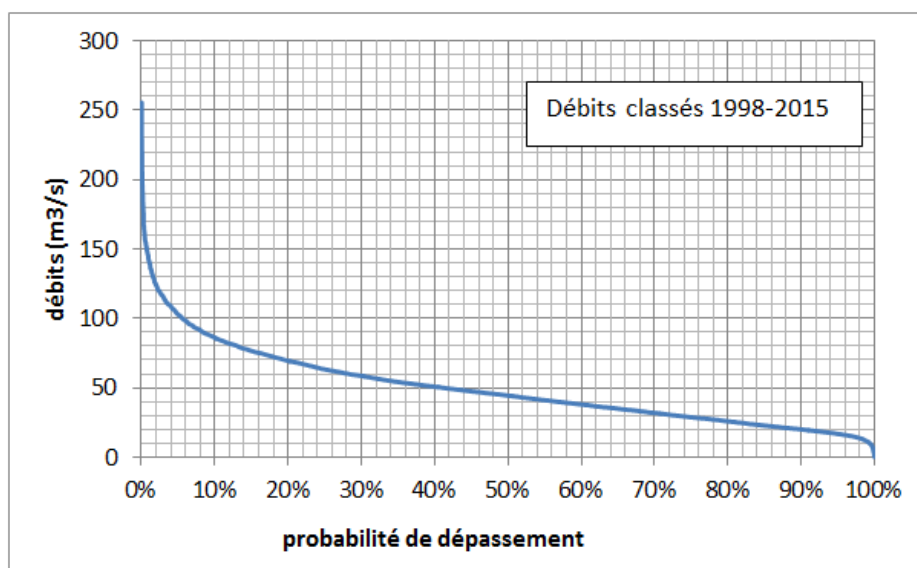


Figure 26 : Courbe des débits classés Aval restitution

Tableau 17 : Courbe des débits classés Aval restitution

Probabilité de dépassement	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	95%	99%	100%
Débit journalier (m ³ /s)	311.2	104.9	84.5	71.3	61.8	54	46.3	38.8	31.5	24.4	20.4	14	1.3

Si l'on se réfère à la valeur Q99% correspondant au débit dépassé 99% du temps dans l'année, le débit à maintenir à l'aval de la restitution serait d'environ 14 m³/s. Si la valeur Q95% est considérée, le débit minimum serait fixé à environ 20,4 m³/s.

Les débits d'étiage ont été estimés à partir des mêmes données utilisées pour décrire la variabilité annuelle :

- Le débit mensuel d'étiage (QMNA) est estimé à 23,7m³/s ;

- Le débit mensuel minimal ayant la probabilité 1/5 de ne pas être dépassé pour une année donnée (QMNA5) est estimé à 21,4 m³/s.

Les débits moyens mensuels minimum de chaque année sur la période 1998-2015 ont été représentés dans la figure suivante (en bleu), ainsi que la moyenne sur la période (en vert) et la moyenne mobile à 3 ans (en rouge) :

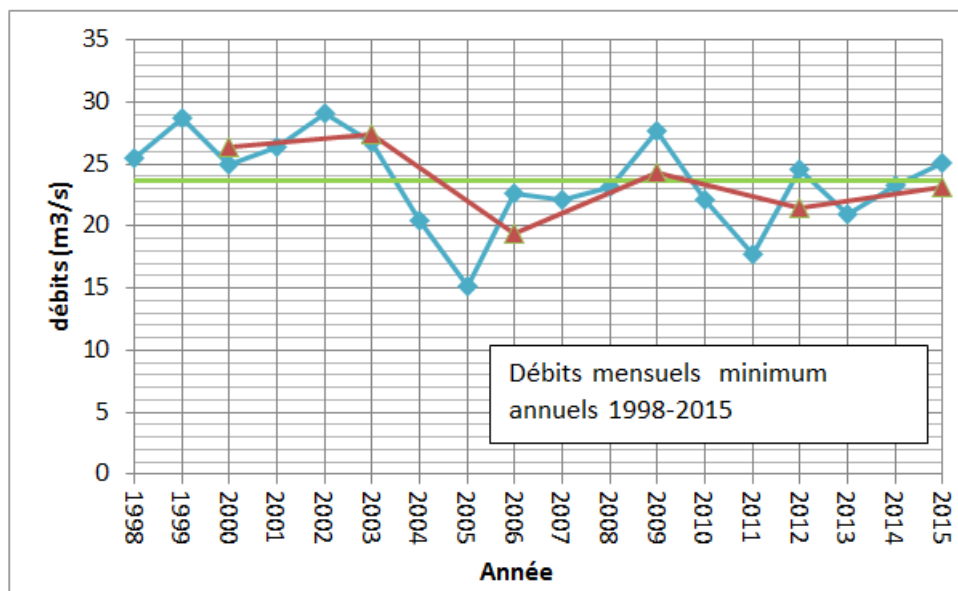


Figure 27 : Débits mensuels minimum annuels de la rivière Komo en amont de la confluence avec la rivière Tsibilé (1998-2015)

3.2.6.1.2. Débits caractéristiques moyens

La Figure 28 caractérise l'évolution des débits annuels de la Tsibilé en amont de la confluence avec la rivière Komo sur la période 1998-2015. Les séries de débits annuels, les moyennes mobiles sur 3 ans et la moyenne interannuelle de la période considérée sont représentées sur la figure pour chaque période distincte.

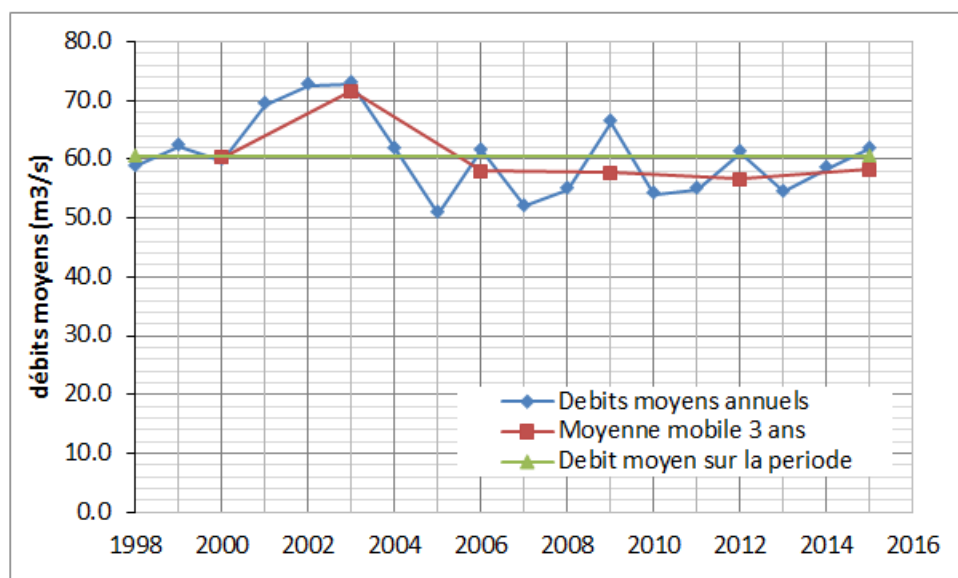


Figure 28 : Evolution des débits annuels de la rivière Komo en amont de la confluence avec la rivière Tsibilé sur la période 1998-2015 (m³/s).

Trois périodes à hydraulicité différente sont identifiées :

- 1998-2000 avec à moyenne hydraulicité, avec un débit moyen de 60,3 m³/s ;

- 2001-2003 : période à plus forte hydraulité, avec des apports annuels dont la moyenne est de 71,6 m³/s ;
- 2004-2015 : hydraulité plus faible et moins variable entre une année et l'autre : les apports dont la moyenne est à 57,7 m³/s sont autour de la moyenne sur la période entière, qui est de 60,4 m³/s.

3.2.6.1.3. Synthèse des résultats

RIVIERE	DEBITS CLASSES Q _{99%} A Q _{95%}	MODULE (M ³ /s)	DÉBIT D'ÉTIAGE Q _{MNA} (M ³ /s)	DÉBIT D'ÉTIAGE Q _{MNA5} (M ³ /s)
Komo en amont de la confluence avec la rivière Tsibilé	20,4 m ³ /s – 14 m ³ /s	60,4	23,7	21,4

La rivière Komo en amont de la confluence avec la rivière Tsibilé, la valeur Q99% à Q95% correspond à un débit compris entre 20,4 m³/s et 14 m³/s. Le module, qui est le débit moyen annuel, est de 60 m³/s. Le débit d'étiage QMNA est de 23,7 m³/s, ce qui signifie que ce débit est dépassé seulement 10% du temps en moyenne chaque année. Le débit d'étiage QMNA5, qui correspond à un débit dépassé 5% du temps en moyenne chaque année, est de 21,4 m³/s.

3.3. HYDRAULIQUE DU KOMO

3.3.1. Aval du barrage jusqu'à la restitution : le TCC

3.3.1.1. Définition des tronçons de pente homogène

Le profil en long du TCC a pu être établi en exploitant les données LIDAR disponibles (jusqu'à 5 km en aval du barrage) et les données SRTM (recalées sur celles du LIDAR, plus précises). Malgré la variabilité et l'imprécision des données SRTM, il est toutefois possible d'identifier des tronçons de pente homogène, entre le barrage et la confluence de la Tsibilé.

Le profil en long établi et les pentes moyennes estimées par tronçon sont représentés sur la figure ci-après.

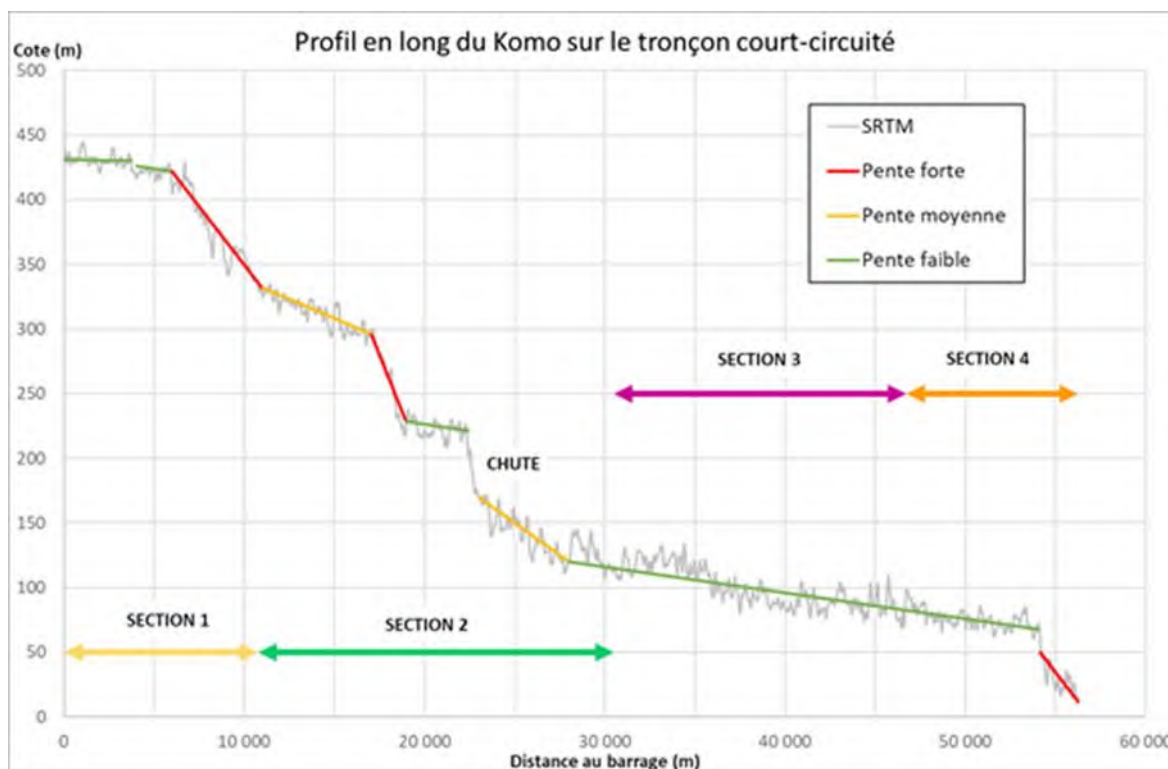


Figure 29 : Profil en long du Komo sur le tronçon court-circuité

Surface bassin (Tsibilé)	Pente		Module interannuel				QMNA			
	Classe	Valeur	15 m ³ /s				5.9 m ³ /s			
			Hauteur d'eau (m)	Vitesse (m/s)	Périmètre mouillé (m)	Surface mouillée (m ²)	Hauteur d'eau (m)	Vitesse (m/s)	Périmètre mouillé (m)	Surface mouillée (m ²)
500 Km ²	Pente faible	0.7%	0,6	1,7	20,8	8,9	0,34	1,3	16,7	4,7

Les principales caractéristiques d'écoulement peuvent être résumées comme suit :

- Pour la Petite Tsibilé, la surface du bassin est de 400 km², avec une pente faible de 0,5% et une pente forte de 1,23%. Les hauteurs d'eau dans la rivière varient entre 0,55 m et 0,46 m pour des conditions proches du module, et environ 0,33 m et 0,28 m en conditions d'étiage. Les vitesses d'écoulement sont comprises entre 1,4 m/s et 1,78 m/s pour le module, et légèrement inférieures à 0,9 m/s à 1,3 m/s en étiage.
- Pour la Tsibilé, la surface du bassin est de 500 km², avec une pente faible de 0,7%. Les hauteurs d'eau dans la rivière sont d'environ 0,6 m pour des conditions proches du module, et légèrement inférieures à 0,34 m en étiage. Les vitesses d'écoulement sont de 1,7 m/s pour le module, et 1,3 m/s en étiage.

3.3.3. Aval de la restitution

3.3.3.1. Définition des tronçons de pente homogène

Le profil en long à l'aval de la restitution est présente sur la Figure 33. Il se divise en 3 sections qui sont :

La section A est une partie en pente directement à l'aval de la restitution. Elle est caractérisée par une hauteur d'eau qui dépend principalement des conditions amont (fluvial), influencée par le débit d'eau provenant du bassin versant Komo situé en amont de la confluence avec la rivière Tsibilé (restitution du débit turbiné).

Les **sections B** et **C** sont caractérisées par une hauteur d'eau dépendant des conditions aval (torrentielles) et influencée par le bassin versant de la Mbé.

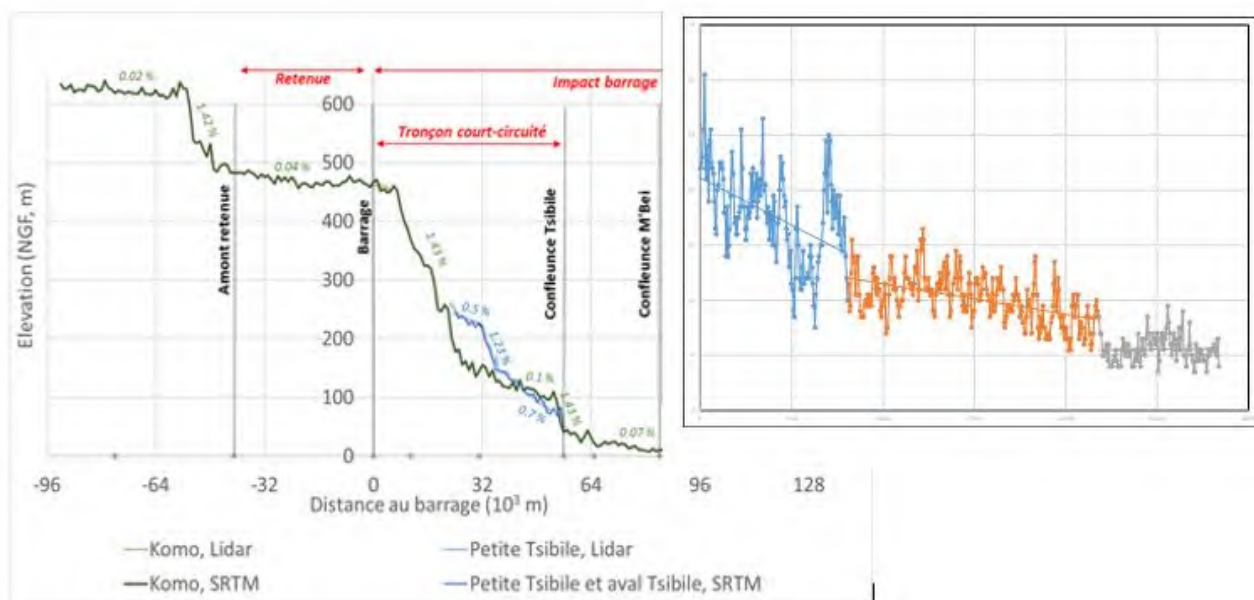


Figure 33 : Profil en long de l'Aval de la restitution

3.3.3.2. Caractérisation des conditions d'écoulement

L'estimation des conditions d'écoulement a été effectuée pour la section A sur la base des hypothèses suivantes :

- Section hydraulique : forme trapézoïdale de largeur en base 10 m dans les zones de pente forte et 15 m dans les zones de pentes moyenne et faible (estimations d'après les reconnaissances de terrain et les vues satellites), et fruit des berges 2H/1V ;
- Coefficient de perte de charge par frottement : $K = 30 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ dans les zones de pente forte et $35 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ dans les zones de pentes moyenne et faible (estimations à dire d'expert d'après les observations de terrain et les relevés LIDAR).

Le Tableau 19 présente les principaux résultats obtenus pour le bassin versant Komo situé en amont de la confluence avec la rivière Tsibilé. Les principales grandeurs hydrauliques y sont rassemblées pour les deux débits caractéristiques que sont le Module (débit moyen mensuel interannuel) et le Q_{MNA} (débit moyen mensuel minimum).

Tableau 20 : Principales grandeurs hydrauliques sur le bassin versant Komo situé en amont de la confluence avec la rivière Tsibilé – état naturel

Surface basin (Aval restitution)	Pente		Module interannuel				QMNA			
	Classe	Valeur	59.3 m ³ /s				23.3 m ³ /s			
			Hauteur d'eau (m)	Vitesse (m/s)	Périmètre mouillé (m)	Surface mouillée (m ²)	Hauteur d'eau (m)	Vitesse (m/s)	Périmètre mouillé (m)	Surface mouillée (m ²)
Section A										
	Pente fort	2%	0,8	3,2	29,6	18,9	0,45	2,3	25,7	10,2
	Pente faible	0,09%	1,62	1,2	40,5	49	0,81	0,84	26	12
Section B										
	Pente faible	0,06%	1,43	0,98	50,5	60,4	0,85	0,72	44	33
Section c										
	Pente faible	0,1%	1,33	0,6	45	99,5	1,33	0,39	54	62

Les principales caractéristiques d'écoulement peuvent être résumées comme suit :

- Section A : Cette section a une pente plus forte (2%) que les autres sections, ce qui se reflète dans la vitesse de l'eau (0,8 m/s). La surface mouillée est plus petite (25,7 m²) et la hauteur d'eau est plus faible (0,45 m) par rapport aux autres sections. Le périmètre mouillé est de 29,6 m, ce qui indique que la forme de cette section est relativement étroite et allongée.
- Section B : Cette section a une pente plus faible (0,06%) que la section A, mais une surface mouillée plus grande (60,4 m²) et une hauteur d'eau plus élevée (0,85 m). La vitesse de l'eau est également plus élevée (0,98 m/s). Le périmètre mouillé est de 50,5 m.
- Section C : cette section a une pente encore plus faible (0,1%) que la section B, ce qui se reflète dans la hauteur d'eau plus élevée (1,33 m) et la vitesse de l'eau plus faible (0,39 m/s). La surface mouillée est la plus grande de toutes les sections (99,5 m²) et le périmètre mouillé est de 45 m.

3.3.4. Critères de détermination des débits minimums par les méthodes hydrauliques

Les méthodes hydrauliques de détermination des débits minimums à maintenir dans le cours d'eau font le postulat qu'une réduction significative de certains paramètres (notamment les surfaces mouillées et périmètre mouillé) peut avoir des incidences fortes sur les communautés biologiques par l'intermédiaire d'une perte des surfaces de production de nourriture et de reproduction. En conséquence, le critère hydraulique de la valeur de débit minimum est choisi comme étant celle qui permet de maintenir un périmètre mouillé conséquent par rapport à l'état avant-projet : en-dessous de cette valeur, les caractéristiques hydrauliques (surtout profondeur et périmètre mouillé) diminuent très significativement, la relation périmètre mouillé en fonction du débit pour une section donnée présente souvent un point de rupture net.

Dans le cadre de l'application de l'approche hydraulique, deux critères ont été retenus :

- La hauteur d'eau minimale théorique à garantir dans le cours d'eau doit être de l'ordre de 20 cm (critère utilisé en Autriche, en Suisse et aux Etats-Unis) ;
- Le périmètre mouillé en état projet doit être supérieur à la valeur seuil en-dessous de laquelle il diminue significativement (rupture de pente dans la relation périmètre mouillé en fonction du débit si celle-ci apparaît nettement).

En ce qui concerne la hauteur d'eau minimale de 20 cm, le débit nécessaire correspondant a été estimé pour chaque profil en travers caractéristique pour chacune des sections du Komo.

En ce qui concerne le périmètre mouillé, l'analyse de l'évolution des relations périmètre mouillé/débit (exprimée en pourcentage du module) permet d'identifier l'effet de seuil à partir duquel le périmètre mouillé est fortement impacté (et a priori le fonctionnement des communautés biologiques).

En parallèle de ces résultats hydrauliques, les valeurs de débit naturel apporté par les bassins versants intermédiaires (à partir de l'aval du barrage) dans les différentes sections de cours d'eau sont indiquées. Ces valeurs permettent ainsi d'identifier si les apports naturels en aval du barrage sont suffisants ou pas pour atteindre les critères hydrauliques fixés quant au débit minimum à maintenir dans la rivière.

3.3.4.1. Aval du barrage jusqu'à la restitution : le TCC

Quelques cas types de la relation périmètre mouillé/débit sont présentés sur les graphiques suivants.

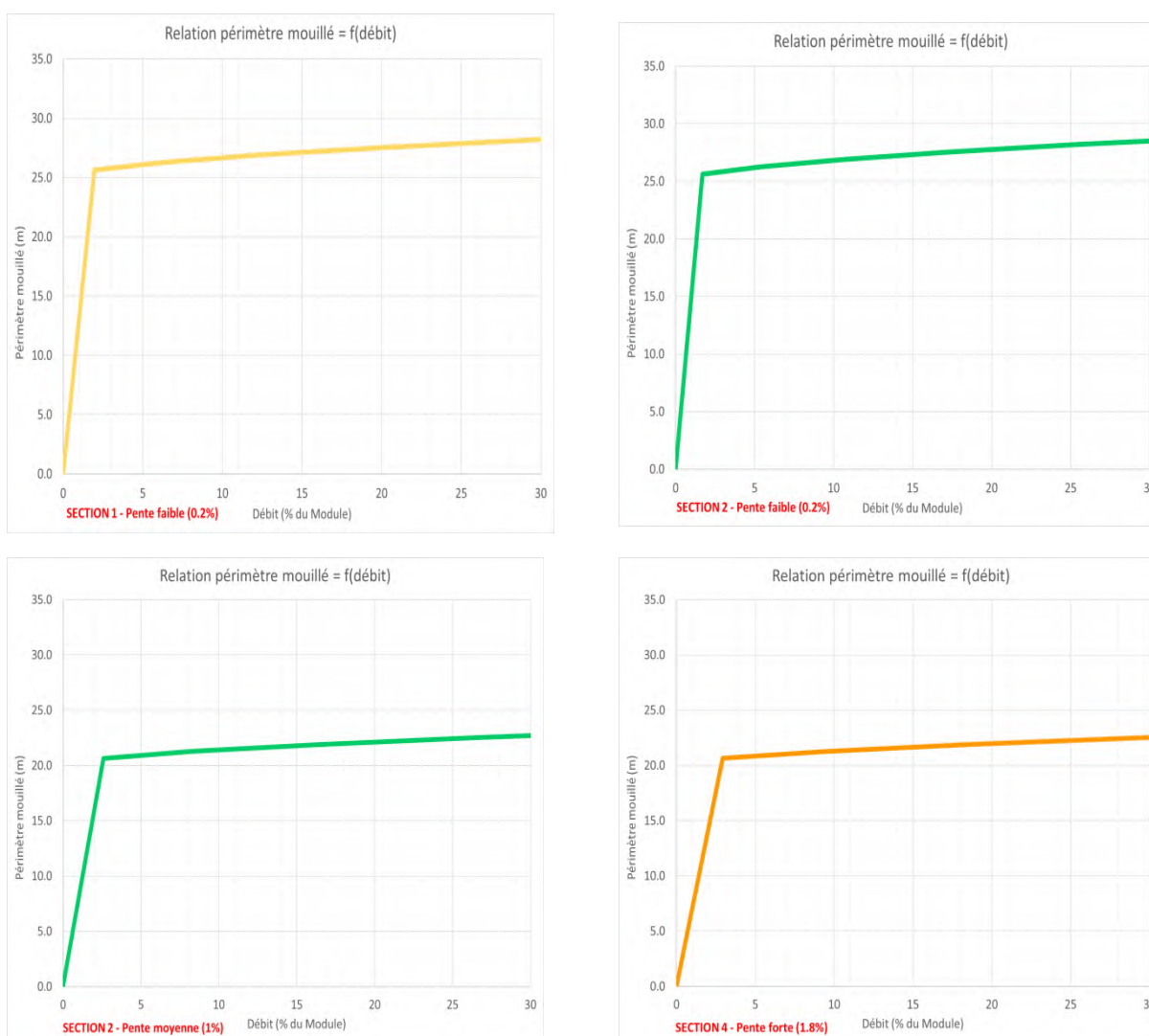


Figure 34 : Relation périmètre mouillé/débit sur quelques tronçons type du TCC

La visualisation de ces résultats permet de constater que plus la pente est forte, plus la proportion minimale de débit permettant de préserver le périmètre mouillé est importante. Un débit représentant seulement 2% du module à pente faible permet de maintenir un périmètre mouillé à des valeurs acceptables, mais il faut 3 à 4% du module pour des pentes moyennes à fortes.

Compte tenu des incertitudes fortes utilisées pour la description du fonctionnement hydraulique (hypothèse de profil trapézoïdal pour les sections de rivière, pentes issues des données SRTM manquant de précision), **il apparaît plus réaliste de considérer une valeur minimale de 5% à 10% du module en moyenne sur les diverses sections et tronçons considérés, pour assurer un périmètre mouillé suffisant (au-delà du point de rupture mis en évidence).**

Le Tableau 20 de synthèse suivante présente les valeurs minimales de débit permettant de respecter les deux critères hydrauliques retenus (conservation suffisante du périmètre mouillé et hauteur d'eau minimale de 20 cm) pour chaque tronçon. Pour une section de rivière donnée, la valeur de débit retenue est la valeur maximale identifiée sur chacun des tronçons : ce sont donc les tronçons les plus pentus qui sont dimensionnants.

Tableau 21 : Principales grandeurs hydrauliques sur le TCC – débit en état naturel, débit minimum et débit d'apports naturels

Section	Type	Surface bassin versant (entrée section)	Pente		Module interannuel (m3/s)				QMNA (m3/s)				Qmini pour préservation Périmètre mouillé (m3/s) et Hauteur d'eau >20 cm				Apport au cours d'eau										
			Classe	Valeur	43.1				16.9				6.5				Débit réservé										
					Hauteur d'eau (m)	Vitesse (m/s)	Périmètre mouillé (m)	Surface mouillée (m²)	Hauteur d'eau (m)	Vitesse (m/s)	Périmètre mouillé (m)	Surface mouillée (m²)	Débit (% Module)	Débit (m3/s)	Hauteur d'eau (m)	Vitesse (m/s)	Périmètre mouillé (m)	Surface mouillée (m²)	Module interannuel (m3/s)	QMNA (m3/s)	Proportion des apports naturels / Module (%)	Proportion des apports naturels / QMNA (%)					
Section 1	Linéaire Komo	10.77 km 1430 km²	Pente faible	0.005%	3.0	0.4	43.7	100.2	1.7	0.3	36.1	52.9	5	2.2	0.52	0.2	28.3	13.9	A définir	A définir	A définir	A définir					
			Pente faible	0.2%	1.0	1.5	31.5	29.1	0.6	1.1	28.8	16.0	7	3.0	0.21	0.5	26.3	5.4									
			Pente forte	1.8%	0.7	2.9	24.3	14.8	0.4	2.1	22.4	8.2	15	6.5	0.22	1.4	21.4	4.5									
Section 2	Linéaire Komo	19.73 km 1659 km²	Pente faible	0.2%	1.1	1.1	32.1	32.0	0.6	1.1	29.1	17.5	6	3.0	0.21	0.5	26.3	5.4	6.3	2.5	12.6	12.6					
			Pente moyenne	0.6%	1.0	2.1	26.4	23.3	0.6	1.5	23.7	12.7	7	3.5	0.21	0.8	21.3	4.3									
			Pente moyenne	1.0%	0.9	2.5	25.5	19.7	0.5	1.8	23.2	10.8	10	5.0	0.22	1.1	21.4	4.6									
			Pente forte	3.5%*	Succession de cascades et de courts tronçons à écoulement rapide																						
			Succession de cascades et de courts tronçons à écoulement rapide																								
Section 3	Linéaire Komo	16.21 km 1870 km²	Pente faible	0.2%	1.2	1.6	32.6	34.6	0.7	1.2	29.4	18.9	5	2.8	0.20	0.5	26.3	5.2	12.6	5.0	22.5	22.5					
			Succession de cascades et de courts tronçons à écoulement rapide																								
Section 4	Linéaire Komo	9.5 km 1970 km²	Pente faible	0.2%	1.2	1.7	32.9	35.8	0.7	1.2	29.6	19.6	5	3.0	0.21	0.5	26.3	5.4	15.6	6.1	26.4	26.4					
			Pente forte	1.8%	0.8	3.2	25.1	18.2	0.5	2.3	23.0	10.0	10	5.9	0.21	1.4	21.3	4.3									
			Succession de cascades et de courts tronçons à écoulement rapide																								

(*) Régime torrentiel - calcul non pertinent

Les résultats obtenus permettent de mettre en évidence les points suivants :

- **Section 1** (située entre le barrage et la confluence avec le Mbong) : on considère ici que les apports sont ceux du débit réservé (restant à définir). Le débit minimum identifié par l'approche hydraulique serait d'environ $6.5 \text{ m}^3/\text{s}$ pour respecter les critères définis. Sur les tronçons à pente faible, le débit pourrait être d'environ 2 à $3 \text{ m}^3/\text{s}$, mais les conditions hydrauliques sur le tronçon aval à forte pente seraient alors dégradées ;
- **Section 2** (entre la confluence avec le Mbong et le bassin versant intermédiaire BVI_1) : les apports entrants dans cette section sont ceux du Mbong, qui permet d'assurer le débit minimum identifié par l'approche hydraulique ($5 \text{ m}^3/\text{s}$) par rapport au module, mais se révèle insuffisant en période d'étiage : le débit manquant serait d'environ $2.5 \text{ m}^3/\text{s}$;
- **Section 3** (entre le bassin versant intermédiaire BVI_1 et le bassin intermédiaire BVI_2) : les apports entrants sont ceux du Mbong et du bassin intermédiaire BVI_1. Sur cette section où la pente moyenne est homogène et relativement faible (environ 0.2%), les apports provenant de l'amont (sans débit réservé provenant du barrage) seraient suffisants pour respecter les critères hydrauliques définis, en moyenne sur l'année comme en étiage ;
- **Section 4** (entre le bassin versant intermédiaire BVI_2 et la confluence avec la Tsibilé) : les apports entrants sont ceux du Mbong et des bassins intermédiaires BVI_1 et BVI_2. Les apports provenant de l'amont (sans débit réservé provenant du barrage) seraient largement suffisants en moyenne sur l'année, et juste suffisants en étiage, pour respecter les critères hydrauliques définis.

3.3.4.2. Aval de l'usine jusqu'à la restitution

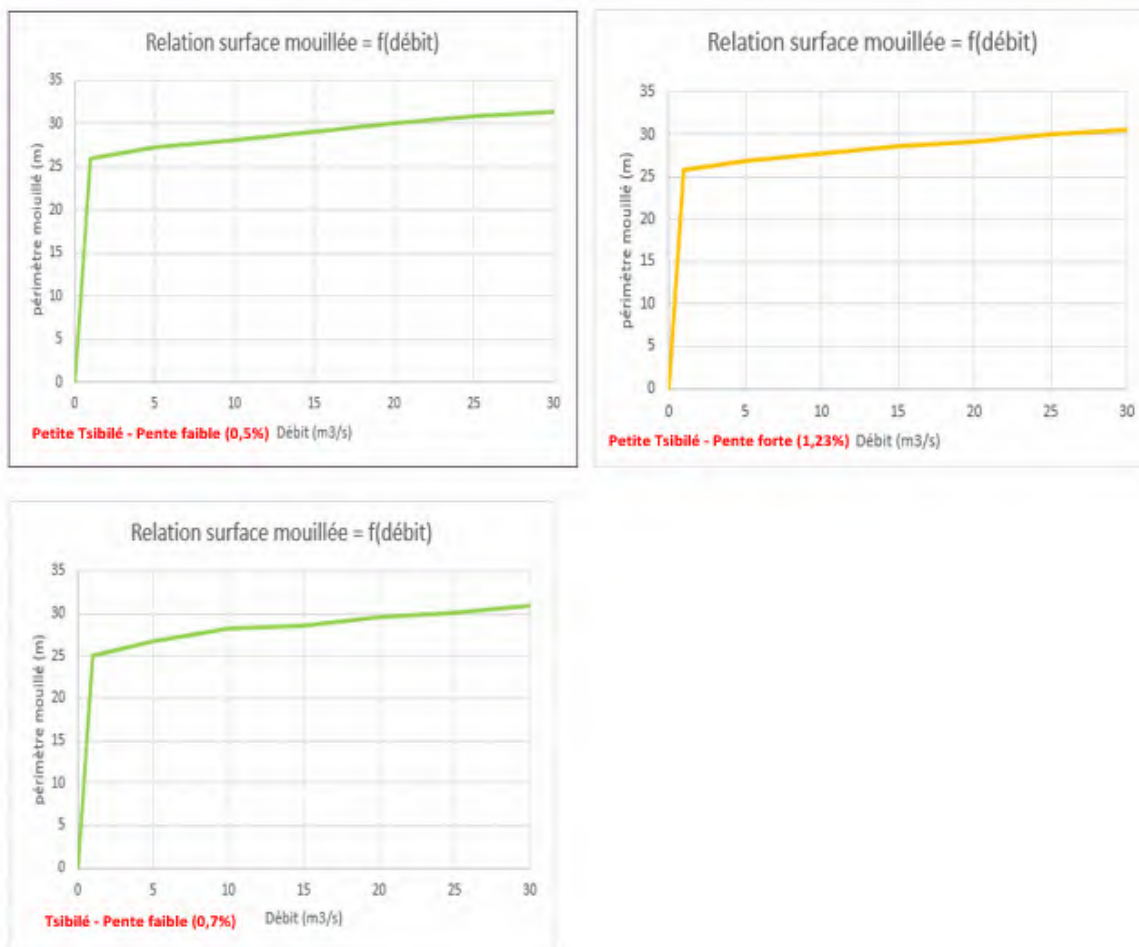


Figure 35 : Relation périmètre mouillé/débit sur la rivière petite Tsibilé et Tsibilé

Tableau 22 : Principales grandeurs hydrauliques sur la petite Tsibilé et Tsibilé – débit en état naturel, débit minimum

Surface bassin (Petite Tsibilé)	Pente		Module interannuel				QMNA				QMINI pour préservation périmètre mouille (m³/s) et hauteur d'eau >20cm					
	Classe	Valeur	12 m³/s				4.7m³/s				5,8 m³/s					
			Hauteur d'eau (m)	Vitesse (m/s)	Périmètre mouillé (m)	Surface mouillée (m²)	Hauteur d'eau (m)	Vitesse (m/s)	Périmètre mouillé (m)	Surface mouillée (m²)	Débit (% module)	Débit (m³/s)	Hauteur d'eau (m)	Vitesse (m/s)	Périmètre mouillé (m)	Surface mouillée (m²)
400 km²	Pente faible	0,5%	0,4	1,2	28,2	9,8	0,2	0,9	26,8	5,4	36	4,3	0,20	0,83	26,8	5,2
	Pente forte	1,23%	0,31	1,4	27,7	8,2	0,2	1,03	26,8	4,7	48	5,7	0,20	1,11	27,3	5,2

Surface bassin (Tsibilé)	Pente		Module interannuel				QMNA				QMINI pour préservation périmètre mouille (m³/s) et hauteur d'eau >20cm					
	Classe	Valeur	15 m³/s				4.7m³/s				5 m³/s					
			Hauteur d'eau (m)	Vitesse (m/s)	Périmètre mouillé (m)	Surface mouillée (m²)	Hauteur d'eau (m)	Vitesse (m/s)	Périmètre mouillé (m)	Surface mouillée (m²)	Débit (% module)	Débit (m³/s)	Hauteur d'eau (m)	Vitesse (m/s)	Périmètre mouillé (m)	Surface mouillée (m²)
500 km²	Pente faible	0,7%	0,4	1,5	28,6	10,1	0,22	1,05	27,2	5,8	33	5	0,20	0,98	27,3	5,3

Les résultats obtenus permettent de mettre en évidence les points suivants :

Une valeur minimale de 33% à 48% du module en moyenne sur les diverses sections et tronçons considérés, pour assurer un périmètre mouillé suffisant (au-delà du point de rupture mis en évidence).

- Petite Tsibilé : Le débit minimum identifié par l'approche hydraulique serait d'environ 5,8 m³/s pour respecter les critères définis. Sur les tronçons à pente faible, le débit pourrait être d'environ 4,3 m³/s.
- Tsibilé : Le débit minimum identifié par l'approche hydraulique serait d'environ 5 m³/s pour respecter les critères définis.

3.3.4.3. Aval de la restitution

En utilisant la méthode hydraulique, pour assurer un périmètre mouillé suffisant et respecter les critères définis à l'aval de la restitution, il est nécessaire de maintenir un débit minimum de 5.9 m³/s dans la section 4 to TCC et de 5 m³/s dans le tronçon de la rivière Tsibilé. Ces débits permettront d'obtenir une hauteur d'eau minimale de 20 cm.

Sans considérer le débit réservé relâché au niveau du barrage, mais uniquement les apports naturels des bassins versants aval, les critères résultant de l'approche hydraulique peuvent être respectés sur les sections 3 et 4 (les plus à l'aval), et partiellement sur la section 2 (en année moyenne, mais pas en étiage). La section 1 en aval immédiat du barrage nécessiterait un débit minimal d'environ 3 m³/s, voire 6.5 m³/s pour respecter les critères fixés sur la totalité du linéaire de cette section.

Les apports naturels au Komo en aval du barrage (sans prise en compte du débit réservé relâché) permettent de reconstituer environ 1/4 à 1/3 du débit du Komo au niveau de la confluence avec la Tsibilé.

3.4. EROSION ET TRANSPORT SEDIMENTAIRE

Le transport solide peut entraîner des conséquences multiples comme l'érosion des berges, la modification de la morphologie des cours d'eau et des estuaires, la perturbation des habitats aquatiques et la navigabilité. Dans le cadre de l'étude d'impact environnemental et social (EIES) du projet, les observations et données collectées ont permis de décrire l'érosion et le transport sédimentaire dans le sous bassin versant de la rivière Komo.

3.4.1. Apports sédimentaires et transport solide

3.4.1.1. Les sédiments fins transportés en suspension

L'EIES du projet a examiné les taux d'érosion spécifique dans les bassins versants de la rivière Mbé et du fleuve Komo ainsi que les données de sédimentation dans les barrages de Tchimbélé et de Kingué. Selon les estimations, ces taux sont d'environ 30 tonnes par kilomètre carré et par an, ce qui entraîne une concentration annuelle en matières en suspension (MES) dans l'eau de 30-35 mg/l. Ces chiffres ont été comparés à ceux d'autres rivières similaires, ainsi qu'à des données de sédimentation dans les barrages de la région. Il est estimé que la retenue de Tchimbélé retient environ 90 % des sédiments fins produits en amont, tandis que la retenue de Kingué retient environ 50 %. Bien que l'incertitude persiste quant aux valeurs exactes, la conclusion est que le taux d'érosion de 30 t/km²/an semble plausible pour le bassin versant de la Mbé et du fleuve Komo.

Sur le Fleuve Komo, l'eau était trouble lors de la visite de terrain du 19 juillet 2018, tandis que sur la Petite Tsibilé, l'eau était très claire lors de la visite du 18 juillet 2018 (Figure 38). Cependant, la concentration en MES étant très variable dans le temps, cette information ne permet pas de conclure sur une différence de concentration systématique entre le Komo à l'aval du barrage et la Petite Tsibilé.

Il n'existait pas de données sur le transport solide du Komo, que ce soit en termes de matières fines transportées en suspension (argile, limon) ou de sédiments plus grossiers (sables, graviers, galets). Lors de la visite de terrain du 19 juillet 2018, l'eau sur le fleuve Komo était trouble, alors que sur la Petite Tsibilé, l'eau était très claire le 18 juillet 2018. Cependant, comme la concentration en MES peut varier considérablement dans le temps, cette information ne permet

La Figure 41 présente la zone dans laquelle le barrage peut potentiellement affecter les ponts situés sur l'itinéraire reliant le camp Tsibilé à Violaineville. Si ces ponts sont abîmés, impact sur la sécurité des personnes circulant dans la zone SEEF, risque d'interruption de la circulation et conséquences sur : les approvisionnements des camps de travailleurs, du chantier, l'activité économique de la SEEF et conséquences en cascade sur son usine de Libreville. Le projet prévoit l'adaptation des ouvrages (accroissement du trafic, élargissement du lit des rivières traversées, augmentation du niveau d'eau, augmentation du débit).

La liste des ponts vulnérables à une augmentation du débit du cours d'eau est établie à partir de la base de données des ponts construits de part et d'autre du cours d'eau.

Tableau 24 : Coordonnées de la localisation des ponts sensible à la construction du barrage (GEFC, 2021)

Code	Données de	Caractéristiques techniques en l'état	
OA 53	X : 10.51004 Y : 0.36063 Altitude : 241.904129	Longueur : 17m Largeur : 8.20 m Tablier : 15 cm de grave latéritique Poutres : 9 Longrines en bois divers	Pont en bon état, la structure porteuse ne présente aucune défiance.
OA54	X : 10.51249 Y : 0.36473 Altitude : 232.966522	Longueur : 17m Largeur : 7.80 m Tablier : géotextile + 15 cm de grave latéritique Poutres : 10 longrines en bois divers	Pont en bon état, la structure porteuse ne présente aucune défiance.
OA55	X : 10.51854 Y : 0.36097 Altitude : 383.086999	Longueur : 15m Largeur : 8.50 m Tablier : 15 cm de grave latéritique Poutres : 10 longrines en bois divers	Pont en bon état, la structure porteuse ne présente aucune défiance.
OA56	X : 10.51929 Y : 0.36196 Altitude : 737.151999	Longueur : 13.50m Largeur : 7.80 m Tablier : 15 cm de grave latéritique Poutres : 10 longrines en bois divers	Pont en bon état, la structure porteuse ne présente aucune défiance.
OA 57	X : 10.52067 Y : 0.36299 Altitude : 283.796234	Longueur : 18 m Largeur : 7.50 m Tablier : 15 cm de grave latéritique Poutres : 10 longrines en bois divers	Structure porteuse du pont en très mauvais état,
OA 58	X : 10.52529 Y : 0.36372 Altitude : 274.932999	Longueur : 16 m Largeur : 13.50 m Tablier : 15 cm de grave latéritique Poutres : 11 longrines en bois divers	Pont en bon état, la structure porteuse ne présence aucune défiance.
OA 59	X : 10.53036 Y : 0.36426 Altitude : 289.715149	Longueur : 23.40 m Largeur : 9 m Tablier : 15 cm de grave latéritique Poutres : 11 longrines en bois divers (le Kan)	Pont en bon état, la structure porteuse ne présence aucune défiance.
OA 60	X : 10.54876 Y : 0.37099 Altitude : 407.13214	Longueur : 15.60 m Largeur : 8 m Tablier : 15 cm de grave latéritique Poutres : 9 Longrines en bois divers (le Kan)	Tablier en mauvaise état, remise en forme de la couche de roulement en grave latéritique sur une épaisseur de 15 cm.
OA 61	X : 10.54971 Y : 0.36994 Altitude : 406.32614	Longueur : 21 m Largeur : 8 m Tablier : 15 cm de grave latéritique Poutres : 9 Longrines en bois divers	Pont à très mauvais état, les longrines et les culées canadiennes sont très vétustes, fissurées et brisées Tablier en mauvais état
OA 62	X : 10.55207 Y : 0.37391 Altitude : 416.31662	Longueur : 29 m Largeur : 8 m Tablier : 15 cm de grave latéritique Poutres : 9 Longrines en bois divers	Pont à très mauvais état, les longrines et les culées canadiennes sont très vétustes, fissurées et brisées Tablier en mauvais état
OA 63	X : 10.54816 Y : 0.37847 Altitude : 390.54025	Longueur : 36 m Largeur : 9 m Tablier : géotextile + 15 cm de grave latéritique Poutres : 10 longrines en bois divers	Pont en bon état, la structure porteuse ne présente aucune défiance
OA 64	X : 10.54227 Y : 0.38460 Altitude : 427.780823	Longueur : 16 m Largeur : 13 m Tablier : 15 cm de grave latéritique Poutres : 11 longrines en bois divers	Pont en bon état, la structure porteuse ne présente aucune défiance
OA 65	X : 10.54245 Y : 0.3849 Altitude : 426.28537	Longueur : 9 m Largeur : 7 m Tablier : 15 cm de grave latéritique Poutres : 9 longrines en bois divers	Pont en bon état, la structure porteuse ne présence aucune défiance.
OA 66	X : 10.54177 Y : 0.38813 Altitude : 9.06732199	Longueur : 20 m Largeur : 8 m Tablier : 15 cm de grave latéritique Poutres : 9 longrines en bois divers	Tablier en très mauvais état côté gauche.

Code	Données de	Caractéristiques techniques en l'état	
OA 67	X : 10.54102 Y : 0.39312 Altitude : 3.10638399	Longueur : 13 m Largeur : 7 m Tablier : 15 cm de grave latéritique Poutres : 9 Longrines en bois divers	Tablier en très mauvais état côté droit.
OA 68	X : 10.56916 Y : 0.41953 Altitude : 2.82189899	Longueur : 13 m Largeur : 7 m Tablier : 15 cm de grave latéritique Poutres : 9 Longrines en bois divers	Pont en bon état, la structure porteuse ne présente aucune défiance.
OA 69	X : 10.53192 Y : 0.37201 Altitude : 247.835876	Longueur : 26 m Largeur : 7 m Tablier : 15 cm de grave latéritique Poutres : 9 Longrines en bois divers (le Kan)	Pont en bon état, la structure porteuse ne présente aucune défiance.
OA 70	X : 10.57595 Y : 0.39919 Altitude : 482.937897	Longueur : 30 m Largeur : 5.60 m Tablier : platelage de répartition et d'usure en bois dur Poutre : 4 longrines en bois divers	Pont en bon état, la structure porteuse ne présente aucune défiance.

La Figure 42 montre l'exemple de ponts sensibles à l'élargissement des rives des cours d'eau et son débit.



Figure 42 : Pont OA57 et OA58 Sensible à l'élargissement des cours d'eau

3.4.2. Apports et capacités de transport

L'évaluation des apports et de la capacité de transport des sédiments dans la rivière Mbé, ont permis d'estimer la production spécifique de sédiments grossiers à environ 10 à 15% des apports de fines, soit environ 2 à 3 m³/km²/an. (EIES Kinguéle aval, 2018). En appliquant ce taux à la retenue de Ngoulmendjim, on obtient un volume annuel de sable arrivant au niveau du barrage de l'ordre de **3000 à 4000 m³**.

Toutefois, cette estimation reste très incertaine. Les formules de transport solide sont une autre méthode utilisée pour évaluer les flux de sédiments transportés par un cours d'eau, mais ne sont pas valables pour les tronçons non alluviaux. Malgré tout, un calcul de capacité de transport a été effectué dans les tronçons présentant les plus faibles pentes, permettant de comparer les tronçons entre eux et d'offrir une base pour comparer l'évolution de la capacité de transport du Komo et de la Petite Tsibilé/Tsibilé à la suite de la mise en place du barrage et de la retenue de Ngoulmendjim. Cependant, la valeur absolue de la capacité de transport présente de nombreuses sources d'incertitude, telles que l'incertitude intrinsèque des formules de transport et l'estimation peu fiable de la granulométrie.

Les hypothèses retenues pour le calcul sont les suivantes :

- Diamètre moyen : 2 mm, correspondant à des sables grossiers, constant sur la Petite Tsibilé (P.T.), la Tsibilé, et tout le linéaire du Komo,
- Coefficient de Strickler constant, obtenu à partir de la note technique concernant le débit réservé.

La formule de transport solide utilisée est celle de Lefort (2015). Le calcul a été réalisé sur plusieurs tronçons présentés sur la Figure 43.

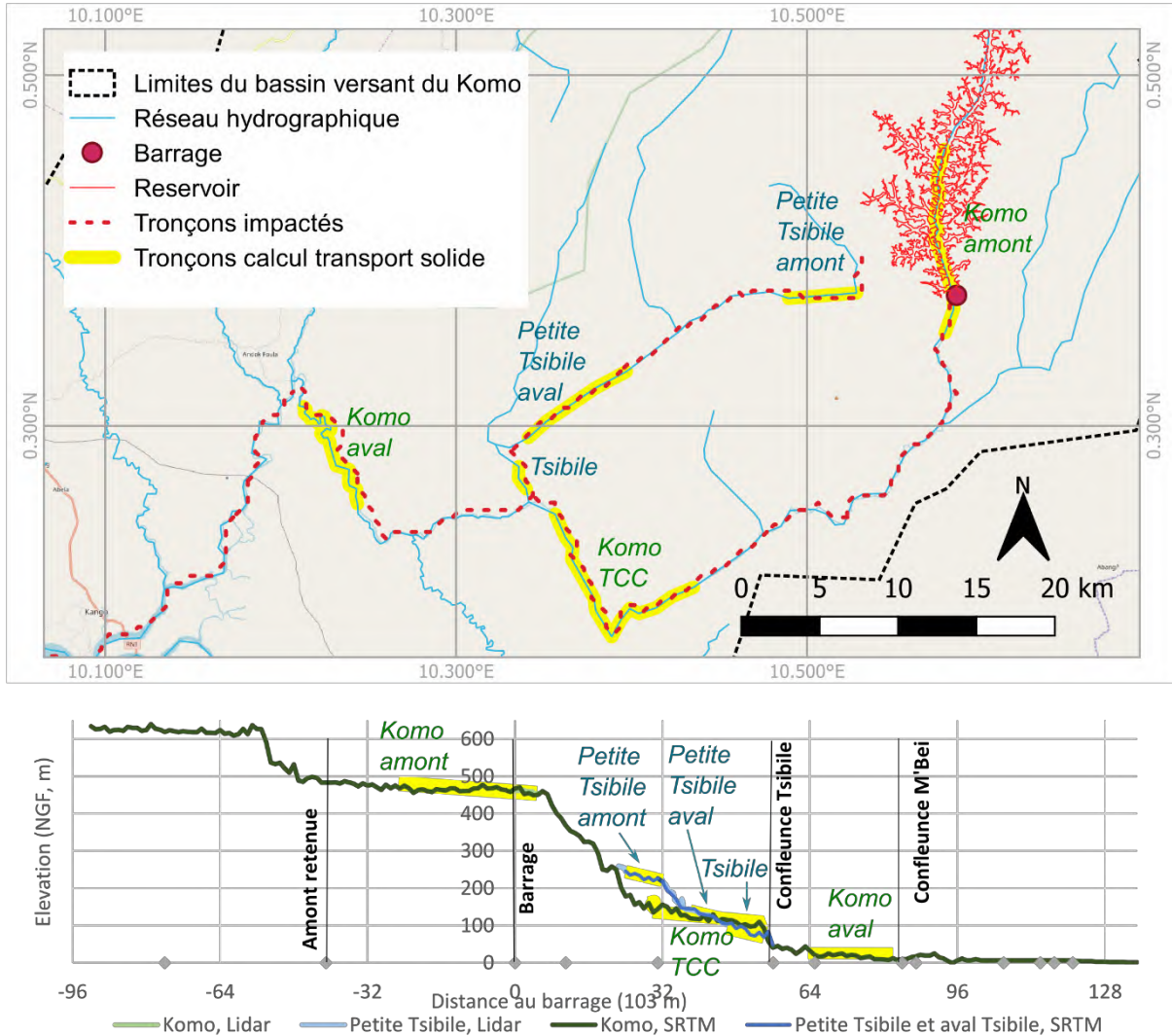


Figure 43 : Tronçons où un calcul de capacité de transport a été effectué

Les paramètres utilisés et les résultats obtenus sont présentés dans Tableau 24. Pour l'hydrologie, l'ensemble de la courbe des débits classés est utilisé (ces débits sont estimés à partir de l'hydrologie de Tchimbélé sur la période 1998 – 2015, rapportée à la surface des bassins versants respectifs).

Tableau 25 : Capacités de transport obtenues à partir de la formule de Lefort (2015)

		Komo		Petite Tsibilé / Tsibilé			
		Amont	TCC*	Aval	P. T. Amont	P. T. aval	Tsibilé
Variables d'entrée	Surface bassin versant (km ²)	1430	1970	2920	104	400	511
	Pente (m/m)	0.0005	0.001	0.0007	0.005	0.007	0.007
	Diamètre moyen (m)	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
	Diamètre fractile 16 (m)	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005

	Diamètre fractile 84 (m)	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
	Largeur (m)	30	40	50	11	30	30
	Coefficient de Strickler (m^{1/3}/s)	35	35	35	35	35	35
Résultats	Capacité de transport (m³/an)	9.10E+04	3.98E+05	3.51E+05	1.64E+05	1.24E+06	1.66E+06
	Capacité de transport spécifique (m³/km²/an)	63.67	202.03	120.18	1574.92	3098.53	3257.82
	Débit dominant ** (m³/s)	74.90	105.80	152.94	5.52	21.25	27.14

* TCC : Tronçon court-circuité

*** Débit dominant : débit auquel la fraction la plus importante de matériaux est transporté

Les observations et calculs suggèrent que la capacité de transport sédimentaire des rivières (Petite Tsibilé, la Tsibilé et le Komo) est supérieure à la quantité de sédiments apportée par le bassin versant. Cela peut s'expliquer par le fait que ces rivières sont en érosion, c'est-à-dire qu'elles sont capables de transporter une quantité de sédiments supérieure à celle qui est apportée naturellement par l'environnement.

Cependant, il convient de noter que ces résultats sont basés sur des hypothèses et des estimations qui comportent de fortes incertitudes. Par exemple, l'estimation des apports de sédiments est très incertaine, tout comme l'estimation de la granulométrie des sédiments. De plus, la formule de transport solide utilisée pour calculer la capacité de transport présente également des incertitudes.

En résumé, les résultats suggèrent une capacité de transport plus importante que les apports sédimentaires effectifs, mais avec de fortes incertitudes liées aux hypothèses et aux estimations utilisées.

3.5. QUALITE D'EAU

Quatre campagnes de mesures aux dates du 20 au 26/07/2017 (C01), du 20/11/2017 au 26/11/2017 (C02), du 19 au 26/02/2018 (C03) et du 8/05/2018 au 17/05/2018 (C04) ont été réalisées par TEREA afin de caractériser l'état physico-chimique des eaux sur le site du projet (TEREA, 2018). Pour la qualité des eaux, l'échantillonnage a été réalisé sur 11 stations permettant de caractériser la qualité des eaux du Komo, de la Tsibilé et de la Petite Tsibilé (Figure 44). C01 s'est déroulé à la saison sèche, C02 à la saison des pluies, C03 à une période sèche, C04 à la petite saison des pluies.

Les résultats des mesures sur les prélèvements avec un code couleur en référence aux recommandations pour l'eau potable de l'OMS (OMS, 2017) sont présentés dans les tableaux ci-après (blanc : conforme aux recommandations de l'OMS pour l'eau potable, en orange non conforme aux recommandations de potabilité de l'OMS (OMS, 2017)). Pour l'aluminium, il est fait référence au seuil de toxicité (900µg/L) et non aux valeurs admissibles nécessaires pour le traitement des eaux. Pour les autres valeurs, aucun seuil n'est donné par l'OMS. Les positions des points ont légèrement varié entre les campagnes C01, C02, C03 et C04 pour des raisons de représentativité de la mesure et d'accessibilité (TEREA, 2018).

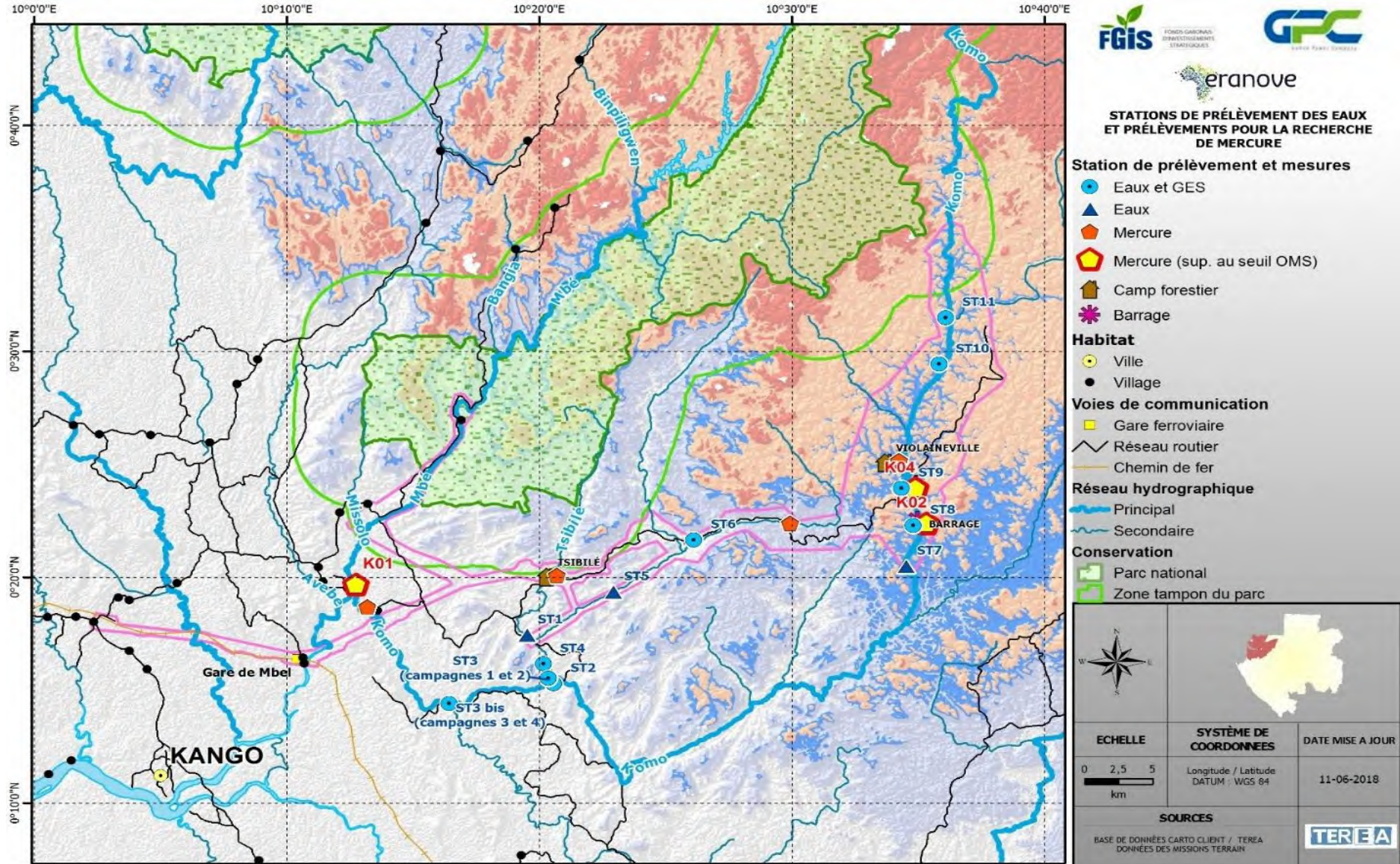


Figure 44 : Carte de localisation des prélèvements (TEREA, 2018)

3.5.1. Fleuve Komo

Au regard de la directive OMS de 2017, le Komo présente des critères de bonne qualité, à l'exception de l'aluminium. Les eaux du Komo sont également riches en fer (présente de latérites), avec des teneurs supérieures au seuil de 1000 µg/L sur une majorité de prélèvements au regard de la directive SFI applicable aux eaux de rejets d'eaux usées sanitaires traitées.

Au regard du référentiel SEQ eau qualifiant les eaux des rivières françaises, tous les paramètres indiquent une bonne ou une très bonne qualité, à l'exception de MES, des micropolluants et du pH (indicateurs de couleurs figurant dans le rapport TERE, 2018). Les micropolluants (mercure, nickel) et le pH dépassent les seuils de qualité passable et mauvaise au niveau de certaines stations du Komo lors de la crue en novembre. En dehors de cette période, seul le nickel dépasse le seuil passable à ST3 et ST9 en mai lors de la petite saison des pluies. Le Komo a très majoritairement des concentrations en MES de bonne qualité inférieure à 25 mg/L. Toutefois, localement et très ponctuellement à la confluence avec la Tsibilé, les concentrations en MES peuvent dépasser les 30 mg/L lors de crues. Cela est en lien avec les apports en MES supérieurs à 30 mg/L provenant de la Tsibilé en novembre. Les eaux sont acides depuis l'aval du barrage, dans le tronçon court-circuité jusqu'à l'amont du barrage lors de la campagne C2 et C3 et indiquent une qualité des eaux passables. Ce pH acide favorise la dissolution du fer et de l'aluminium présents dans les roches.

Dans l'ensemble, les eaux du Komo présentent les caractéristiques suivantes :

- Une eau faiblement minéralisée avec une conductivité de l'ordre de 20 µS/cm ;
- Des concentrations en nutriments (N et P) très faibles ;
- Une température de l'eau entre 22°C et 25°C ;
- Un faible taux en matière organique ;
- Un pH neutre ou acide ;
- Un enrichissement en fer et en aluminium caractéristique du sol gabonais ;
- Des dépassements de seuils ponctuels en micropolluants minéraux.

Ces caractéristiques sont très similaires aux eaux de la Tsibilé et de la Petite Tsibilé. Les différences consistent essentiellement en un enrichissement en fer et en aluminium plus important, un pH plus acide et moins de MES lors des crues de fin d'année.

Tableau 26 : Résultats de qualité des eaux du Komo, campagne C01, 22-26 juillet 2017

En bleu/orange : inférieur/supérieur au seuil OMS.

GROUPES	PARAMETRES	UNITE	STATIONS KOMO						
			ST2	ST3	ST7	ST8	ST9	ST10	ST11
Matières organiques et oxydables	DCO	mg/L	<25	<25	<0,5	<25	<25	<25	<25
	COD	mg/L	1.7	1.5	1.7	1.7	1.6	1.9	1.6
	COT	mg/L	1.7	1.5	2.0	1.7	1.6	1.9	1.6
	Oxydab. au KMnO ₄	mg/L	1.3	1.3	1.1	1.8	1.8	4.5	2.2
	Oxygène dissous	mg/L	8.4	9.1	7.8	7.5	7.2	7.3	6.8
Azote et Phosphore	Ammonium (NH ₄)	mg/L	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
	Nitrites (NO ₂ ⁻)	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
	Nitrates (NO ₃ ⁻)	mg/L	0.73	0.76	0.68	0.66	0.7	0.60	0.59
	Phosphate (PO ₄ ³⁻)	mg/L	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15
Particules en suspension	MES	mg/L							
	Turbidité	NTU	4.9	3.8	4.8	2.8	3.7	1.8	1.3
Température	Température	°C	22.8	23.3	21.6	21.5	21.5	21.2	21.3
Acidification	pH	-	7.2	7.3	6.9	7.0	6.8	6.9	6.8

GROUPES	PARAMETRES	UNITE	STATIONS KOMO						
			ST2	ST3	ST7	ST8	ST9	ST10	ST11
Métaux lourds	Aluminium (Al)	µg/L	670	470	1000	970	1100	1100	1100
	Baryum (Ba)	µg/L	19	19	18	18	19	19	19
	Cadmium (Cd)	µg/L	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	Arsenic (As)	µg/L	<5	<5	<5	<5	10	<5	<2
	Cuivre (Cu)	µg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
	Cobalt (Co)	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
	Mercure (Hg)	µg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
	Fer (Fe)	µg/L	770	630	1000	990	1100	1100	1100
	Manganèse (Mn)	µg/L	12.0	10.0	17	17	20	19	18
	Nickel (Ni)	µg/L	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
	Plomb (Pb)	µg/L	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8
	Zinc (Zn)	µg/L	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Minéralisation	Conductivité	µS/cm	31	35	25	26	26	24	25
	Calcium	mg/L	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	Magnésium	mg/L	<1	0.7	<1	<1	<1	<1	<1
	Potassium (K ⁺)	mg/L	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	TAC titre alcalimétrique complet	mg/L	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
	Sulfate (SO ₄ ²⁻)	mg/L	0.44	15.00	0.37	0.37	0.38	0.36	0.36
	Chlorure	mg/L	0.6	0.6	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
	Silice (SiO ₂)	mg/L	14	15	13	13	12	11	12
Gaz dissous	Anhyd.CO ₂ agressif	mg/L	3.1	2.71	-	5.41	5.46	5.41	5.41
	Anhyd. CO ₂ libre	mg/L	3.43	2.72	-	5.44	5.48	5.44	5.44
	Anhyd.CO ₂ équil.	mg/L	0.02	0.01	-	0.03	0.02	0.03	0.03
	Hydrogène sulfuré (H ₂ S)	mg/L	<0,1	<0,1	-	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
	CH ₄	µg/L	<20	<20	-	<20	<20	<20	<20

Tableau 27 : Résultats de qualité des eaux du Komo, campagne CO₂, 21-24 novembre 2017

En bleu/orange : inférieur/supérieur au seuil OMS.

GROUPES	PARAMETRES	UNITE	STATIONS KOMO						
			ST2	ST3	ST7	ST8	ST9	ST10	ST11
Matières organiques et oxydables	DCO	mg/L	<25	<25	<25	<25	30.0	<25	<25
	COD	mg/L	5.1	4.7	5.7	5.8	6.1	6.1	6.2
	COT	mg/L	5.1	6.3	5.7	5.7	7.0	6.0	6.5
	Oxydab. au KMnO ₄	mg/L	5.4	5	6.1	6.2	7	6.7	7
	Oxygène dissous	mg/L	8.4	9.1	7.4	7.0	6.7	6.2	6.6
Azote et Phosphore	Ammonium (NH ₄)	mg/L	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
	Nitrites (NO ₂ ⁻)	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
	Nitrates (NO ₃ ⁻)	mg/L	0.57	0.63	0.51	0.54	0.5	0.43	0.51
	Phosphate (PO ₄ ³⁻)	mg/L	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15
Particules en suspension	MES	mg/L	22.0	30.0	15.0	14.0	19.0	10.0	15.0
	Turbidité	NTU	17.0	20.0	15.0	16.0	17.0	14.0	16.0
Température	Température	°C	24.2	24.4	22.7	22.5	22.8	23.0	22.9
Acidification	pH	-	6.2	6.5	6.0	6.2	6.4	5.5	5.9
	Aluminium (Al)	µg/L	250	400	89	340	180	250	470

GROUPES	PARAMETRES	UNITE	STATIONS KOMO						
			ST2	ST3	ST7	ST8	ST9	ST10	ST11
Métaux lourds	Baryum (Ba)	µg/L	20	21	19	19	20	19	20
	Cadmium (Cd)	µg/L	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	Arsenic (As)	µg/L	<5	<5	<5	6.90	<5	11	<2
	Cuivre (Cu)	µg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
	Cobalt (Co)	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
	Mercure (Hg)	µg/L	<0,5	<0,5	1.2	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
	Fer (Fe)	µg/L	1000	1100	1200	1400	1300	1400	1500
	Manganèse (Mn)	µg/L	20.0	21.0	20	21	23	22	25
	Nickel (Ni)	µg/L	4.1	2.9	2.0	2.1	2.4	2.8	<2
	Plomb (Pb)	µg/L	8.3	<8	<8	9.1	12.0	<8	<8
	Zinc (Zn)	µg/L	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Minéralisation	Conductivité	µS/cm	27	32	24	24	27	22	25
	Calcium	mg/L	1.2	3.0	1.1	1.2	1.0	1.1	1.0
	Magnésium	mg/L	<1	2.3	<1	<1	<1	<1	<1
	Potassium (K ⁺)	mg/L	1.3	3.3	1.1	1.4	1.1	1.2	1.2
	TAC titre alcalimétrique complet	mg/L	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
	Sulfate (SO ₄ ²⁻)	mg/L	0.52	0.53	0.47	0.87	0.48	0.85	0.47
	Chlorure	mg/L	0.5	0.6	<0,5	0.8	<0,5	<0,5	<0,5
	Silice (SiO ₂)	mg/L	9.6	10	8.3	8.3	8.3	8.4	8.4
Gaz dissous	Anhyd.CO ₂ agressif	mg/L	6.83	7.17	-	10.8	13.6	13.6	10.8
	Anhyd. CO ₂ libre	mg/L	6.86	7.2	-	10.9	13.8	13.7	10.9
	Anhyd.CO ₂ équil.	mg/L	0.03	0.03	-	0.07	0.12	0.12	0.07
	Hydrogène sulfuré (H ₂ S)	mg/L	<0,1	<0,1	-	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
	CH ₄	µg/L	<20	<20	-	<20	<20	<20	<20

Tableau 28 : Résultats de qualité des eaux du Komo, campagne C03, 21-25 février 2018

En bleu/orange : inférieur/supérieur au seuil OMS.

GROUPES	PARAMETRES	UNITE	STATIONS KOMO						
			ST2	ST3	ST7	ST8	ST9	ST10	ST11
Matières organiques et oxydables	DCO	mg/L	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25
	COD	mg/L	3.8	3.9	4.9	5.1	5	5.3	5.4
	COT	mg/L	4.8	7.9	7.0	9.5	10.0	9.2	11.0
	Oxydab. au KMnO ₄	mg/L	3.8	4	5.4	5.4	5.4	5.6	5.6
	Oxygène dissous	mg/L	8.4	9.1	13.2	9.8	10.5	10.0	10.0
Azote et Phosphore	Ammonium (NH ₄)	mg/L	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
	Nitrites (NO ₂ ⁻)	mg/L	0.0	0.01	0.0	0.04	0.0	0.0	0.0
	Nitrates (NO ₃ ⁻)	mg/L	0.58	0.61	0.45	0.67	0.7	0.51	0.44
	Phosphate (PO ₄ ³⁻)	mg/L	<0,15	<0,15	0.19	0.20	0.54	<0,15	<0,15
Particules en suspension	MES	mg/L	15.0	14.0	12.0	21.0	24.0	15.0	15.0
	Turbidité	NTU	15.8	44.0	7.3	24.6	25.3	16.3	15.9
Température	Température	°C	24.9	25.0	23.0	23.0	22.6	22.7	22.9
Acidification	pH	-	6.4	6.7	5.6	5.7	5.5	5.4	5.8
Métaux lourds	Aluminium (Al)	µg/L	170	410	290	470	450	630	250
	Baryum (Ba)	µg/L	26	23	23	23	23	22	22

GROUPES	PARAMETRES	UNITE	STATIONS KOMO						
			ST2	ST3	ST7	ST8	ST9	ST10	ST11
	Cadmium (Cd)	µg/L	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	Arsenic (As)	µg/L	<5	6.80	<5	<5	<5	5.20	<2
	Cuivre (Cu)	µg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
	Cobalt (Co)	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
	Mercure (Hg)	µg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
	Fer (Fe)	µg/L	830	870	960	980	1000	1100	830
	Manganèse (Mn)	µg/L	16.0	13.0	46	15	17	10	11
	Nickel (Ni)	µg/L	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
	Plomb (Pb)	µg/L	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8
	Zinc (Zn)	µg/L	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Minéralisation	Conductivité	µS/cm	24	31	16	18	20	17	18
	Calcium	mg/L	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	Magnésium	mg/L	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	Potassium (K+)	mg/L	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	TAC titre alcalimétrique complet	mg/L	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
	Sulfate (SO ₄ ²⁻)	mg/L	0.71	0.67	0.74	0.83	0.86	0.75	0.69
	Chlorure	mg/L	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
	Silice (SiO ₂)	mg/L	11	12	9.2	8.6	8.5	8.6	8.7
Gaz dissous	Anhyd.CO ₂ agressif	mg/L	0.8	0.37	-	1.76	13.6	2.2	2.22
	Anhyd. CO ₂ libre	mg/L	0.81	0.37	-	1.76	13.8	2.2	2.23
	Anhyd.CO ₂ équil.	mg/L	0.01	0	-	0	0.12	0	0.01
	Hydrogène sulfuré (H ₂ S)	mg/L	<0,1	<0,1	-	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
	CH ₄	µg/L	<20	<20	-	<20	<20	<20	<20

Tableau 29 : Résultats de qualité des eaux du Komo, campagne C04,12-14 mai 2018

En bleu/orange : inférieur/supérieur au seuil OMS.

GROUPES	PARAMETRES	UNITE	STATIONS KOMO						
			ST2	ST3	ST7	ST8	ST9	ST10	ST11
Matières organiques et oxydables	DCO	mg/L	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25
	COD	mg/L	4.1	4.4	4.4	4.6	4.6	4.6	4.8
	COT	mg/L	4.5	5.7	4.8	4.8	5.9	4.9	4.9
	Oxydab. au KMnO ₄	mg/L	5.2	4.4	3.4	3.8	4.6	3.8	4.9
	Oxygène dissous	mg/L	8.4	9.1	6.7	7.1	7.0	6.9	7.4
Azote et Phosphore	Ammonium (NH ₄)	mg/L	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
	Nitrites (NO ₂ ⁻)	mg/L	<0,01	0.02	0.040	0.05	0.040	<0,01	0.030
	Nitrates (NO ₃ ⁻)	mg/L	0.48	0.17	0.40	0.42	0.4	0.35	0.36
	Phosphate (PO ₄ ³⁻)	mg/L	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15
Particules en suspension	MES	mg/L	13.0	73	11.0	11.0	12.0	10.0	11.0
	Turbidité	NTU	5.2	23.7	20.8	4.9	8.9	14.3	13.2
Température	Température	°C	24.3	24.1	23.0	23.2	23.2	23.2	22.9
Acidification	pH	-	8.4	7.4	7.6	7.3	7.6	7.6	7.3
Métaux lourds	Aluminium (Al)	µg/L	1700	4600	510	1200	1300	1100	1200
	Baryum (Ba)	µg/L	22	47	20	21	21	20	21
	Cadmium (Cd)	µg/L	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1

GROUPES	PARAMETRES	UNITE	STATIONS KOMO						
			ST2	ST3	ST7	ST8	ST9	ST10	ST11
	Arsenic (As)	µg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<2
	Cuivre (Cu)	µg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
	Cobalt (Co)	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
	Mercure (Hg)	µg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
	Fer (Fe)	µg/L	1400	3500	960	1500	1600	1300	1400
	Manganèse (Mn)	µg/L	21.0	70.0	18	20	20	20	21
	Nickel (Ni)	µg/L	<2	3.1	<2	<2	3.2	2.2	2.2
	Plomb (Pb)	µg/L	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8
	Zinc (Zn)	µg/L	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Minéralisation	Conductivité	µS/cm	21	25	18	18	17	18	17
	Calcium	mg/L	<1	1.5	<1	1.0	<1	1.2	<1
	Magnésium	mg/L	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	Potassium (K+)	mg/L	<1	<1	<1	1.0	<1	1.8	<1
	TAC titre alcalimétrique complet	mg/L	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
	Sulfate (SO ₄ ²⁻)	mg/L	0.48	0.56	0.38	0.43	0.41	0.39	0.39
	Chlorure	mg/L	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
	Silice (SiO ₂)	mg/L	11	12	9.4	9.2	9.1	9.2	9.2
Gaz dissous	Anhyd.CO ₂ agressif	mg/L	5.08	6.3	-	5.25	3.02	6.6	5.78
	Anhyd. CO ₂ libre	mg/L	5.1	6.34	-	5.27	3.03	6.63	5.8
	Anhyd.CO ₂ équil.	mg/L	0.02	0.04	-	0.02	0.01	0.03	0.02
	Hydrogène sulfuré (H ₂ S)	mg/L	<0,1	<0,1	-	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
	CH ₄	µg/L	<20	<20	-	<20	<20	<20	<20

3.5.2. La petite Tsibilé et la Tsibilé

La Tsibilé et de la Petite Tsibilé présentent des caractéristiques similaires aux eaux du Komo. Les différences consistent essentiellement en un enrichissement en fer et en aluminium plus important, un pH plus acide et moins de MES lors des crues de fin d'année.

Les valeurs des paramètres de qualité des eaux montrent globalement une bonne qualité des eaux au regard de la directive OMS, 2017, sur les eaux de boissons. Les eaux sont également riches en fer, entre 200 et 1000 µg/L. Les eaux gabonaises sont caractérisées par leur richesse en aluminium du fait de la présence d'un substratum riche en hydroxide de fer et d'aluminium, de fait cette composition des eaux est normale.

Dans l'ensemble, les eaux présentent les caractéristiques suivantes :

- Une eau faiblement minéralisée avec une conductivité de l'ordre de 20 µS/cm ;
- Des concentrations en nutriments (N et P) très faibles ;
- Une température de l'eau entre 22°C et 25°C ;
- Un pH neutre ;
- Un faible taux en matière organique ;
- Un enrichissement en fer et en aluminium caractéristique du sol gabonais ;
- Des dépassements de seuils ponctuels en micropolluants minéraux.

Ces caractéristiques sont typiques d'une rivière en milieu forestier, peu ou pas impactée par les activités humaines, en milieu tropical humide. Au regard du référentiel SEQ eau qualifiant des eaux de rivières françaises, tous les paramètres indiquent une bonne ou une très bonne qualité, à l'exception de MES et des micropolluants bruts (indicateurs de couleurs figurant dans le rapport TERE, 2018).

Des valeurs en MES supérieures à 25 mg/L apparaissent en situation de crue en fin d'année sur la Petite Tsibilé et la Tsibilé, indiquant une qualité des eaux passable voire mauvaise. En dehors de cette saison des pluies, les valeurs de MES restent inférieures à 25 mg/L. C'est également lors de la crue en novembre que se produisent les dépassements de seuils de mauvaise qualité sur les éléments micropolluants.

Tableau 30 : Résultats de qualité des eaux, campagne 1, 2, 3, 4 pour la Petite Tsibilé.

En bleu/orange : inférieur/supérieur au seuil OMS.

GROUPES	PARAMETRES	UNITE	C01 (JUIL. 2017)		C02 (NOV. 2018)		C03 (FEV 2018)		C04 (MAI 2018)	
			ST5	ST6	ST5	ST6	ST5	ST6	ST5	ST6
Matières organiques et oxydables	DCO (demande chimique en oxygène)	mg/L	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25
	COD (carbone organique dissous)	mg/L	1.1	1.1	2.1	2.5	2.6	<1	2	1.7
	COT (carbone organique total)	mg/L	1.3	1.2	1.7	3.4	6.1	1.6	2.1	1.8
	Oxydabilité. au KMnO ₄	mg/L	1.1	1.1	1.8	2.4	2.2	0.64	1.3	<0,5
	Oxygène dissous	mg/L	8.4	8.5	8.4	8.5	14.1	10.3	7.8	8.2
Azote et Phosphore	Ammonium (NH ₄)	mg/L	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
	Nitrite (NO ₂ ⁻)	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0.0	<0,01	<0,1	<0,01
	Nitrates (NO ₃ ⁻)	mg/L	0.94	0.89	0.97	0.93	0.97	0.76	0.69	0.70
	Phosphate (PO ₄ ³⁻)	mg/L	0.28	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15
Particules en suspension	MES	mg/L			19.0	27.0	13.0	3.0	5.0	3.2
	Turbidité	NTU	8.0	7.7	29.0	23.0	6.9	1.1	28.4	20.4
Température	Température	°C	22.3	22.0	23.6	23.4	24.9	25.5	24.6	24.6
Acidification	pH	-	7.4	7.4	6.6	6.6	6.8	6.9	7.5	7.3
Métaux lourds	Aluminium (Al)	µg/L	160	81	140	310	85	<50	540	480
	Baryum (Ba)	µg/L	21	21	23	23	24	21	23	22
	Cadmium (Cd)	µg/L	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	Arsenic (As)	µg/L	<5	<5	6.80	<5	5.00	<5	<5	<5
	Cuivre (Cu)	µg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
	Cobalt (Co)	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
	Mercure (Hg)	µg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
	Fer (Fe)	µg/L	290	240	500	700	320	200	530	500
	Manganèse (Mn)	µg/L	<10	<10	18.0	27.0	<10	<10	12.0	10.0
	Nickel (Ni)	µg/L	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
	Plomb (Pb)	µg/L	<8	<8	<8	11.0	<8	<8	<8	<8
Zinc (Zn)	µg/L	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	
Minéralisation	Conductivité	µS/cm	48	41	45	36	35	34	38	35
	Calcium	mg/L	1.3	1.2	1.7	1.5	1.3	<1	1.5	1.5
	Magnésium	mg/L	<1	<1	1.2	<1	<1	<1	<1	<1
	Potassium (K ⁺)	mg/L	<1	<1	1.2	1.3	<1	<1	<1	<1
	TAC titre alcalimétrique complet	mg/L	18	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
	Sulfate (SO ₄ ²⁻)	mg/L	0.65	0.60	0.60	0.64	0.83	0.50	0.58	0.50

GROUPES	PARAMETRES	UNITE	C01 (JUIL. 2017)		C02 (NOV. 2018)		C03 (FEV 2018)		C04 (MAI 2018)	
			ST5	ST6	ST5	ST6	ST5	ST6	ST5	ST6
	Chlorure	mg/L	0.9	0.9	0.7	0.8	<3	<3	<3	<3
	Silice (SiO ₂)	mg/L	18	18	14	13	15	17	16	<20
Gaz dissous	Anhyd.CO ₂ agressif	mg/L	-	2.14	-	3.45	-	1.01	-	2.1
	Anhyd. CO ₂ libre	mg/L	-	2.15	-	3.46	-	1.02	-	2.11
	Anhyd.CO ₂ équil.	mg/L	-	0.01	-	0.01	-	0.01	-	0.01
	Hydrogène sulfuré (H ₂ S)	mg/L	-	<0,1	-	<0,1	-	<0,1	-	<0,1
	Méthane (CH ₄)	µg/L	-	<20	-	<20	-	<20	-	<20

Tableau 31 : Résultats de qualité des eaux, campagne 1, 2, 3, 4 pour la Tsibilé. En vert/orange : inférieur/supérieur au seuil OMS.

GROUPES	PARAMETRES	UNITE	C01 (JUIL. 2017)		C02 (NOV. 2018)		C03 (FEV 2018)		C04 (MAI 2018)	
			ST1	ST4	ST1	ST4	ST1	ST4	ST1	ST4
Matières organiques et oxydables	DCO	mg/L	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25
	COD	mg/L	1.4	1.2	2.6	2.3	<0,1	1.1	1.1	1.3
	COT	mg/L	1.4	1.2	2.7	3.6	1.4	2.9	1.5	1.8
	Oxydab. au KMnO ₄	mg/L	0.8	0.64	2.7	2.1	1.4	0.8	<0,5	<0,5
	Oxygène dissous	mg/L	7.4	8.1	8.6	8.1	10.4	8.1	8.2	8.1
Azote et Phosphore	Ammonium (NH ₄)	mg/L	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
	Nitrite (NO ₂ ⁻)	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0.0	<0,01	<0,01	<0,01
	Nitrates (NO ₃ ⁻)	mg/L	0.73	0.85	0.63	0.83	0.15	0.89	0.53	0.67
	Phosphate (PO ₄ ³⁻)	mg/L	<0,15	0.16	<0,15	<0,15	<0,15	0.25	<0,15	<0,15
Particules en suspension	MES	mg/L			56	31.0	2.6	16.0	<2	<2
	Turbidité	NTU	3.9	0.1	47.0	26.0	1.4	11.2	15.6	18.9
Température	Température	°C	22.9	22.8	23.7	24.0	24.7	24.7	24.9	24.9
Acidification	pH	-	7.5	7.2	6.5	6.3	7.0	6.9	8.1	7.5
Métaux lourds	Aluminium (Al)	µg/L	<50	58	990	440	<50	160	90.00	200
	Baryum (Ba)	µg/L	24	21	32	26	24	26	23	24
	Cadmium (Cd)	µg/L	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	Arsenic (As)	µg/L	<5	<5	6.00	<5	<5	<5	<5	<5
	Cuivre (Cu)	µg/L	<5	<5	<5	5.10	<5	<5	<5	<5
	Cobalt (Co)	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
	Mercure (Hg)	µg/L	<0.5	<0,5	<0.5	<0,5	<0.5	<0,5	<0,5	<0,5
	Fer (Fe)	µg/L	230	250	1100	680	250	500	220	310
	Manganèse (Mn)	µg/L	<10	<10	31.0	24.0	<10	23.0	<10	<10
	Nickel (Ni)	µg/L	<2	<2	2.8	2.5	<2	<2	<2	<2
	Plomb (Pb)	µg/L	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8
Minéralisation	Zinc (Zn)	µg/L	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
	Conductivité	µS/cm	67	45	42	41	38	47	42	41
	Calcium	mg/L	2.2	1.3	1.6	1.6	1.7	1.7	1.9	<1,6
	Magnésium	mg/L	1.9	<1	1.1	1.1	1.2	<1	1.5	<1,1
	Potassium (K ⁺)	mg/L	1.2	<1	1.2	1.2	<1	<1	<1	<1
	TAC titre alcalimétrique complet	mg/L	<0.4	<0,4		<0,4	<0.4	<0,4	<0,4	<0,4

GROUPES	PARAMETRES	UNITE	C01 (JUIL. 2017)		C02 (Nov. 2018)		C03 (FEV 2018)		C04 (MAI 2018)	
			ST1	ST4	ST1	ST4	ST1	ST4	ST1	ST4
	Sulfate (SO ₄ ²⁻)	mg/L	0.71	0.54	0.59	0.60	0.52	0.57	0.48	0.51
	Chlorure	mg/L	1.0	0.9	0.6	0.7	<3	<3	<3	<3
	Silice (SiO ₂)	mg/L	20	19	12	13	20	18	19	17
Gaz dissous	Anhyd.CO ₂ agressif	mg/L	-	2.14	0.8	4.54	0.37	1.2	-	2.15
	Anhyd. CO ₂ libre	mg/L	-	2.15	0.81	4.56	0.37	1.21	-	2.17
	Anhyd.CO ₂ équil.	mg/L	-	0.01	0.01	0.02	0	0.01	-	0.02
	Hydrogène sulfuré (H ₂ S)	mg/L	-	<0,1	<0.1	<0,1	<0.1	<0,1	-	<0,1
	CH ₄	µg/L	-	<20	<20	<20	<20	<20	-	<20

3.6. BIODIVERSITE AQUATIQUE

3.6.1. Flore

Synthèse adaptée de TERE, sept 2018 et du rapport final podostémacées du MBG, avril 2022.

Selon les critères de la SFI, plusieurs types d'habitats ont été identifiés dans le cadre de la mission de terrain sur les sous-bassins versants du Komo et de ses affluents principaux en aval du barrage :

- La rivière torrentielle forte :
- Les ruisseaux sous-forestiers : la partie basse de
- La végétation des berges rocailleuses ;
- Les forêts denses humides sur flanc.

Les habitats sont décrits de façon synthétique ci-après.

3.6.1.1. La rivière torrentielle forte

Le Komo présente un style fluvial en méandres qui est conditionné notamment par l'armature rocheuse du lit mineur, la localisation du cours d'eau en fond de vallon mais également par la présence de milieux boisés denses sur les berges. Cet habitat présente différentes composantes physique et biologiques :

- Une largeur moyenne du lit mineur estimée à 30-40 m avec un module d'environ 40 à 50 m³/s ;
- Un substrat à dominante sableuse avec la présence localisée d'affleurements rocheux ;
- Un faciès d'écoulement de type plat courant avec une alternance de zones de rapide, liés aux affleurements rocheux et qui créent des zones d'accélération du courant et d'oxygénation de l'eau. Les observations visuelles ont porté uniquement sur le tronçon T1, la simulation du profil en long de la rivière au droit du tronçon court-circuité montre une augmentation de la pente sur les tronçons suivants, à savoir T2, T3, T4 et le tronçon aval. De ce fait, il est raisonnable de penser que les faciès d'écoulement de type rapide sont davantage représentés au droit de ces tronçons ;

La Figure 45 présente les différents faciès d'écoulement :

Photo de gauche : faciès d'écoulement de type plat courant dominant sur la portion de Komo étudiée.

Photo de droite : exemple de faciès de type rapide, lié à la présence d'affleurement rocheux



Figure 45 : Faciès d'écoulement de type plat courant ET de type rapide.

- Des berges fortement végétalisées et parfois encaissées selon les secteurs avec de façon globale, peu de zones de débordement en raison de pentes présentes de part et d'autre du fleuve ;
- Des habitats aquatiques diversifiés avec de nombreuses potentialités d'habitats pour la faune piscicole et aquatique : îlots végétalisés dans le lit mineur, dépôts sableux ou blocs en pied des berges, caches sous-racines et débris de végétaux dans le lit mineur).



Figure 46 : Exemple d'habitats favorables à faune piscicole

En termes de **fonctionnalité écologique**, cet habitat joue un rôle en termes de transport solide vers l'aval, d'alimentation en eau du bassin versant aval, de corridor biologique et d'axe de migration et de réservoir de biodiversité.

3.6.1.2. Les ruisseaux sous-forestiers

En compléments aux principaux affluents du Komo (Mbong, Petite Tsibilé par exemple), de nombreux petits, voire très petits cours d'eau se rencontrent tout le long des berges et se jettent directement dans le fleuve.

Ces derniers présentent des pentes plus ou moins importantes selon leur localisation, avec un substrat composé de sable mais selon les cas également d'éléments minéraux de plus ou moins grande taille (des graviers au bloc). Dans des contextes de faibles pentes, ces ruisseaux peuvent également amener à la création d'eau zones d'eau stagnante et de micro-zones humides au sein des espaces forestiers.



Figure 47 : Exemples de ruisseaux sous-forestiers le long du Komo

3.6.1.3. La végétation aquatique et des berges rocailleuses

(Synthèse adaptée du rapport du MBG, avril 2022)

La végétation des berges rocailleuses a été observé sous forme de patch, sur des affleurements rocheux le long des berges du Komo. Depuis 2017, l'équipe du MBG et de l'HNG a collecté plus de 500 échantillons de Podostémacées au Gabon, permettant ainsi de clarifier la taxonomie de certaines espèces présentes sur le site et dans le pays. Une phase de terrain complémentaire dédiée aux podostémacées (22 juillet au 5 août 2021), dans le but de mettre à jour le PAB existant sur le sujet spécifique des podostémacées. En particulier, *Ledermanniella pusilla*, *Ledermanniella aloides* et *Inversodicraea annithomae* ont subi des changements taxonomiques qui entraînent des conséquences sur leur distribution connue et donc leur statut de conservation.

Tableau 32 : Statuts de menace préliminaires des 5 espèces de Podostémacées à Ngoulmendjim

	Taxon	Evaluation MBG	Evaluation MBG	Red List
		2018	2021	
1	<i>Inversodicraea</i> aff. <i>thollonii</i> 'MDC' sp. nov.	NA*	VU B1ab(i,ii,iii,iv,v)+ 2ab(i,ii,iii,iv,v)?	NA
2	<i>Inversodicraea tenax</i>	NA*	LC ?	NE
3	<i>Ledermanniella aloides</i>	NA*	LC ?	VU D2 - 2010
4	<i>Ledermanniella pusilla</i>	VU B2ab (i,ii,iii,iv,v) ?	LC ?	EN B2ab(iii) – 2010

	Taxon	Evaluation MBG	Evaluation MBG	Red List
		2018	2021	
5	<i>Tristicha trifaria</i>	LC ?	LC ?	LC - 2010

Deux espèces signalées à Ngoulmendjim, *Ledermanniella aloides* et *L. pusilla*, sont évaluées comme Vulnérable et En Danger sur la Liste Rouge de l'IUCN.

3.6.1.4. Les forêts riveraines humides

Les berges sont recouvertes par un couvert forestier dense et humide. La localisation du Komo en fond de vallon fond, fait que la limite de recouvrement de cet habitat est directement liée avec les capacités de débordement du fleuve, qui peuvent s'avérer assez faible par endroit, selon la topographie.

A signaler que ces forêts riveraines sont connectées directement aux forêts denses et humides de flanc de coteau et forment un ensemble boisés continu dans toute la zone du projet et le long du Komo. De ce fait la limite entre ces deux types de couvert forestier difficile à identifier de façon précise.



Figure 48 : Exemple de couvert forestier dense le long du Komo

En termes de fonctionnalité écologique, cet habitat joue un rôle en termes de réservoir de biodiversité, de corridor biologique, de production biologique, de régulation des nutriments et des matières en suspension, de corridor biologique terrestre et de zones d'expansion des crues.

3.6.1.5. Relation entre habitats et espèces

Le tableau ci-après met en relation les habitats décrits précédemment, avec les groupes et/ou les espèces qui les fréquentent (cf. rapport final de TERA, juillet 2018 et BAP v2, 2023).

Tableau 33 : Répartition par habitat des principaux groupes et/ou espèces à fort enjeux de conservation

TYPOLOGIE D'HABITAT	HABITAT NATUREL	REPARTITION DES PRINCIPAUX TAXONS
		ET/OU ESPECES A FORTS ENJEUX DE CONSERVATION
AQUATIQUE	Rivière torrentielle forte (Komo)	<ul style="list-style-type: none"> • Poissons (3 espèces EN, 1 espèce CR, 2 espèces à distribution restreintes). • Reptile aquatique ou semi-aquatique (enjeu fort pour le crocodile nain VU et potentiellement pour le crocodile à long museau CR) • Oiseaux : 9 espèces de rivières • Mammifère aquatique : Loutre à cou tacheté (NT)

AQUATIQUE	Ruisseaux sous-forestiers	<ul style="list-style-type: none"> • Amphibiens (45 espèces dont 1 EN, 5 espèces endémiques du Gabon et 3 à distribution potentiellement restreinte) • Poissons (3 espèces EN, 1 espèce CR, 18 espèces à distribution restreintes, dont 16 Killies). • Reptiles : Tortue molle d'Aubry (VU) • Oiseaux : Avifaune des forêts (157 espèces forestières)
RIVERAINS	Végétation aquatique et des berges rocailleuses	<ul style="list-style-type: none"> • Podostemacées : 3 espèces de Podostemacées qui déclenchent l'habitat critique et inféodées aux zones de rapides (<i>Ledermanniella pusilla</i>, EN, <i>Inversodicraea aff. thollonii</i> 'MDC' sp. nov et <i>Ledermanniella aloides</i>, VU, à potentielle distribution restreinte). • Flore : 2 espèces VU : <i>Cyperus cataractarum</i> et <i>Lastreopsis davalliaeformis</i>,
TERRESTRE	Forêt riveraine humide	<ul style="list-style-type: none"> • Flore : 5 espèces classées EN (<i>Liparis joannis-kornasii</i>, <i>Palisota plicata</i> sp. nov. ined., <i>Cassipourea acuminata</i>, <i>Bridelia wilksii</i>, <i>Thieghemella africana</i>) ; 1 espèce classées CR (<i>Grewia drummondiana</i>, potentiellement présente) 8 espèces VU (<i>Anthocleista laxiflora</i>, <i>Impatiens pseudomacroptera</i>, <i>Isomacrobium hallei</i>, <i>Neolemonniera batesii</i>, <i>Pauridiantha triflora</i>, <i>Rutidea ferruginea</i>, <i>Tridactyle minutifolia</i>, <i>Culcasia aff. mannii</i>). Parmi ces espèces, 9 sont susceptibles de déclencher l'habitat critique. • Grands mammifères terrestres (11 espèces protégées au niveau national dont 2 CR, 1 EN et 5 VU) • Amphibiens (45 espèces dont 1 EN, 5 espèces endémiques du Gabon et 3 à distribution potentiellement restreinte) • Reptiles terrestres : 1 espèce EN, <i>Kinixys erosa</i> • Oiseaux : Avifaune des forêts (157 espèces forestières dont le Perroquet gris, <i>Psittacus erithacus</i>, espèce EN) • Entomofaune

3.6.2. Faune

3.6.2.1. Poissons

La synthèse de l'étude menée par TERA sur l'ichtyofaune est rappelée ci-dessous (Source : Etat initial du milieu naturel, TERA, Rapport final, juillet 2018).

3.6.2.1.1. Aval du barrage jusqu'à la restitution : le TCC

Deux stations de capture ont été installées en aval du Komo, et ont permis de recueillir des données sur les espèces aquatiques des bas cours des rivières (21 espèces, 32 %). Parmi les 21 espèces capturées, on retrouve principalement des poissons qui sont connus pour habiter les bas cours des rivières, tels que les Schilbeidae, les Clupeidae, certains Alestidae, des Mormyridae, le grand Cichlidae, *Pelmatolapia cabrae* et le mâchoiron *Chrysichthys nigrodigitatus*. Il y avait également un "killie" typique, *Aplocheilichthys spilauchen*, qui préfère les eaux légèrement saumâtres, ainsi qu'une nouvelle espèce de ce genre. Deux petits Cyprinidae, *Enteromius holotaenia* et *E. brichardi*, ont été capturés en aval, ainsi qu'un brochet africain, *Hepsetus lineatus*. En outre, plusieurs espèces d'origine marine ont été capturées, notamment le capitaine, *Polydactylus quadrifilis*, le bossu, *Pseudotolithus elongatus*, et le syngnathe, *Microphis aculeatus*.

3.6.2.1.2. Aval de l'usine jusqu'à la restitution

8 stations de pêche ont été installées dans les cours d'eau Tsibilé et petit Tsibilé. Les espèces capturées dans les petits ruisseaux, qui sont des affluents des Tsibilé, sont deux types de killies : *Aphyosemion herzogi* et *Epiplatys sexfasciatus*.

En ce qui concerne les espèces capturées dans les Tsibilés, il y a le Cyprinidae *Opsaridium ubangiense*, qui est typique des cours d'eau à fort courant. Il y a aussi l'Amphiliidae *Doumea typica*, le petit Alestidae *Phenacogrammus aurantiacus*,

le Mormyridae *Paramormyrops gabonensis*, le Clariidae *Clarias platycephalus*, ainsi que l'ubiquiste Cichlidae *Hemichromis elongatus* et un spécimen non identifié de *Chromidotilapia sp.*

3.6.2.1.3. Aval de la restitution

Pas de station de capture.

3.6.2.2. Killies

Les Killies (poissons de l'ordre des Cyprinodontiformes) sont souvent des poissons endémiques et à distribution très limitée. Ils sont fortement susceptibles de déclencher la criticité de l'habitat.

3.6.2.2.1. Aval du barrage jusqu'à la restitution : le TCC

Une station d'échantillonnage a été effectuée sur le TCC, deux espèces de Killies ont été capturées : *Aphyosemion mimbon Huber* et *Aphyosemion herzogi*.

3.6.2.2.2. Aval de l'usine jusqu'à la restitution

Cinq stations d'échantillonnage ont été réalisées sur la Tsibilé et la Petite Tsibilé, et plusieurs espèces de Killies ont été recensées, notamment *Aphyosemion herzogi*, *Plataplochilus ngaensis* et *Aphyosemion cf callipteron*.



Figure 49 : Killies susceptibles de déclencher l'habitat critique (*Aphyosemion cf callipteron sp. Nov.*)

3.6.2.2.3. Aval de la restitution

Aucune espèce recensée en aval de la restitution.

3.6.2.3. Macrofaune benthique

Synthèse d'après le §5.2.2 (p.104-116) du rapport TERE, sept 2018

23 stations ont été échantillonnées pour les macroinvertébrés aquatiques durant deux campagnes de terrain, en septembre 2017 et février 2018 (880 prélèvements équivalent à 79,2 m² de substrat remué). Sur l'ensemble des 2 missions, 12 347 spécimens de macroinvertébrés benthiques pour un total compilé de 75 familles.

3.6.2.3.1. Aval du barrage jusqu'à la restitution : le TCC

Dans le TCC, des variations ont été observées dans la région étudiée en fonction des cours d'eau. Les Ephemeroptères et les Diptères ont diminué pendant la campagne 2 de février 2018, tandis que les Trichoptères ont augmenté et les Plécoptères ont présenté des variations moins marquées. Les Diptères, sensibles à la pollution et peu résistants à la matière organique, ont été particulièrement affectés.

3.6.2.3.2. Aval de l'usine jusqu'à la restitution

La composition de la macrofaune benthique aquatique a été étudiée sur la Petite Tsibilé pendant deux saisons. On observe une légère diminution des Ephéméroptères en saison 2 et une augmentation des Trichoptères dans le cours moyen. Les Diptères ont des effectifs inférieurs à 3% en saison 2 sur les mêmes secteurs où ils étaient présents en saison 1. Cependant, leur proportion est légèrement plus importante en amont en saison 2. La Tsibilé présente des variations faibles et un peuplement assez stable entre les deux saisons. Les Trichoptères sont plus présents en saison 2, tandis que les Plécoptères sont en diminution.

3.6.2.3.3. Aval de la restitution

Pas de station

3.7. UTILISATION SOCIALE DES RESSOURCES FLUVIALES

Les données sur l'utilisation sociale des ressources fluviales proviennent :

- De l'étude d'impact environnemental et social (les investigations ont eu lieu du 12 au 25 juillet 2018)
- Des données de mission réalisées dans le cadre de l'accompagnement du client ASOKH Energy pour la due diligence E&S de la Banque Africaine de Développement et de son assistance technique LTA : les observations et consultations ont eu lieu du 10 au 16 juillet 2022.
- De la préparation du Plan de gestion du trafic et de la consultation des usagers du fleuve/ des rivières lors d'une mission du 6 au 13 décembre 2022.

3.7.1. Besoin en eau dans la zone d'étude

3.7.1.1. Les campements de la SEEF

Les campements de la SEEF sont situés au sein d'un territoire doté d'un riche et dense réseau hydrographique.



(a) Vue terrestre du point d'eau



(b) Vue aérienne du point d'eau

Figure 50 : Point d'eau du campement de Tsibilé (Artelia, 2018)

Les cours d'eau constituent un élément structurant du paysage et des modes de vie des habitants, avec des activités quotidiennes qui sont intimement liées à leur présence. En outre, ils fournissent des **services écosystémiques (d'approvisionnement)** très importants aux populations locales :

- Hygiène du quotidien ;
- Eau de boisson ;
- Fonction sociale (les points d'eau constituent un lieu d'échanges privilégié).

Chaque campement dispose d'un point d'eau principal (Figure 50 : Point d'eau du campement de qui illustrent les points d'eau principaux des campements de Tsibilé et de Violaineville) et de points d'eau secondaires éventuels. Ces zones sont situées à proximité des campements, en général à moins de 5 minutes de marche, au plus à 10 minutes. Il apparaît que l'ensemble des points d'eau sont situés soit sur les affluents de la petite Tsibilé (campement de Tsibilé) soit sur les affluents du Komo (campements de Violaineville). A Tsibilé comme à Nzamaligué, les habitants estiment que la qualité de l'eau constitue un des enjeux de leur cadre de vie.



Figure 51 : Point d'eau principal du campement de Violaineville (Artelia, 2022)

3.7.1.2. Les villages alentours (hors zone SEEF)

Les cours d'eau font partie intégrante de la vie des villageois. Comme pour la population de la SEEF, ils assurent l'hygiène quotidienne (douche, lessive, vaisselle, etc.) et ils fournissent l'eau de boisson. En effet, la SEEF organise plusieurs fois par semaine un transport jusqu'à un point de collecte d'eau, et les logements sont équipés de filtre à eau. Les cours d'eau soutiennent également les activités économiques, en particulier la pêche même si celle-ci est peu développée dans la zone d'étude. Chaque village dispose de « points aménagés ». Certains villages disposent également de petits ouvrages hydrauliques. Andok Foula dispose ainsi, par exemple, de deux pompes collectives.



(a) Point d'eau principal d'Andok Foula



(b) Point d'eau principal d'Alen Komo



(c) Pompe collective d'Andok Foula

Figure 52 : Points d'eau naturels et pompes hydrauliques des villages alentours

3.7.2. La pêche

La pêche n'est pas une activité importante dans la concession de la SEEF et elle est considérée comme un loisir occasionnel par les habitants. Dans d'autres zones d'étude, elle est pratiquée mais reste secondaire et ne concerne qu'un petit nombre de personnes. Les techniques de pêche sont adaptées à la rivière et à la population de poissons qu'elle abrite, et les pêcheurs utilisent une variété de méthodes individuelles et collectives telles que la pêche à la ligne, à la nasse et au filet. Les poissons capturés sont autoconsommés.

La zone d'étude est caractérisée par un réseau hydrographique dense qui fournit aux populations locales des services essentiels et service non essentiel tel que la pêche de loisir, complément / auto-consommation.

4. DESCRIPTION DES SCENARIOS ANALYSES

Le présent rapport analyse 4 scénarios explicités aux différents experts afin de proposer les contraintes d'exploitation pour les impacts sur les environnement naturel et humain.

Les scénarios analysés concernent à des niveaux variables les 3 zones étudiées. Le tableau ci-dessus résume la correspondance entre scénarios et tronçons qui sera ensuite détaillées aux sections suivantes.

Tableau 34 : Scénario et tronçons concernés

Scénario	Petite Tsilibé/Tsibilé	Komo TCC	Komo Aval restitution
S1 : Mise en eau du réservoir	NON	OUI	OUI
S2 : Opération de l'ouvrage en fil de l'eau	NON	OUI	NON
S3 : Arrêt accidentel de turbinage	OUI	OUI	OUI
S4 : Modulations journalières	OUI	NON	OUI

4.1. SCENARIO 1 : MISE EN EAU DU RESERVOIR

La mise en eaux du réservoir va entrainer une forte diminution des débits dans le TCC et en aval, le tronçon de la petite Tsibilé/Tsibilé n'est pas concerné par cette phase. Des dispositions doivent être prises pour assurer, en aval de la restitution, les usages de l'eau et la préservation de la biodiversité. Pour le TCC, il s'agira de s'assurer de la continuité du débit biologique tel que déterminé dans le scénario 2.

4.2. SCENARIO 2 : OPERATION DE L'OUVRAGE AU FIL DE L'EAU

En exploitation en fil de l'eau, le projet n'a pas d'impact sur les débits à l'aval de la restitution. Le présent scénario ne porte donc ni sur la section du Komo à l'aval de la restitution (pas d'impact) ni sur la petite Tsibilé/Tsibilé. L'augmentation drastique du débit dans ce dernier tronçon provoquera une perte totale des habitats aquatiques et des berges qui devra intégralement être compensée par le projet sur la base du Plan d'Action de la préservation de la Biodiversité (PAB) et de son Plan de Gestion de la Compensation de la Biodiversité.

Lors des opérations, le TCC aura son débit drastiquement réduit par les eaux détournée dans la petite Tsibilé pour y être turbinées. L'absence d'enjeux pour le milieu humain et a contrario la présence d'enjeux majeurs en termes de biodiversité, font que le débit qui devra être maintenu dans le TCC, peut être qualifié de « débit biologique ». Dans ce tronçon, différentes valeurs de débit ont été calculés et les résultats ont été présentés aux différents experts en termes de niveaux, profondeurs, vitesses, périmètres mouillés à considérer en particulier dans l'analyses des impacts sur les fonctions et enjeux des différents habitats.

Il s'agira ici de déterminer un débit biologique de manière à réduire les impacts sur la biodiversité. Le TCC de 56 kilomètres est subdivisé en 4 sous tronçons de l'amont vers l'aval en fonction de la recharge par les bassins versants intermédiaires. L'objectif sera de trouver un compromis acceptable en termes de viabilité économique du projet et de service rendu par l'installation avec l'ampleur de la compensation de la biodiversité à mettre en œuvre pour répondre aux exigences de la PS6 en matière de biodiversité à savoir l'absence de perte nette pour les habitats naturels et de gain net pour les habitats critiques.

Dans le cadre de ce scénario 2, 5 valeurs de débits biologique ont été analysée avec :

- Absence de débit biologique
- Débit biologique restitué en pied de barrage : 2 m³/s (3 m³/s à la saison des hautes eaux)
- Débit biologique restitué en pied de barrage : 4 m³/s (6 m³/s à la saison des hautes eaux)

- Débit biologique restitué en pied de barrage : 6 m³/s (8 m³/s à la saison des hautes eaux)
- Débit biologique restitué en pied de barrage : 8 m³/s (12 m³/s à la saison des hautes eaux)

4.3. SCENARIO 3 : ARRET ACCIDENTEL DE TURBINAGE

Ce scénario représente l'événement d'un arrêt de la centrale hydroélectrique. Un arrêt peut se produire pour différentes raisons telles qu'une maintenance planifiée, des problèmes mécaniques ou d'autres problèmes. L'arrêt représente un manque à gagner pour l'activité hydroélectrique et sa durée ne peut être prédite que s'il s'agit d'un arrêt planifié de la centrale. Il est donc nécessaire de mettre en place des mesures d'atténuation pour assurer la continuité écologique et le débit en aval du barrage lors de la fermeture.

L'arrêt accidentel de turbinage concerne les trois sections à savoir la petite Tsibilé/Tsibilé, le TCC et le tronçon du Komo à l'aval de la restitution.

Pour le tronçon du Komo à l'aval de la restitution, il s'agira de déterminer un débit minimal de telle sorte que sur des période courte (typiquement de quelques heures à quelques jours) les débits soit suffisant pour garantir les usages de l'eau à l'aval et la préservation de la biodiversité. La limite pratique se situe à la confluence de la Mbei et du Komo qui marque le début de la zone dont le niveau est fortement déterminé par la marée.

Pour la petite Tsibilé, il s'agira de déterminer les conditions de redémarrage du turbinage afin que celui-ci ne mette pas en danger les populations de la SEFF habitant à proximité

Pour le TCC, il s'agira de s'assurer de la continuité du débit écologique déterminée dans le scénario 2.

4.4. SCENARIO 4 : MODULATIONS JOURNALIERES

Dès la phase de conception, diverses raisons ont orienté le mode opératoire vers une stratégie annuelle à savoir l'usage progressif du réservoir pour soutenir les débits d'étiages. Compte tenu de la faible capacité de stockage à la vue des volumes de crue saisonniers, l'ouvrage peut être considéré comme opérant au « fil de l'eau ». Il n'est pour le moment pas envisagé un fonctionnement en éclusées de l'ouvrage qui doit produire une énergie électrique de base pour le réseau.

Selon Greimel *et al* (2018), les mesures d'atténuation directes des pointes hydroélectriques consistent à réduire l'impact hydrologique par des mesures d'exploitation (qui peuvent produire des coûts actuels en termes de perte de profit économique) ou de conception avec la construire un bassin de régulation pour absorber les pointes. Il n'est pas envisagé la construction d'un bassin de régulation dans la petite Tsibilé. Cependant, des variations de débit suffisamment faibles et lentes n'auront pas d'impact sur les composantes sensibles du milieu. Il est ici envisagé des modulations journalières, qui sans parler de mode opératoire en éclusés stricts, explore la possibilité de moduler le débit à certaines heures de la journée sans préjudice environnemental à l'aval. Cette réflexion vient du mode de fonctionnement actuel de l'ouvrage de Tchimbélé qui associe une stratégie annuelle similaire à une stratégie de modulation journalière pour mieux répondre au besoin de consommation.

La limitation des variations de débits à l'échelle journalière est une mesure importante pour éviter et réduire les impacts sur la sécurité et sur la biodiversité à l'aval. La compréhension de ces variations est donc essentielle pour la planification et la gestion des ressources en eau de manière raisonnée, c'est-à-dire sans impact significatif à l'aval.

L'objectif de ce scénario est d'estimer de manière prudente ces fluctuations de débit après la restitution dans le Komo sans conséquence sur l'environnement (intensité de pointe et gradient) dans l'idée de gagner quelques mégawatts de puissance garantie en période d'étiage, période pendant laquelle la production hydroélectrique nationale et régionale est au plus bas par rapport à la demande.

5. IMPACTS ET CONTRAINTES DU PROJET PRESENTES EN GROUPE DE TRAVAIL

5.1. BLOC HYDOLOGIE ET HYDRAULIQUE

L'objet de ce bloc hydrologie et hydraulique est d'apporter des éléments de réflexion à l'expert biodiversité et l'expert social sur les éléments à considérer pour l'établissement de la gestion des débits. L'expert hydrologie/hydraulique a présenté durant une réunion dédiée le détail des résultats du projet sur l'hydrologie et l'hydraulique en plus des éléments de l'état initial de la section 3 (Eléments de l'état initial présentés en groupe de travail).

5.1.1. Aval du barrage jusqu'à la restitution (scenario 2)

Il représente le tronçon du Komo compris entre le barrage à l'amont (point de prélèvement de l'eau à destination des turbines) et l'arrivée de la Tsibilé à l'aval (point de restitution de l'eau turbinée).

La dérivation du débit turbiné dans le cours d'eau de la Petite Tsibilé comporte un changement significatif du régime hydrologique dans le TCC avec de fortes répercussions pour les conditions hydrauliques et les habitats fluviaux.

Dans le cadre de l'analyse du scénario 2 dédiée au TCC plusieurs valeurs de débit biologique ont été calculées. L'objet de ces calculs est d'être mis à disposition de l'expert biodiversité qui procèdera à l'analyse des impacts et gains des différentes valeurs de débit biologique en considérant les valeurs de débit (les courbes hydrauliques sont présentées à la section 3.3)

5.1.1.1. Absence de débit biologique

Tableau 35 : Evolution saisonnière du débit du Komo, avant-projet et après projet,

Section	BV (km ²)	Débit mensuel (m ³ /s)															
		Janv.	Févr.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept	Oct.	Nov.	Déc	Moy.	Sec 07, 08, 09	Humide 10, 11, 12	Mois le plus sec
Section 1 : du barrage au Mbong (Longueur de la section 1 : 10,8 km)																	
Avant-projet	1430	42,9	38,3	44,9	46,4	46,9	33,7	22,1	16,9	26,5	60,6	79,2	57,9	43,0	21,8	65,9	16,9
Après projet : Débit réservé	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
Section 2 : du Mbong au bassin versant intermédiaire 1 (BV du Mbong et sous barrage : 229 km²) (Longueur de la section 2 : 19,7 km)																	
Avant-projet	1659	49,7	44,4	52,1	53,8	54,4	39,1	25,6	19,6	30,8	70,3	91,9	67,2	49,9	25,3	76,5	19,6
Après projet	229	6,9	6,1	7,2	7,4	7,5	5,4	3,5	2,7	4,3	9,7	12,7	9,3	6,9	3,5	10,6	2,7
%	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
Section 3 : du bassin versant intermédiaire 1 au bassin versant intermédiaire 2 (BVI_1 : 210 km²) (Longueur de la section 3 : 16,2 km)																	
Avant-projet	1870	56,1	50,1	58,7	60,6	61,3	44,1	28,9	22,1	34,7	79,3	103,6	75,7	56,3	28,6	86,2	22,1
Après projet	440	13,2	11,8	13,8	14,3	14,4	10,4	6,8	5,2	8,2	18,7	24,4	17,8	13,2	6,7	20,3	5,2
%	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Section 4 : du bassin versant intermédiaire 2 à la Tsibilé (BVI_2 : 100 km²) (Longueur de la section 4 : 9,5 km)																	
Avant-projet	1970	59,1	52,7	61,9	63,9	64,6	46,4	30,4	23,3	36,6	83,5	109,2	79,7	59,3	30,1	90,8	23,3
Après projet	540	16,2	14,5	17,0	17,5	17,7	12,7	8,3	6,4	10,0	22,9	29,9	21,9	16,2	8,2	24,9	6,4
%	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27

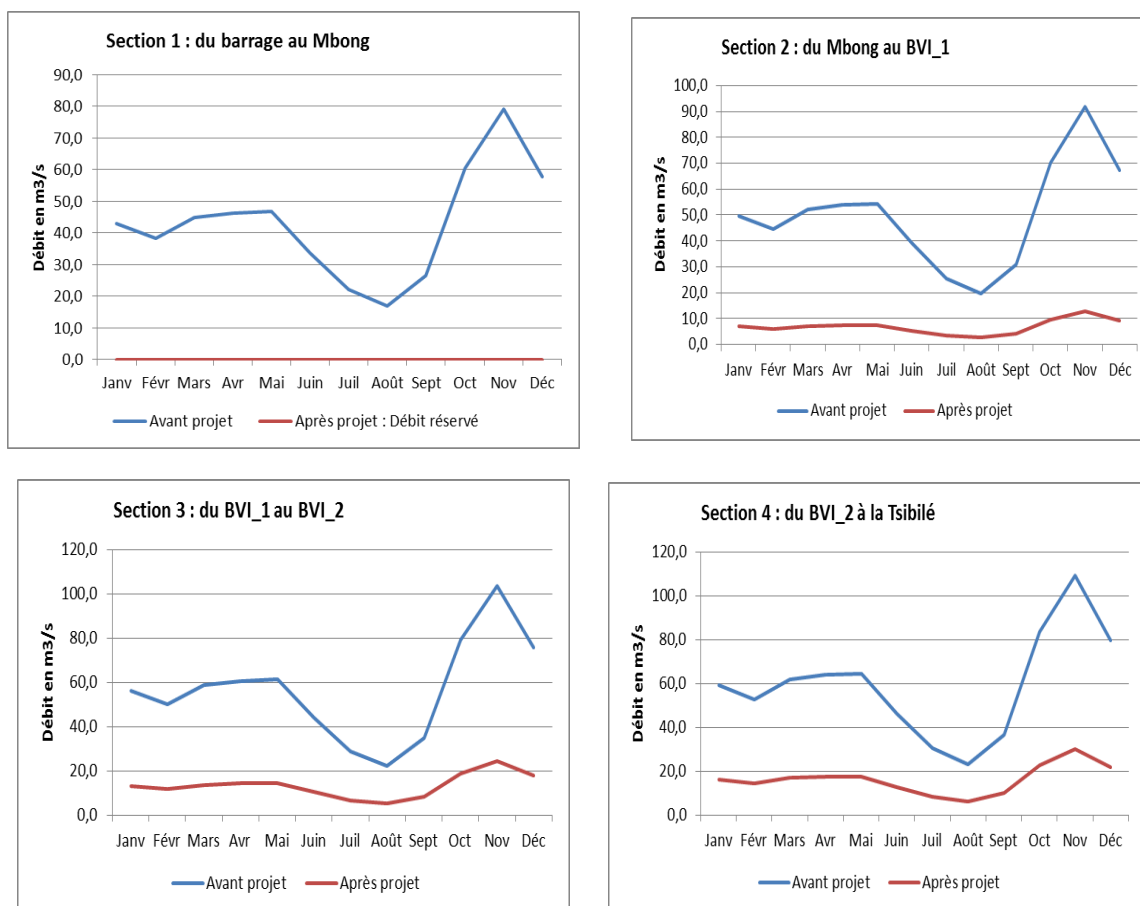


Figure 53 : Evolution saisonnière du débit du Komo, avant-projet et après projet, en absence de mesures d'atténuation.

En absence de débit réservé, le TCC serait alimenté seulement par les apports des bassins versants intermédiaires :

- La section la plus impactée est la section immédiatement à l'aval du barrage, qui resterait pratiquement sans eau ;
- La section 2 aurait un débit égal à 14% de son débit naturel, correspondant à l'apport fourni par le Mbong ;
- La section 3 aurait un débit égal à 24% de son débit naturel, le débit provenant du bassin intermédiaire 1 et des contributions amont ;
- La section 4 (la moins affectée) aurait un débit à 27% de son débit naturel, provenant du bassin versant intermédiaire 2 et des contributions amont.

La construction du barrage et la diminution notable du module du Komo au droit du tronçon court-circuité, peut conduire à des impacts importants de plusieurs natures sur les milieux en interaction directe avec le fleuve :

- Abaissement de la ligne d'eau ;
- Diminution du transport solide et liquide vers l'aval ;
- Modification des faciès d'écoulement ;
- Diminution de la zone d'expansion des crues ;
- Destruction ou modification des habitats aquatiques induisant une perte de biodiversité ;
- Perte de la continuité amont-aval ;
- Altération plus ou moins notable des connexions du Komo avec ses affluents primaires ;

Effets indirects sur d'autres types d'habitats en lien avec le fleuve (forêts riveraines et zones humides périphériques par exemple).

5.1.1.1. Débit biologique de 2 m³/s (3 m³/s à la saison des hautes eaux)

Tableau 36 : Evaluation des débits, avant-projet et après projet scénario 2.

Section	BV (km ²)	Débit mensuel (m ³ /s)															
		Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Moy	Sec 07, 08, 09	Humide 10, 11, 12	Mois le plus sec
Section 1 : du barrage au Mbong (Longueur de la section 1 : 10,8 km)																	
Avant projet	1430	42,9	38,3	44,9	46,4	46,9	33,7	22,1	16,9	26,5	60,6	79,2	57,9	43,0	21,8	65,9	16,9
Après projet : Débit réservé	0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	3,0	3,0	3,0	2,3	2,0	3,0	2,0
%	0	5	5	4	4	4	6	9	12	8	5	4	5	5	9	5	3,8
Section 2 : du Mbong au bassin versant intermédiaire 1 (BV du Mbong et sous barrage : 229 km²) (Longueur de la section 2 : 19,7 km)																	
Avant projet	1659	49,7	44,4	52,1	53,8	54,4	39,1	25,6	19,6	30,8	70,3	91,9	67,2	49,9	25,3	76,5	19,6
Après projet	229	8,9	8,1	9,2	9,4	9,5	7,4	5,5	4,7	6,3	12,7	15,7	12,3	9,1	5,5	13,6	4,7
%	14	18	18	18	18	17	19	22	24	20	18	17	18	18	22	18	17
Section 3 : du bassin versant intermédiaire 1 au bassin versant intermédiaire 2 (BVI_1 : 210 km²) (Longueur de la section 3 : 16,2 km)																	
Avant projet	1870	56,1	50,1	58,7	60,6	61,3	44,1	28,9	22,1	34,7	79,3	103,6	75,7	56,3	28,6	86,2	22,1
Après projet	440	15,2	13,8	15,8	16,3	16,4	12,4	8,8	7,2	10,2	21,7	27,4	20,8	15,5	8,7	23,3	7,2
%	24	27	28	27	27	27	28	30	33	29	27	26	27	28	31	27	26
Section 4 : du bassin versant intermédiaire 2 à la Tsibilé (BVI_2 : 80 km²) (Longueur de la section 4 : 9,5 km)																	
Avant projet	1970	59,1	52,7	61,9	63,9	64,6	46,4	30,4	23,3	36,6	83,5	109,2	79,7	59,3	30,1	90,8	23,3
Après projet	540	18,2	16,5	19,0	19,5	19,7	14,7	10,3	8,4	12,0	25,9	32,9	24,9	18,5	10,2	27,9	8,4
%	27	31	31	31	31	31	32	34	36	33	31	30	31	32	34	31	30

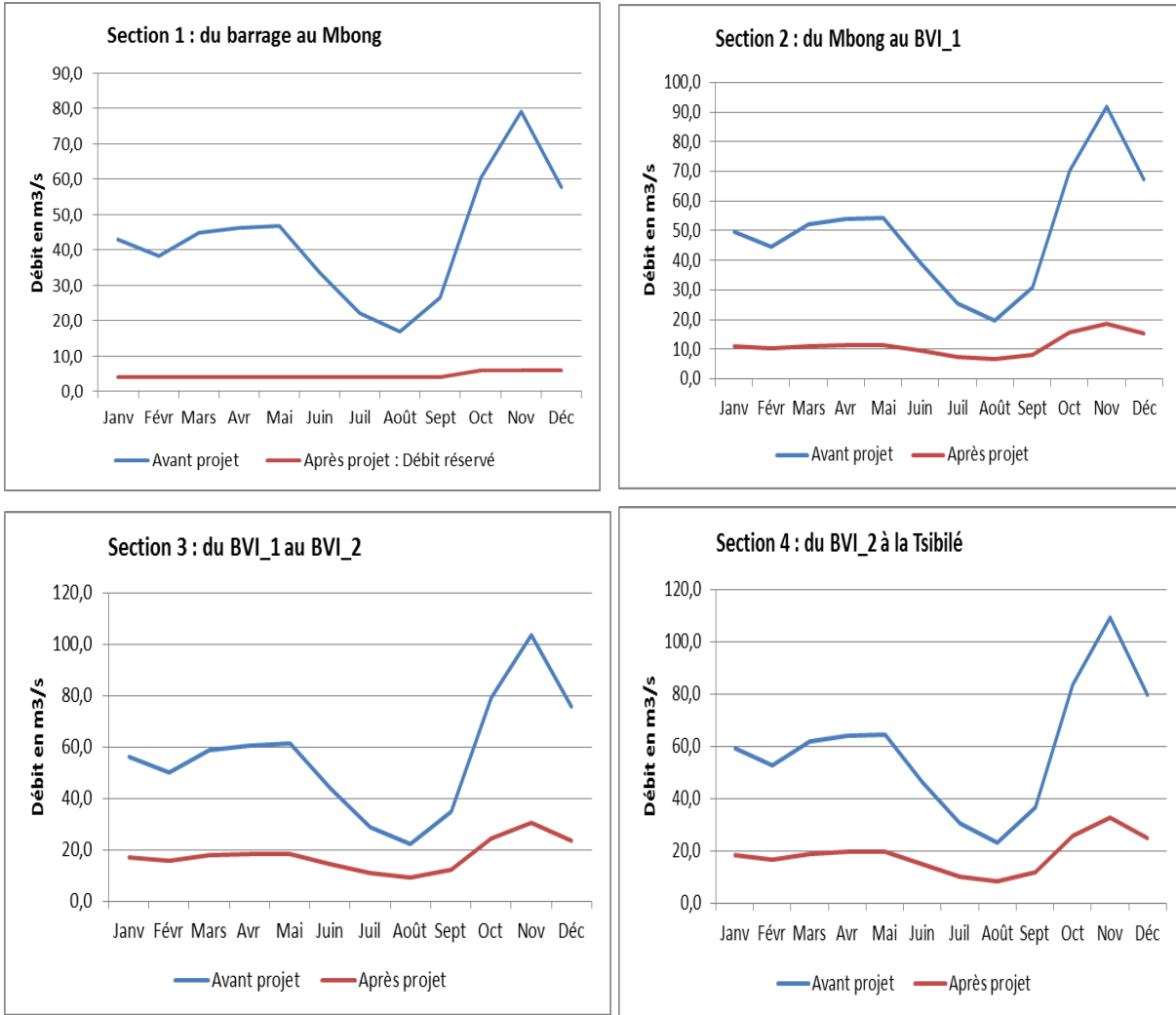


Figure 54 : Evolution saisonnière du débit du komo avant-projet t après projet scénario 2

5.1.1.2. Débit biologique = 4 m³/s (6 m³/s en octobre, novembre et décembre)

Tableau 37 : Evaluation des débits, avant-projet et après projet scénario 3

Section	BV (km ²)	Débit mensuel (m ³ /s)															
		Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Moy	Sec 07, 08, 09	Humide 10, 11, 12	Mois le plus sec
Section 1 : du barrage au Mbong (Longueur de la section 1 : 10,8 km)																	
Avant-projet	1430	42,9	38,3	44,9	46,4	46,9	33,7	22,1	16,9	26,5	60,6	79,2	57,9	43,0	21,8	65,9	16,9
Après projet : Débit réservé	0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	6,0	6,0	6,0	4,5	4,0	6,0	4,0
%	0	9	10	9	9	9	12	18	24	15	10	8	10	10	18	9	7,6
Section 2 : du Mbong au bassin versant intermédiaire 1 (BV du Mbong et sous barrage : 229 km²) (Longueur de la section 2 : 19,7 km)																	
Avant-projet	1659	49,7	44,4	52,1	53,8	54,4	39,1	25,6	19,6	30,8	70,3	91,9	67,2	49,9	25,3	76,5	19,6
Après projet	229	10,9	10,1	11,2	11,4	11,5	9,4	7,5	6,7	8,3	15,7	18,7	15,3	11,4	7,5	16,6	6,7
%	14	22	23	21	21	21	24	29	34	27	22	20	23	23	30	22	20
Section 3 : du bassin versant intermédiaire 1 au bassin versant intermédiaire 2 (BVI_1 : 210 km²) (Longueur de la section 3 : 16,2 km)																	
Avant-projet	1870	56,1	50,1	58,7	60,6	61,3	44,1	28,9	22,1	34,7	79,3	103,6	75,7	56,3	28,6	86,2	22,1
Après projet	440	17,2	15,8	17,8	18,3	18,4	14,4	10,8	9,2	12,2	24,7	30,4	23,8	17,7	10,7	26,3	9,2
%	24	31	32	30	30	30	33	37	42	35	31	29	31	33	38	31	29
Section 4 : du bassin versant intermédiaire 2 à la Tsibilé (BVI_2 : 80 km²) (Longueur de la section 4 : 9,5 km)																	
Avant-projet	1970	59,1	52,7	61,9	63,9	64,6	46,4	30,4	23,3	36,6	83,5	109,2	79,7	59,3	30,1	90,8	23,3
Après projet	540	20,2	18,5	21,0	21,5	21,7	16,7	12,3	10,4	14,0	28,9	35,9	27,9	20,7	12,2	30,9	10,4
%	27	34	35	34	34	34	36	41	45	38	35	33	35	36	41	34	33

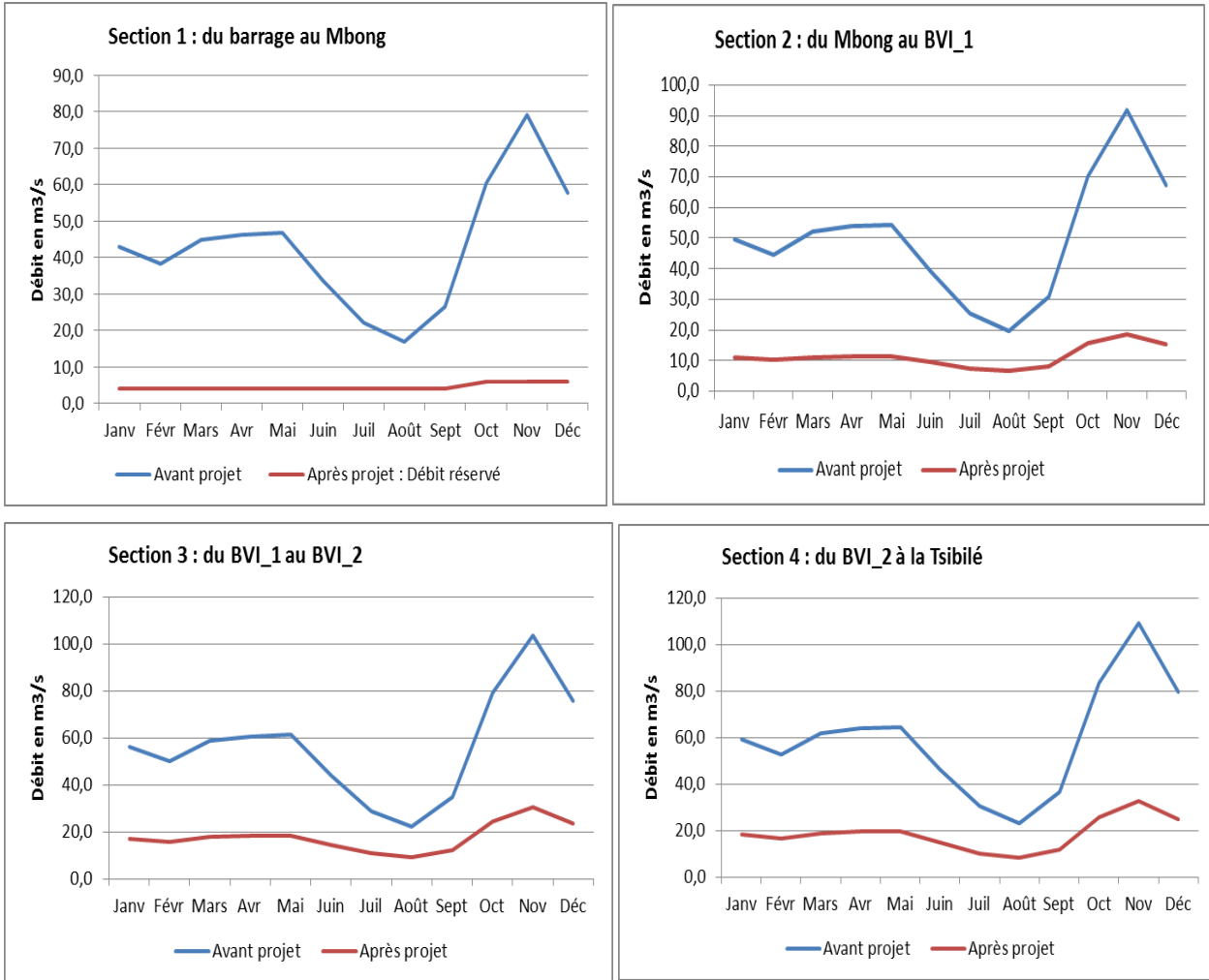


Figure 55 : Evolution saisonnière du débit komo, avant-projet et après projet scénario 3

5.1.1.3. Débit biologique de 6 m³/s (9 m³/s à la saison des hautes eaux)

Tableau 38 : Evolution saisonnière du débit du Komo, avant-projet et après projet

Section	BV (km ²)	Débit mensuel (m ³ /s)															
		Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Moy	Sec 07, 08, 09	Humide 10, 11, 12	Mois le plus sec
Section 1 : du barrage au Mbong (Longueur de la section 1 : 10,8 km)																	
Avant-projet	1430	42,9	38,3	44,9	46,4	46,9	33,7	22,1	16,9	26,5	60,6	79,2	57,9	43,0	21,8	65,9	16,9
Après projet : Débit réservé	0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	9,0	9,0	9,0	6,8	6,0	9,0	6,0
%	0	14	16	13	13	13	18	27	36	23	15	11	16	16	27	14	11,4
Section 2 : du Mbong au bassin versant intermédiaire 1 (BV du Mbong et sous barrage : 229 km²) (Longueur de la section 2 : 19,7 km)																	
Avant-projet	1659	49,7	44,4	52,1	53,8	54,4	39,1	25,6	19,6	30,8	70,3	91,9	67,2	49,9	25,3	76,5	19,6
Après projet	229	12,9	12,1	13,2	13,4	13,5	11,4	9,5	8,7	10,3	18,7	21,7	18,3	13,6	9,5	19,6	8,7
%	14	26	27	25	25	25	29	37	44	33	27	24	27	27	37	26	24
Section 3 : du bassin versant intermédiaire 1 au bassin versant intermédiaire 2 (BVI_1 : 210 km²) (Longueur de la section 3 : 16,2 km)																	
Avant-projet	1870	56,1	50,1	58,7	60,6	61,3	44,1	28,9	22,1	34,7	79,3	103,6	75,7	56,3	28,6	86,2	22,1
Après projet	440	19,2	17,8	19,8	20,3	20,4	16,4	12,8	11,2	14,2	27,7	33,4	26,8	20,0	12,7	29,3	11,2
%	24	34	36	34	33	33	37	44	51	41	35	32	35	37	45	34	32
Section 4 : du bassin versant intermédiaire 2 à la Tsibilé (BVI_2 : 80 km²) (Longueur de la section 4 : 9,5 km)																	
Avant-projet	1970	59,1	52,7	61,9	63,9	64,6	46,4	30,4	23,3	36,6	83,5	109,2	79,7	59,3	30,1	90,8	23,3
Après projet	540	22,2	20,5	23,0	23,5	23,7	18,7	14,3	12,4	16,0	31,9	38,9	30,9	23,0	14,2	33,9	12,4
%	27	38	39	37	37	37	40	47	53	44	38	36	39	40	48	38	36

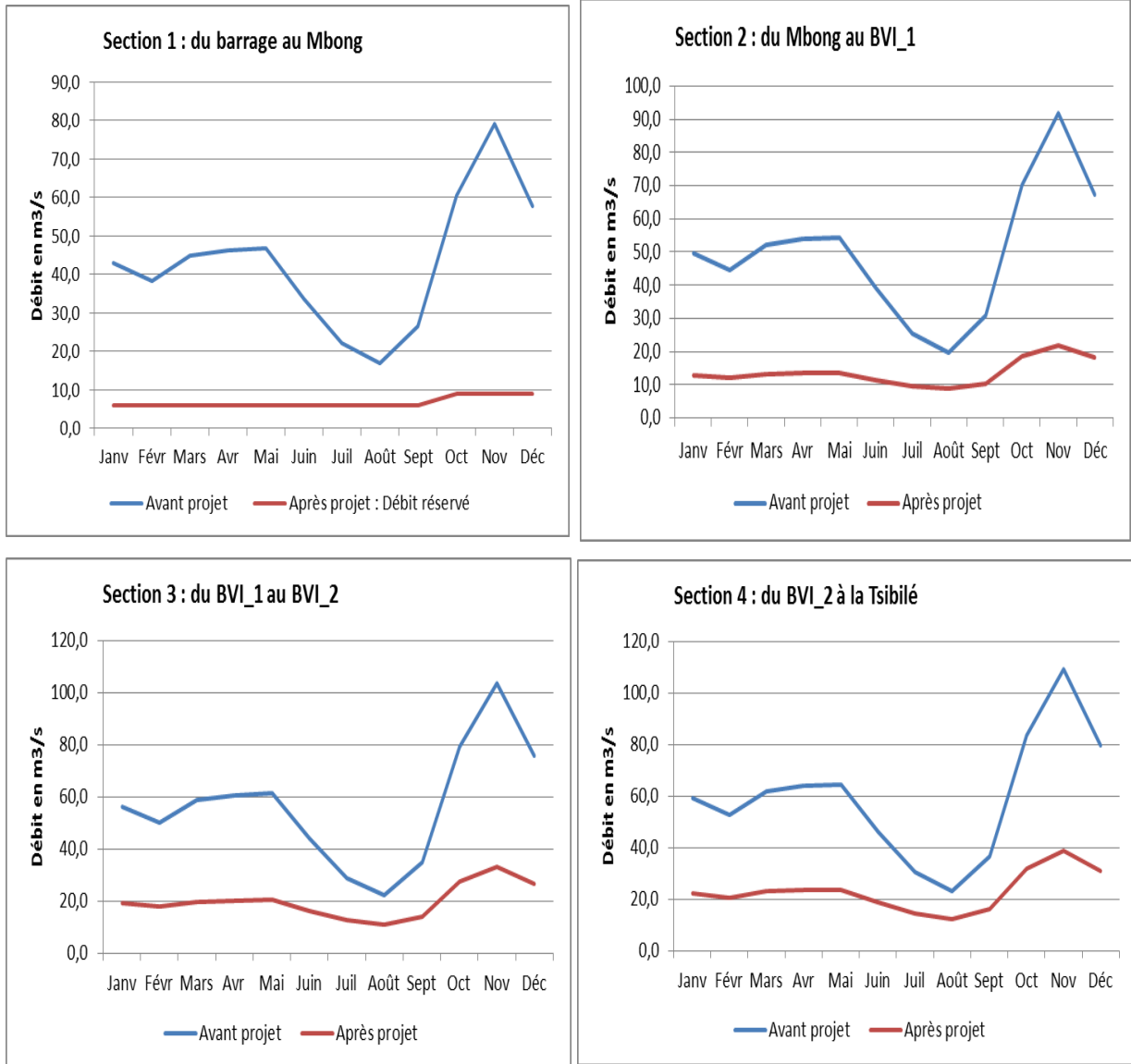


Figure 56 : Evolution saisonnière du débit du Komo, avant-projet et après projet Scénario 4

5.1.1.4. Débit biologique de 8 m³/s (12 m³/s à la saison des hautes eaux)

Tableau 39 : Evaluation des débits, avant-projet et après projet

Section	BV (km ²)	Débit mensuel (m ³ /s)															
		Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Moy	Sec 07, 08, 09	Humide 10, 11, 12	Mois le plus sec
Section 1 : du barrage au Mbong (Longueur de la section 1 : 10,8 km)																	
Avant-projet	1430	42,9	38,3	44,9	46,4	46,9	33,7	22,1	16,9	26,5	60,6	79,2	57,9	43,0	21,8	65,9	16,9
Après projet : Débit réservé	0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	12,0	12,0	12,0	9,0	8,0	12,0	8,0
%	0	19	21	18	17	17	24	36	47	30	20	15	21	21	37	18	15,1
Section 2 : du Mbong au bassin versant intermédiaire 1 (BV du Mbong et sous barrage : 229 km²) (Longueur de la section 2 : 19,7 km)																	
Avant-projet	1659	49,7	44,4	52,1	53,8	54,4	39,1	25,6	19,6	30,8	70,3	91,9	67,2	49,9	25,3	76,5	19,6
Après projet	229	14,9	14,1	15,2	15,4	15,5	13,4	11,5	10,7	12,3	21,7	24,7	21,3	15,9	11,5	22,6	10,7
%	14	30	32	29	29	29	34	45	55	40	31	27	32	32	45	29	27
Section 3 : du bassin versant intermédiaire 1 au bassin versant intermédiaire 2 (BVI_1 : 210 km²) (Longueur de la section 3 : 16,2 km)																	
Avant-projet	1870	56,1	50,1	58,7	60,6	61,3	44,1	28,9	22,1	34,7	79,3	103,6	75,7	56,3	28,6	86,2	22,1
Après projet	440	21,2	19,8	21,8	22,3	22,4	18,4	14,8	13,2	16,2	30,7	36,4	29,8	22,2	14,7	32,3	13,2
%	24	38	40	37	37	37	42	51	60	47	39	35	39	42	53	38	35
Section 4 : du bassin versant intermédiaire 2 à la Tsibilé (BVI_2 : 80 km²) (Longueur de la section 4 : 9,5 km)																	
Avant-projet	1970	59,1	52,7	61,9	63,9	64,6	46,4	30,4	23,3	36,6	83,5	109,2	79,7	59,3	30,1	90,8	23,3
Après projet	540	24,2	22,5	25,0	25,5	25,7	20,7	16,3	14,4	18,0	34,9	41,9	33,9	25,2	16,2	36,9	14,4
%	27	41	43	40	40	40	45	54	62	49	42	38	42	45	55	41	38

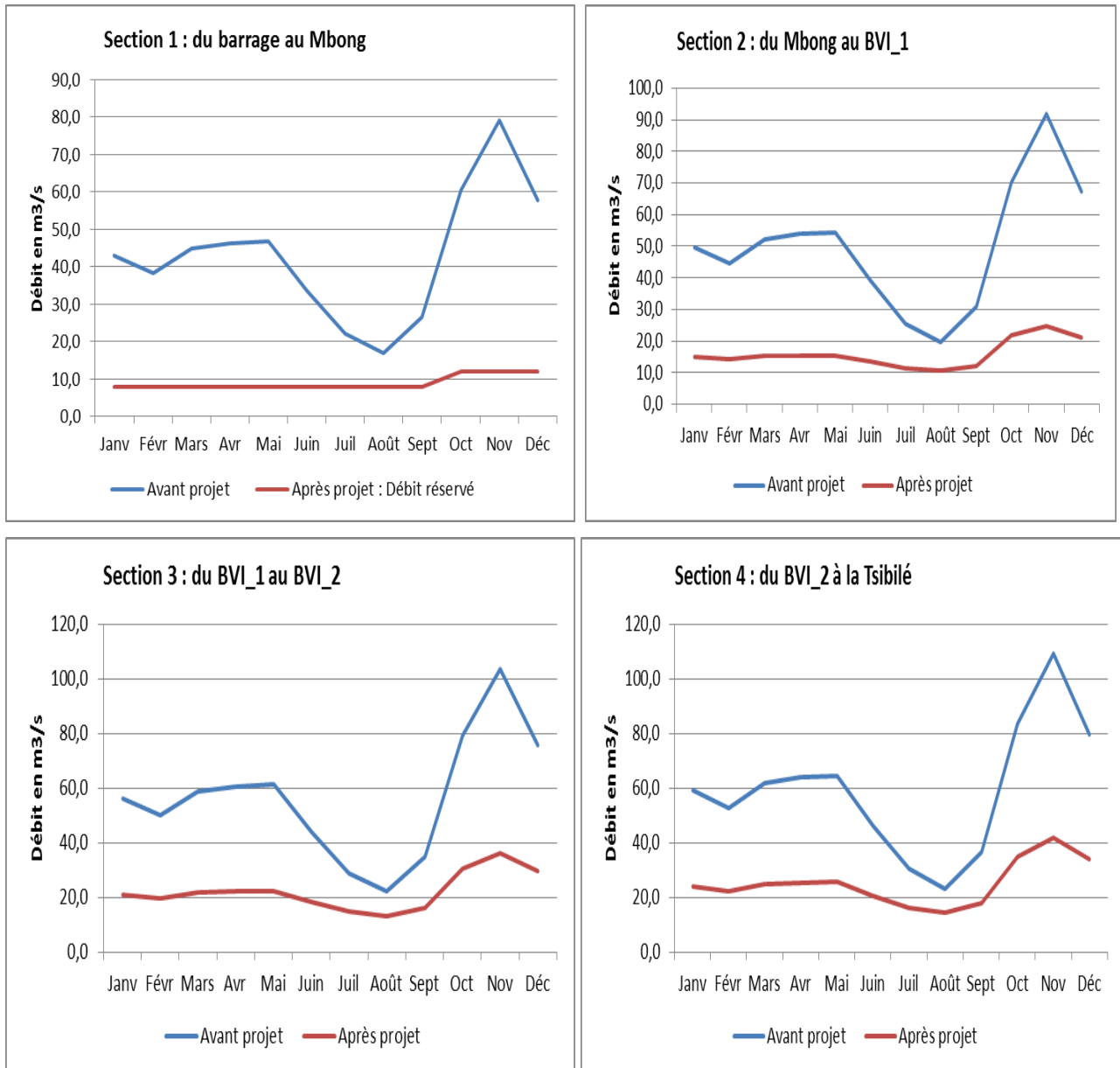


Figure 57 : Evolution saisonnière du débit du Komo, avant-projet et après projet Scénario 5

5.1.2. Aval de l'usine jusqu'à la restitution (petite Tsibilé et Tsibilé)

5.1.2.1. Opération en fil de l'eau (Scénario 2)

Une particularité du projet dans le cadre de son fonctionnement (Scénario 2) est que le débit capté dans la rivière Komo n'est pas restitué dans cette même rivière, mais dans un bassin versant différent, la Petite Tsibilé, qui se jette dans le Komo environ 35 km en aval. Ce bassin versant de 1 430 km² alimente le réservoir, dont les eaux sont relâchées dans un cours d'eau secondaire, la Petite Tsibilé, dont le bassin versant atteint environ 100 km² au niveau de la sortie, et dont la superficie combinée avec celle de la Tsibilé atteint environ 500 km² à la confluence avec le Komo.

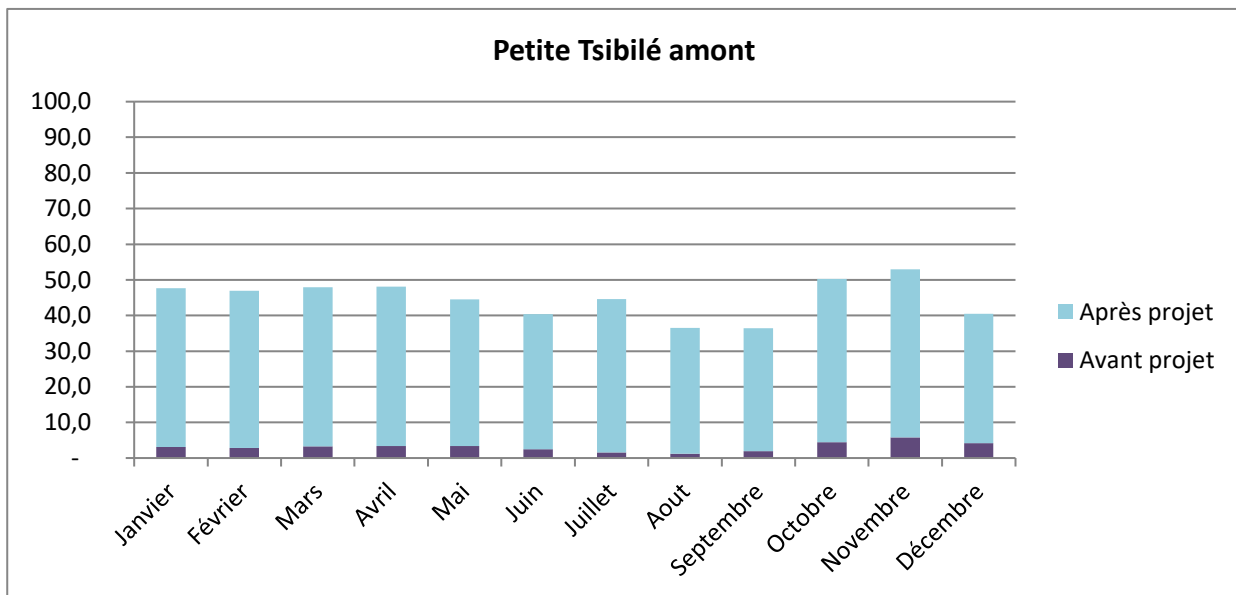
Le tableau ci-dessous présente une comparaison des débits mensuels moyens avant et après la construction du barrage.

Tableau 40 : Débits moyens mensuels avant-projet et après projet à différentes sections de la petite Tsibilé et de la Tsibilé

DEBITS MENSUELS MOYENS							IMPACT : ECART		
Tronçon	PETITE TSIBILE ET TSIBILE AVANT PROJET			PETITE TSIBILE ET TSIBILE APRES PROJET AVEC 1430 KM2 DE BASSIN VERSANT DU KOMO			FACTEUR MULTIPLICATEUR (APRES PROJET / AVANT PROJET)		
	Amont	Intermédiaire	Petite Tsibilé et Tsibilé	Amont	Intermédiaire	Petite Tsibilé et Tsibilé	Amont	Intermédiaire	Petite Tsibilé et Tsibilé
BV km2	104	321.4	510	104	321.4	510	104	321.4	510
Linéaire km	15,8	14,3	4,1	15,8	14,3	4,1	15,8	14,3	4,1
Janvier	3.1	9.6	15.3	44.5	51.0	56.7	14.3	5.3	3.7
Février	2.8	8.6	13.7	44.2	50.0	55.1	15.9	5.8	4.0
Mars	3.3	10.1	16.0	44.7	51.5	57.4	13.7	5.1	3.6
Avril	3.4	10.4	16.5	44.8	51.8	57.9	13.3	5.0	3.5
Mai	3.4	10.5	16.7	41.1	48.3	54.4	12.1	4.6	3.3
Juin	2.5	7.6	12.0	37.9	43.0	47.5	15.4	5.7	3.9
Juillet	1.6	4.9	7.9	43.0	46.3	49.3	26.8	9.4	6.3
Aout	1.2	3.8	6.0	35.3	37.9	40.1	28.8	10.0	6.7
Septembre	1.9	6.0	9.5	34.5	38.5	42.0	17.8	6.4	4.4
Octobre	4.4	13.6	21.6	45.8	55.0	63.0	10.4	4.0	2.9
Novembre	5.8	17.8	28.3	47.2	59.2	69.7	8.2	3.3	2.5
Décembre	4.2	13.0	20.6	36.3	45.1	52.7	8.6	3.5	2.6

En rose : période sèche et en bleu : période pluvieuse

Estimé sur la base des débits turbinés produits par EDF et sur la base des modules fournis par ISL



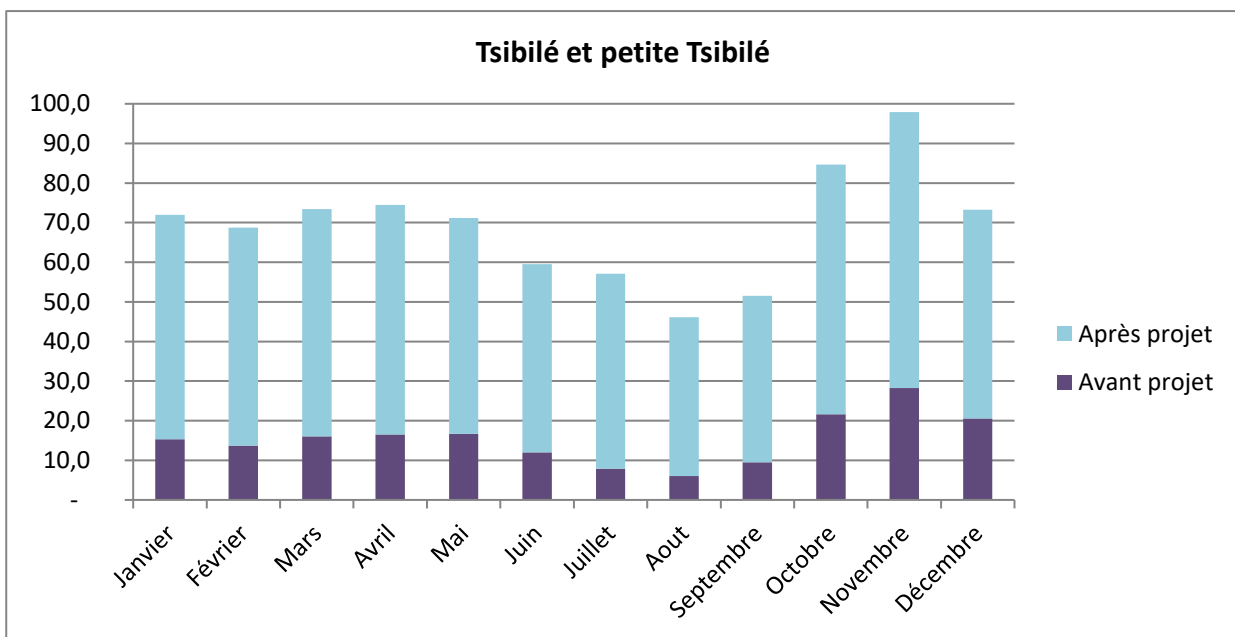
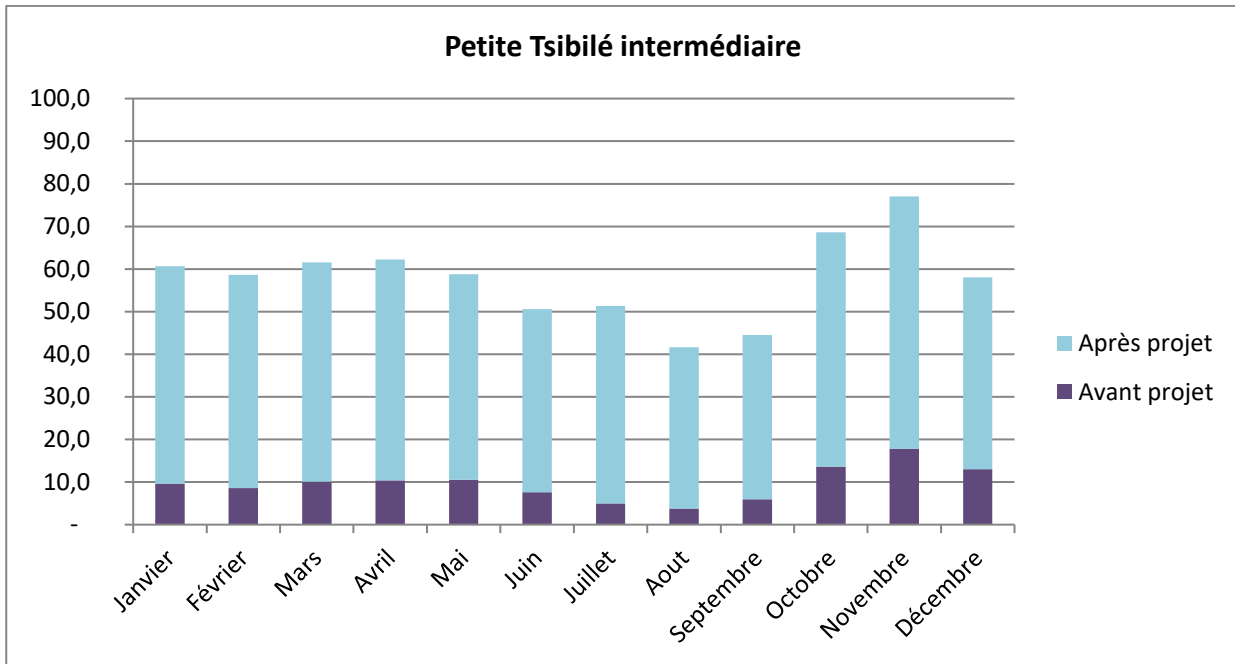


Figure 58 : Modification avant-projet et après projet des débits de la Petite Tsibilé et de la Tsibilé

Les données présentées permettent d'observer que les débits dans la Petite Tsibilé et la Tsibilé augmenteront de façon drastique après la construction du barrage, avec un facteur variant de 2,5 à 30 selon les mois et les tronçons considérés. L'écart est d'autant plus faible qu'il est situé vers l'aval et en saison humide.

L'impact de l'exploitation sur les débits de la Petite Tsibilé et la Tsibilé est considéré comme majeur et les conséquences sur les milieux naturels ne peuvent être évité ou réduite.

5.1.2.2. Remplissage, arrêt du turbinage et modulation journalières (Scénarios 1, 3 et 4)

Durant la phase de remplissage et en cas d'arrêt de la centrale hydroélectrique accidentel ou programmé, le débit d'eau en aval du barrage sera affecté, ce qui peut entraîner des conséquences négatives sur le milieu naturel et humain.

La présente section décrit les variations des écoulements en termes de vitesse, de hauteur d'eau et de périmètre mouillé dans le cas de reprise de turbinage et dans le cas de modulation de débit dans la section considérée. Ces informations ont été présentés à l'expert social pour prendre en compte la sécurité des populations riveraines (camps de la SEEF).

Dans la section aval de l'usine (petite Tsibilé/Tsibilé) il est considéré que toutes les valeurs de biodiversité seront perdues lors de l'opération du barrage sans mesure de gestion des débits possibles pour éviter et réduire cet impact.

Des calculs ont été effectués dans trois profils types pour évaluer les variations de vitesse résultant de l'ajout du débit turbiné provenant de la centrale hydroélectrique et du débit naturel pendant le mois le plus sec en période QMNA de 4,7 m³/s.

Tableau 41 : Variations des vitesses, hauteurs et périmètres mouillés en fonction du débit turbiné (tronçon petite Tsibilé et Tsibilé)

Débit turbiné	0					10					20					30					40					50									
	H	V	P	ΔH	ΔV	H	V	P	ΔH	ΔV	H	V	P	ΔH	ΔV	H	V	P	ΔH	ΔV	H	V	P	ΔH	ΔV	H	V	P	ΔH	ΔV					
Petite Tsibilé pente faible																																			
L11, Pe 0,5%	0,33	1,05	16	0	0	0,64	1,49	21	0,31	0,44	0,83	1,72	25	0,5	0,66	0,98	1,89	27	0,65	0,84	1,1	2,06	30	0,77	1,1	1,21	2,2	31	0,88	1,15					
Petite Tsibilé pente fort																																			
L11, Pe 1,2%	0,28	1,27	15	0	0	0,54	1,85	25	0,26	0,58	0,7	2,19	22	0,42	0,91	0,83	2,43	28	0,55	1,16	0,94	2,61	30	0,66	1,34	1,04	2,77	31	0,71	1,5					
Tsibilé pente faible																																			
L11, Pe 0,7%	0,34	1,26	17	0	0	0,58	1,7	20	0,24	0,44	0,76	1,97	24	0,2	0,71	0,9	2,15	26	0,64	0,89	1,01	2,33	28	0,68	1,07	1,1	2,48	30	0,76	1,22					

L : L largeur du lit (m), Pe pente du profil en %, Débit turbiné (m³/s), H hauteur d'eau (m), V vitesse (m/s), P périmètre mouillé (m). Au débit turbiné est ajouté le QMNA de 4,7 m³/s pour la petite Tsibilé plus 5,9 pour la Tsibilé m³/s. Calculs basés sur l'équation de Manning Strickler.

Le tableau présente des informations sur les variations de hauteur d'eau (H), de vitesse de l'eau (V) et de périmètre mouillé (P) pour trois sections de la rivière petite Tsibilé et Tsibilé tronçons avec des pentes et des caractéristiques différentes. Les différentes colonnes du tableau indiquent les débits turbinés en m³/s (0, 10, 20, 30, 40 et 50). Les lignes du tableau correspondent à différentes caractéristiques pour chaque section. La figure ci-dessous présente l'évolution des hauteurs d'eau en fonction des débits dans les différents profils.

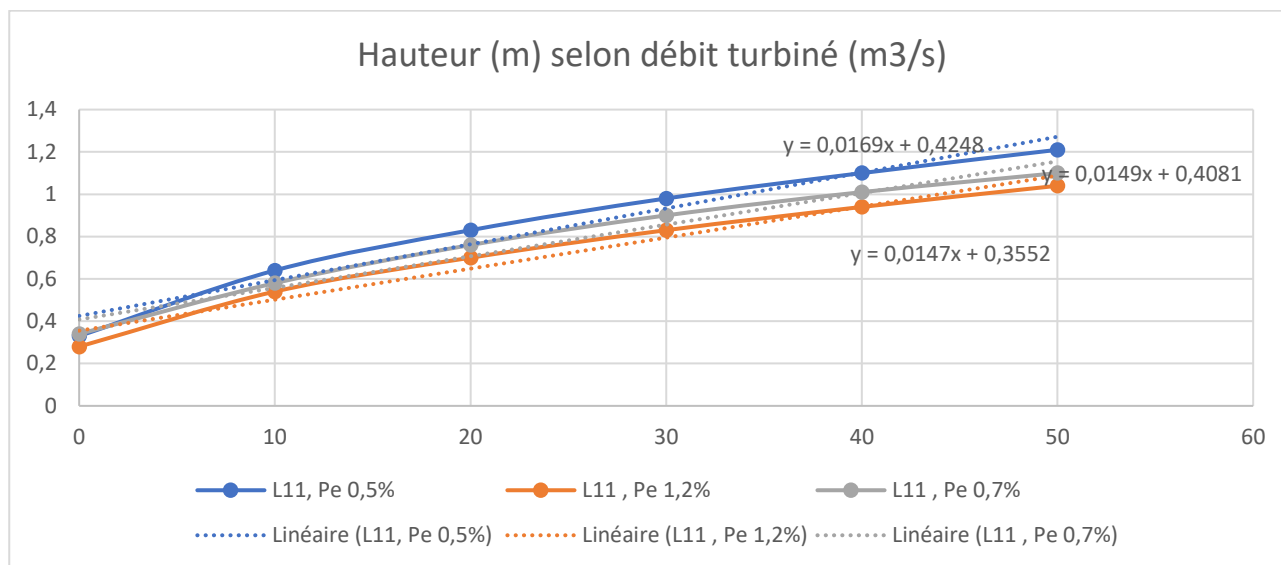


Figure 59 : Augmentation de la hauteur d'eau en fonction des débits

Tableau 42 : Variation des hauteurs selon le débit et la durée

Profil	Augmentation moyenne de H en cm par m ³	Augmentation de H en cm/min selon la durée pour atteindre le débit d'exploitation				
		5	30	60	80	180
S1 L11, Pe 0,5%	1,69	16.9	2.8	1.4	1.1	0.5
S2 L11, Pe 1,2%	1,47	14.7	2.5	1.2	0.9	0.4
S3 L11, Pe 0,7%	1,49	14.9	2.5	1.2	0.9	0.4

Au débit turbiné est ajouté le QMNA de 4,7 m³/s pour la petite Tsibilé plus de 5,9 pour la Tsibilé m³/s. Calculs basés sur l'équation de Manning Strickler.

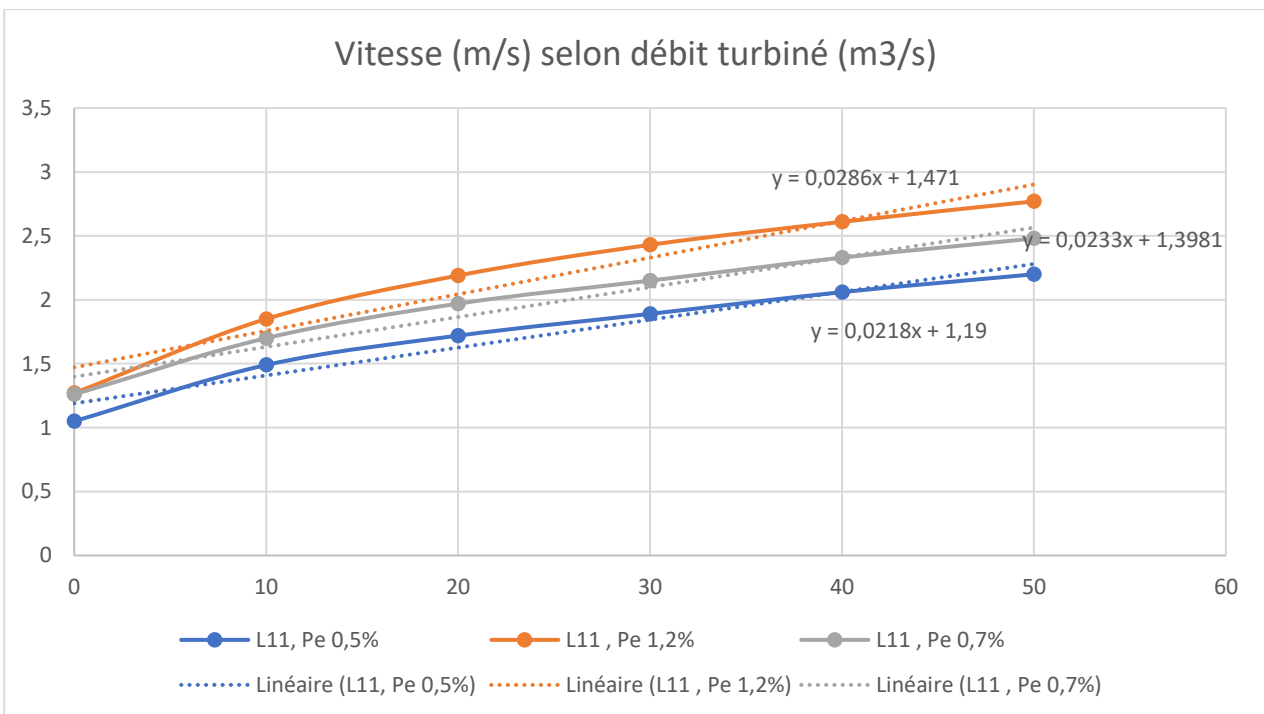


Figure 60 : Augmentation de vitesse d'eau en fonction des débits

Tableau 43 : Variation des vitesses selon le débit et la durée

Profil	Augmentation moyenne de V m/s par m ³	Augmentation de V en m/s / min selon la durée pour atteindre le débit d'exploitation				
		5	30	60	120	180
S1 L11, Pe 0,5%	0,0218	0.22	0.04	0.02	0.01	0.01
S2 L11, Pe 1,2%	0,0286	0.29	0.05	0.02	0.01	0.01
S3 L11, Pe 0,7%	0,0233	0.23	0.04	0.02	0.01	0.01

Les données présentées permettent de comprendre comment le débit turbiné affecte les variations de hauteur et de vitesse de l'eau dans chaque section. Les observations suivantes peuvent être faites :

- Dans le tronçon S1 (petite Tsibilé avec pente faible), la hauteur passe d'environ 0,33 m à 1,21 m respectivement pour 0 et 50 m³/s turbiné ce qui donne une moyenne à 1,69 cm/m³. Avec des hypothèses de 5 min, 60 min et 180 min pour atteindre le débit maximal d'exploitation, la variation de hauteur par minute décroît respectivement de 16,9, 1,4 et 0,5 cm/min
- Dans le tronçon S2 (petite Tsibilé avec pente forte), la hauteur passe d'environ 0,28 m à 1,04 m respectivement pour 0 et 50 m³/s turbiné ce qui donne une moyenne à 1,47 cm/m³. Avec des hypothèses de 5 min, 60 min et 180 min pour atteindre le débit maximal d'exploitation, la variation de hauteur par minute décroît respectivement de 14,7, 1,2 et 0,4 cm/min
- Dans le tronçon S3 (petite Tsibilé avec pente faible), la hauteur passe d'environ 0,34 m à 1,1 m respectivement pour 0 et 50 m³/s turbiné ce qui donne une moyenne à 1,49 cm/m³. Avec des hypothèses de 5 min, 20 min et 60 min pour atteindre le débit maximal d'exploitation, la variation de hauteur par minute décroît respectivement de 14,9, 1,2 et 0,4 cm/min.

5.1.3. Aval de la Restitution

5.1.3.1. Opération en fil de l'eau (Scénario 2)

La figure ci-dessous montre les débits mensuels avant et après projet. Le réservoir créé par le barrage permet de stocker l'eau pendant la saison des pluies et de la relâcher pendant la saison sèche pour maintenir les débits à un niveau permettant une meilleure production électrique aux moments où les besoins sont les plus forts. Toutefois, le volume limité du réservoir par rapport au volume de la crue annuelle a un impact limité sur la dynamique des débits en aval du point de restitution.

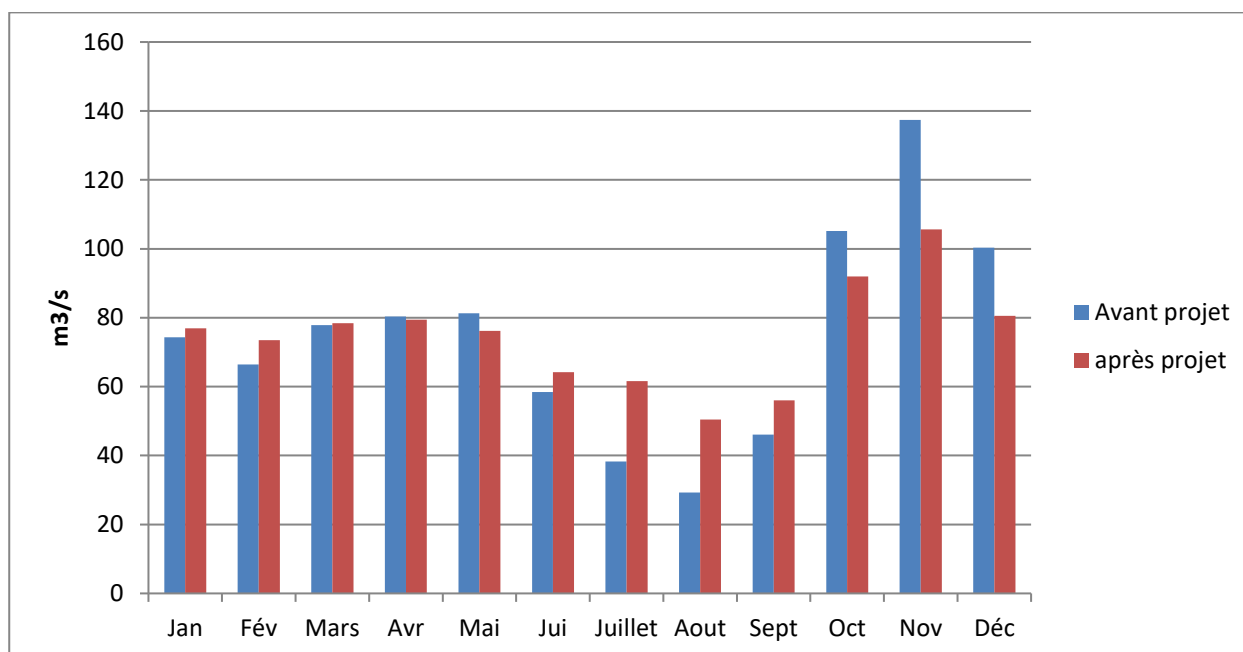


Figure 61 : Impact du projet sur les débits mensuels

Plusieurs considérations peuvent être faites à l'aval immédiat de la restitution du débit dans le Komo soit à la confluence avec la Tsibilé :

A la confluence, le bassin versant du Komo est d'environ 1970 km² alors que celui de la Tsibilé est d'environ 510 km² ;

- **Réduction de la variabilité saisonnière** : En régime naturel, la saison sèche est marquée par de faibles débits d'eau, tandis que la saison humide est caractérisée par des débits d'eau élevés. Après la mise en service du projet, la différence entre la saison sèche et la saison humide est sensiblement réduite mais la saisonnalité reste toutefois bien marquée ;

- **Réduction des débits mensuels moyens durant la saison humide** : pendant la saison humide, qui correspond généralement aux mois d'Octobre, Novembre et Décembre, il y a une réduction des débits mensuels moyens, allant de 10 à 25%. Cela est dû au stockage de l'eau dans le réservoir pendant la saison des pluies, ce qui permet de soutenir les étiages pendant la saison sèche.
- **Module annuel proche du débit naturel** : bien que la mise en service du projet réduise la variabilité saisonnière des débits d'eau, le module annuel (75,5 m³/s) reste proche du débit naturel. L'objectif de l'ouvrage est d'assurer une régulation inter-saisonnière partielle pour répondre aux besoins en eau pendant la saison sèche sans pour autant construire un réservoir trop volumineux et trop étendu (pas d'emprise dans le parc national et limiter le volume du réservoir pour éviter l'impact sur la qualité de l'eau).
- A l'aval, l'ouvrage soutient légèrement les étiages et écrête les crues du mois d'Octobre et Novembre jusqu'à ce que le réservoir soit plein.

5.1.3.2. Remplissage du réservoir, arrêt du turbinage et modulation journalière (Scénario 1, 3 et 4)

Durant la phase de remplissage et en cas d'arrêt de la centrale hydroélectrique accidentel ou programmé le débit d'eau en aval de la restitution sera modifié, ce qui peut entraîner des conséquences néfastes sur l'environnement naturel et humain. Lors du remplissage et en cas d'arrêt de turbinage il sera nécessaire de maintenir un débit suffisant en aval pour préserver la biodiversité et la continuité des usages.

La présente section décrit les variations des écoulements en termes de vitesse, de hauteur d'eau et de périmètre mouillé dans la section considérée. Ces informations ont été présentées à l'expert social et à l'expert biodiversité pour prendre en compte la protection des espèces aquatiques et la sécurité des populations riveraines.

Tableau 44 : Relation entre la variation du débit et la variation du niveau de l'eau en aval de la restitution

Débit tubiné	0					20					40					60					
	H	V	P	ΔH	ΔV	H	V	P	ΔH	ΔV	H	V	P	ΔH	ΔV	H	V	P	ΔH	ΔV	
Section A pente fort																					
L 20, Pe 2%,	0,5	2,3	29	0	0	0,6	2,8	28	0,2	0,3	0,79	3,21	30	0,4	0,65	0,84	3,5	31	0,4	0,95	
Section A pente faible																					
L 30, Pe 0,09%,	0,8	0,8	40	0	0	1,2	1,1	42	0,4	0,2	1,44	1,19	44	0,6	0,84	1,68	1,3	46	0,9	0,46	
Section B pente faible																					
L 35, Pe 0,06%,	0,9	0,7	50		0	1,2	0,9	47	0,4	0,7	1,49	1,01	46	0,6	0,29	1,88	1,1	53	1	0,38	
Section B pente faible																					
L 40, Pe 0,01%,	1,3	0,6	45	0	0	1,9	0,5	49	0,6	0,1	2,29	0,55	60	1	0,16	2,63	0,61	60,3	1,3	0,22	

L : L largeur du lit (m), Pe pente du profil en %, Débit tubiné (m³/s), H hauteur d'eau (m), V vitesse (m/s), P périmètre mouillé (m). Au débit tubiné est ajouté le QMNA de 23,3 m³/s. Calculs basés sur l'équation de Manning Strickler.

Les calculs ont évalué les variations de vitesse résultant de l'ajout de débit turbiné provenant de la centrale hydroélectrique ajouté du débit naturel pendant le mois le plus sec en période d'étiage QMNA de 23,3 m³/s.

Le tableau présente des informations sur les variations de hauteur d'eau (H), de vitesse de l'eau (V) et de périmètre mouillé (P) pour trois sections (A, B et C) avec des pentes et des caractéristiques différentes. Les différentes colonnes du tableau indiquent les débits turbinés en mètres cubes par seconde (20, 40, et 60). Les lignes du tableau correspondent à différentes caractéristiques pour chaque section. Les lignes du tableau correspondent à différentes caractéristiques pour chaque section. La figure ci-dessous présente l'évolution des hauteurs d'eau en fonction des débits dans les différents profils.

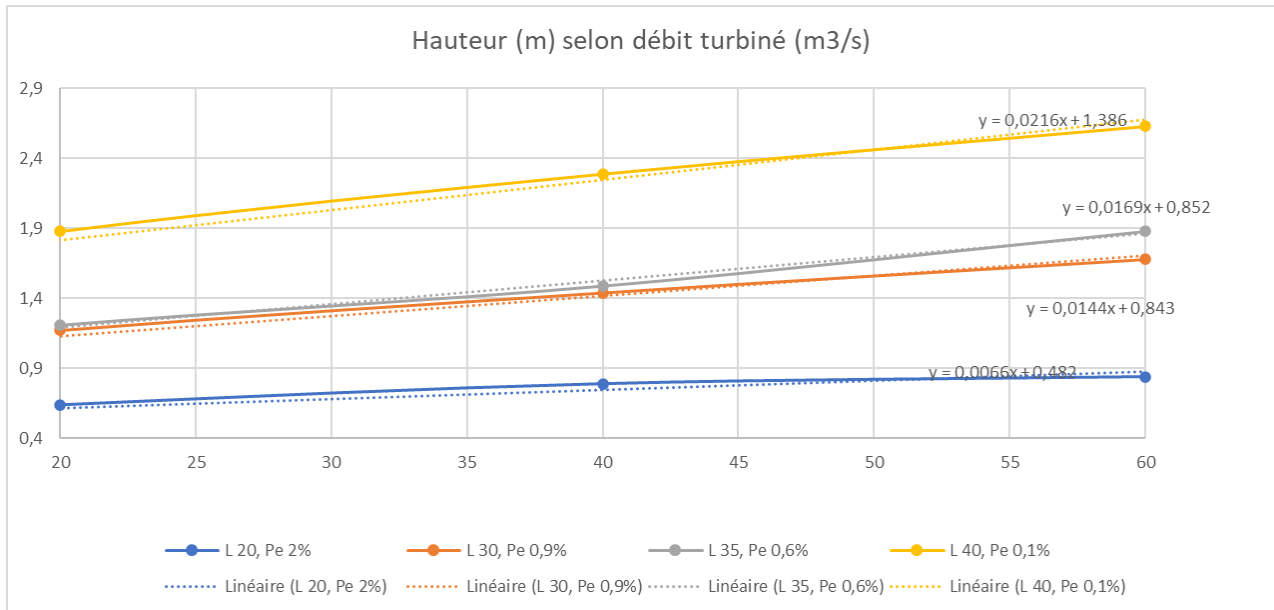


Figure 62 : Augmentation de la hauteur d'eau en fonction des débits

Tableau 45 : Variation des hauteurs selon le débit et la durée

Profil	Augmentation moyenne de H en cm par m ³ /s	Augmentation de H cm par min selon durée pour atteindre le débit				
		5	30	60	80	180
L 20, Pe 2%	0,66	6,60	1,10	0,55	0,41	0,18
L 30, Pe 0,09%	1,44	14,40	2,40	1,20	0,90	0,40
L 35, Pe 0,06%	1,69	16,90	2,82	1,41	1,06	0,47
L 40, Pe 0,01%	2,16	21,60	3,60	1,80	1,35	0,60

Au débit turbiné est ajouté le QMNA de 23,3 m³/s pour les 4 section. Calculs basés sur l'équation de Manning Strickler.

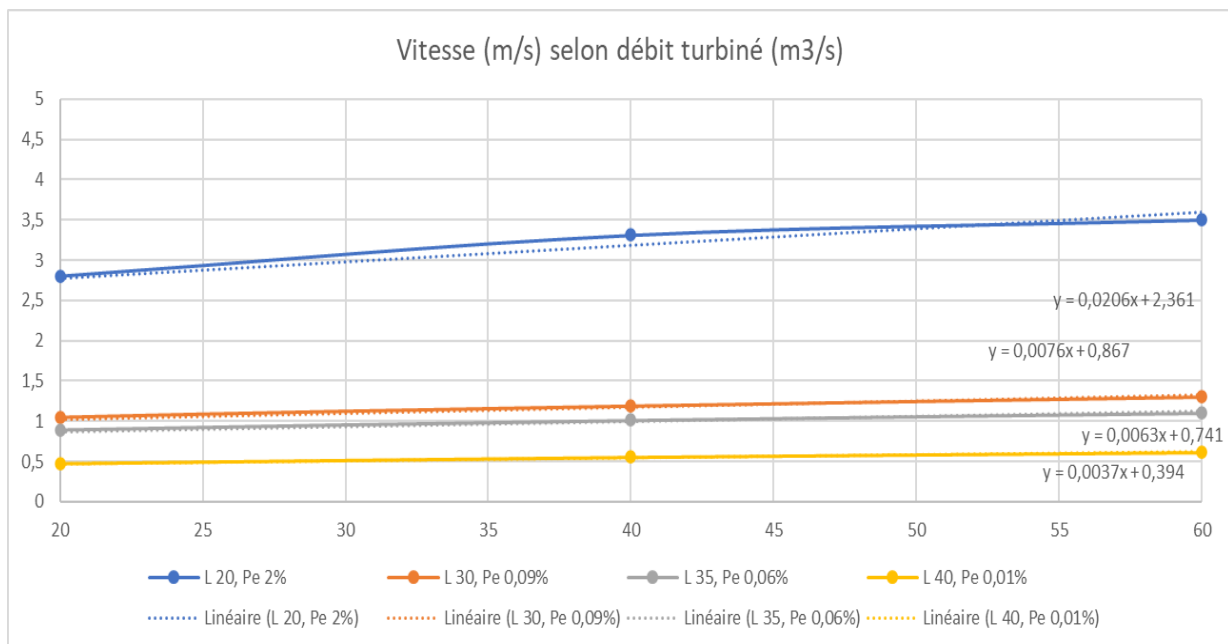


Figure 63 : Augmentation de vitesse d'eau en fonction des débits

Tableau 46 : Variation des vitesses selon le débit et la durée

Profil	Augmentation moyenne de V m/s par m ³	Augmentation de V par min selon durée pour atteindre le débit				
		5	30	60	80	180
L 20, Pe 2%	0,0206	0,2	0,03	0,02	0,01	0,01
L 30, Pe 0,09%	0,0076	1,8	0,01	0,01	0,005	0,002
L 35, Pe 0,06%	0,0063	0,2	0,01	0,01	0,004	0,002
L 40, Pe 0,01%	0,0037	1,1	0,01	0,003	0,002	0,001

Les données présentées permettent de comprendre comment le débit turbiné affecte les variations de hauteur et de vitesse de l'eau dans chaque section. Les observations suivantes peuvent être faites :

- Dans la section A (pente forte), la hauteur passe d'environ 0,5 m à 0,9 m respectivement pour 0 et 60 m³/s turbiné ce qui donne une moyenne à 0,66 cm/m³. Avec des hypothèses de 5 min, 60 min et 180 min pour atteindre le débit maximal d'exploitation, la variation de hauteur par minute décroît respectivement de 6,6 cm/min, 0,41 cm/min et 0,18 cm/min.
- Dans la section A (pente faible), la hauteur passe d'environ 0,8 m à 1,6 m respectivement pour 0 et 60 m³/s turbiné ce qui donne une moyenne à 1,44 cm/m³. Avec des hypothèses de 5 min, 60 min et 180 min pour atteindre le débit maximal d'exploitation, la variation de hauteur par minute décroît respectivement de 14,40 cm/min, 1,20 cm/min et 0,40 cm/min.
- Pour la section B, la hauteur passe d'environ 0,5 m à 0,9 m respectivement pour 0 et 60 m³/s turbiné ce qui donne une moyenne à 1,69 cm/m³. Avec des hypothèses de 5 min, 60 min et 180 min pour atteindre le débit maximal d'exploitation, la variation de hauteur par minute décroît respectivement de 16,90 cm/min, 1,06 cm/min et 0,5 cm/min.
- Pour la section C, la hauteur passe d'environ 0,9 m à 1,81 m respectivement pour 0 et 60 m³/s turbiné ce qui donne une moyenne à 2,16 cm/m³. Avec des hypothèses de 5 min, 60 min et 180 min pour atteindre le débit maximal d'exploitation, la variation de hauteur par minute décroît respectivement de 21,60 cm/min, 1,35 cm/min et 0,60 cm/min.

5.2. BLOC SEDIMENTAIRE

Le secteur du projet hydroélectrique de Ngoulmendjim peut être divisé en plusieurs zones qui ont des impacts différents liés à l'érosion et à la sédimentation (Figure 64) :

- Le Komo de l'aval du réservoir à la confluence avec la Tsibilé (tronçon court-circuité ou TCC),
- La Petite Tsibilé et la Tsibilé à l'aval de la restitution de l'eau turbinée,
- Le Komo de sa confluence avec la Tsibilé à sa confluence avec la Mbé,

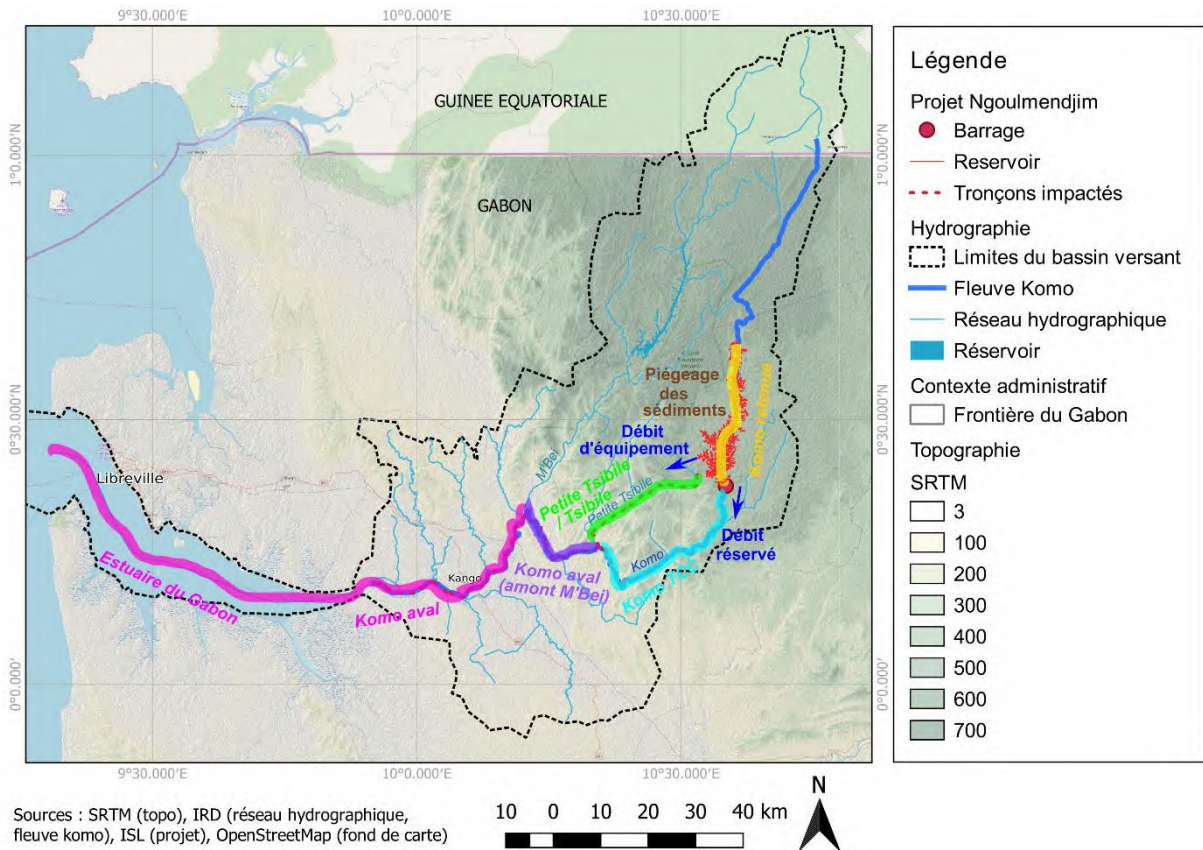


Figure 64 : Tronçons impactés par le projet Ngoulmendjim du point de vue de la dynamique sédimentaire

5.2.1. Aval de l'usine jusqu'à la restitution

Après la mise en place du barrage, le débit d'équipement de 45 m³/s sera relâché en amont de la Petite Tsibilé, ce qui entraînera une forte augmentation de la capacité de transport du tronçon sans pour autant augmenter les apports. Une forte érosion du lit et des berges de la rivière est donc attendu dans les portions meubles de la rivière entre chaque seuil rocheux. Il est probable que ce processus soit maximal la première année et diminue assez rapidement les années suivantes.

Le tableau ci-dessous présente les variations attendues de capacité de transport sur la base d'un débit relâché en amont de la Petite Tsibilé de 36 m³/s en permanence.

Tableau 47 : Comparaison de la capacité de transport estimée avant et après la mise en place du barrage – Petite Tsibilé et Tsibilé

		VALEUR ETAT INITIAL	VALEUR AVEC BARRAGE	RAPPORT APRES / AVANT
Petite Tsibilé amont	Surface du bassin versant producteur de sédiments (km ²)	104	104	1
	Débit dominant* (m ³ /s)	6	42	7.58
	Capacité de transport (m ³ /an)	1.64E+05	3.47E+06	21.18
Petite Tsibilé aval	Surface du bassin versant producteur de sédiments (km ²)	400	400	1
	Débit dominant* (m ³ /s)	21	57	2.70
	Capacité de transport (m ³ /an)	1.24E+06	6.27E+06	5.06
Tsibilé	Surface du bassin versant producteur de sédiments (km ²)	511	511	1
	Débit dominant* (m ³ /s)	27	63	2.33
	Capacité de transport (m ³ /an)	1.66E+06	6.80E+06	4.08

* Débit dominant : débit auquel la fraction la plus importante de matériaux est transporté

Près de l'insertion du débit turbiné dans la petite Tsibilé (partie amont juste en aval des turbines), la capacité de transport sera multipliée par 20, tandis que les apports n'évoluent pas. En aval, près de la jonction entre la Tsibilé et le Komo (restitution du TCC), la capacité de transport sera multipliée par 2,3.

Cette situation conduira à une érosion très importante du lit et des berges jusqu'à l'apparition du substratum rocheux. La largeur de la rivière et la pente entre chaque seuil, s'ajustera aux nouvelles conditions hydrauliques, entraînant une érosion des berges et une augmentation de la quantité de bois flottants transportés. Des lois empiriques relient la largeur du lit au débit dominant et permettent d'estimer que la largeur de la rivière s'élargira de 11 mètres à environ initialement à 35-40 mètres dans les zones meubles. Localement l'élargissement de la rivière sera limité par la présence de substratum rocheux.

L'érosion pourrait déstabiliser localement la piste en bordure de la rivière, notamment au niveau des ponts. L'érosion du lit et des berges pourra possiblement déstabiliser localement la piste présente en bordure de la rivière à l'aval de la restitution, particulièrement au niveau des ponts.

L'analyse hydro-sédimentaire montre clairement une perte totale des écosystèmes aquatiques et des berges sans qu'une gestion des débits puissent réduire significativement l'impacts. Après plusieurs années, la stabilisation du lit de la rivière permettra le rétablissement d'un écosystème aquatique et des berges, mais qui sera totalement différent de l'état initial. Il doit être considéré ici que l'ensemble des valeurs de biodiversité des habitats naturels et critiques dans la section de la petite Tsibilé/Tsibilé doit être intégralement compensé via le PAB.

5.2.2. Aval du barrage jusqu'à la restitution : le TCC

Le Komo recevra un apport solide quasiment nul à l'aval du barrage de Ngoulmendjim dans le TCC.

Du point de vue hydrologique, un débit réservé sera relâché à l'aval du barrage. Par ailleurs, deux affluents non aménagés notables se jettent dans le Komo au niveau du cours d'eau court-circuité, et fourniront un apport d'eau et de sédiments : le Mbong (BV de 209 km²) après 11 km à l'aval du barrage, et un affluent mineur 31 km² à l'aval du barrage. Le sous bassin versant allant de l'aval du barrage à la confluence avec la Tsibilé fournira l'essentiel des apports liquides et solides au tronçon court-circuité. Il a une superficie totale de 590 km².

La capacité de transport a été calculée (Tableau 47) pour l'aval de ce tronçon, en tenant compte du débit réservé. Elle reste nettement inférieure à celle du bassin versant du Komo.

Tableau 48 : Comparaison de la capacité de transport estimée avant et après la mise en place du barrage – Komo, tronçon court-circuité

	VALEUR ETAT INITIAL	VALEUR AVEC BARRAGE	RAPPORT APRES / AVANT
Surface du bassin versant producteur de sédiments (km ²)	1970	540	0.27
Débit dominant (m ³ /s)	106	39	0.37
Capacité de transport (m ³ /an)	3,0E+05	1,2E+05	0.30

La capacité de transport et la production sédimentaire sont diminuées d'un rapport équivalent (0.27 pour la production et 0.3 pour la capacité de transport). Ces résultats suggèrent une stabilité relative de la morphologie du cours d'eau. Des dépôts et / ou érosion et des changements de granulométrie sont possibles localement, mais il est impossible à ce stade d'apporter plus de précisions pour ce tronçon.

La diminution des débits de crue peut conduire à une réduction progressive de la largeur du chenal : la végétation pourra se développer plus aisément sur les berges, ce qui peut accentuer les dépôts de sédiments fins en bordure du chenal, et à terme conduire à une réduction significative de la largeur du chenal. Toutefois, cette modification s'inscrit dans le long terme (décennie).

Les résultats suggèrent que dans le TCC l'évolution sédimentaire et morphologique ne sera pas un facteur déterminant de l'impact de la biodiversité. Contrairement à la section petite Tsibilé/Tsibilé totalement impacté par une modification profonde de sa morphologie, il semble que dans le TCC la gestion des débits puisse être une mesure efficace de la préservation des habitats aquatiques.

5.2.3. Aval de la restitution

Après la confluence avec la Tsibilé, les débits sont redistribués avec une réduction des hautes eaux qui sont responsables d'une grande partie du transport solide. À long terme, la retenue piègera les sédiments, réduisant les apports sédimentaires par rapport à l'état initial. Cependant, à court terme (premières années), l'érosion des berges de la petite Tsibilé augmentera les apports sédimentaires et risque de causer une accumulation temporaire de sédiments à l'aval de la restitution, perturbant les écoulements.

Il existe également un risque faible mais possible que ces sédiments se déposent dans la section navigable du Komo, modifiant les conditions de navigation. Le Tableau 48 présente une comparaison entre la capacité de transport du Komo aval à l'état initial et post-barrage, juste avant la confluence avec la Mbé.

Tableau 49 : Comparaison de la capacité de transport estimée avant et après la mise en place du barrage – Komo aval (amont immédiat confluence avec Mbé)

	VALEUR ETAT INITIAL	VALEUR AVEC BARRAGE	RAPPORT APRES / AVANT
Surface du bassin versant producteur de sédiments (km ²)	2920	1490	0.51
Débit dominant* (m ³ /s)	153	122	0.80
Capacité de transport (m ³ /an)	3.51E+05	3.39E+05	0.97

* Débit dominant : débit auquel la fraction la plus importante de matériaux est transporté

Suite au piégeage des sédiments venant de l'amont dans la retenue de Ngoulmendjim, le bassin versant producteur de sédiments est divisé par deux. En revanche, malgré un écrêtement des crues, la capacité de transport de ce tronçon est conservée. On peut donc supposer une incision du lit dans le Komo aval. L'impact est jugé significatif.

5.2.4. Conclusion

Globalement, les impacts du nouvel ouvrage sur le transport sédimentaire sont jugés importants et concernent :

- Le lit du tronçon du Komo court-circuité ne devrait pas beaucoup évoluer, mais des zones de dépôts et/ou d'érosion pourront être observées localement ;
- Le lit de la Petite Tsibilé et de la Tsibilé seront sujets à un élargissement (érosion des berges) et à une incision, particulièrement prononcée dans le secteur amont, proche de la restitution. Le niveau du lit sera maintenu en de nombreux points par le substratum rocheux, cependant les habitats seront dégradés à la suite du lessivage de l'essentiel des matériaux alluviaux ;
- Le Komo à l'aval de la confluence avec la Tsibilé sera aussi sujet à des processus d'érosion, mais dans une moindre mesure par rapport à la petite Tsibilé et à la Tsibilé. Les premières années, des dépôts sédimentaires peuvent également survenir à la suite du rééquilibrage des berges de la petite Tsibilé et potentiellement perturber la navigation.

5.3. BLOC QUALITE D'EAU

Le logiciel CE-QUAL-W2 a été utilisé pour modéliser la future retenue de Ngoulmendjim et est un modèle de qualité de l'eau pour différents types de cours d'eau et de plans d'eau. Il prend en compte une gamme de processus liés à l'eutrophisation et modélise également les variations de température de l'eau. La modélisation permet d'estimer la qualité de l'eau dans la retenue pour différents scénarios de gestion de la biomasse inondée et la qualité de l'eau restituée à l'aval de la retenue. A titre d'exemple, les graphiques ci-dessous donnent les résultats pour les scénarios A et B, respectivement représentatifs d'une année hydrologique moyenne avec ou sans déboisement préalable du réservoir.

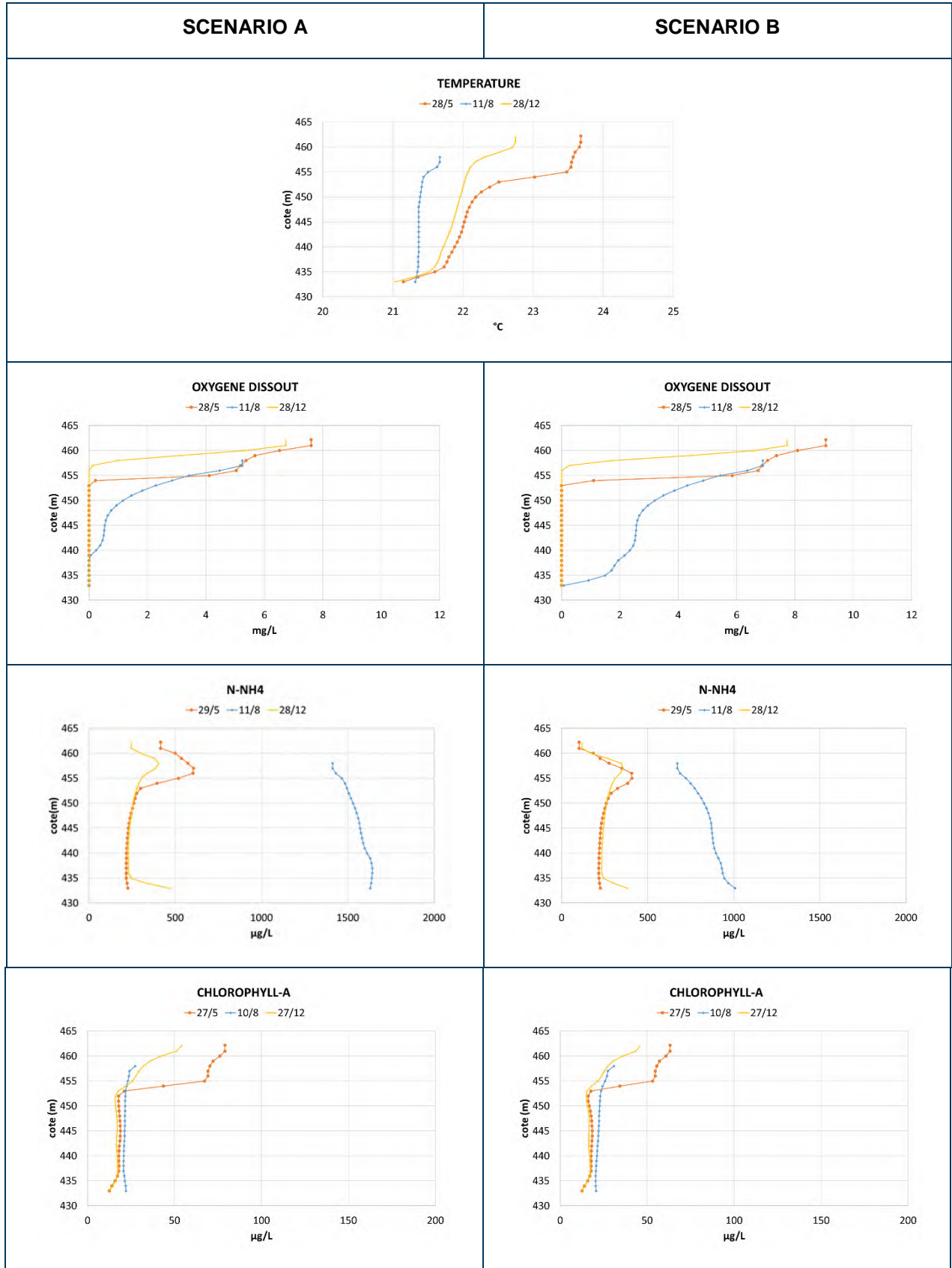


Figure 65 : Profils verticaux obtenus pour les scénarios A et B

La qualité de l'eau en aval du barrage dépend de deux facteurs principaux :

- la qualité de l'eau du débit relâché depuis le réservoir. Plusieurs facteurs influencent la qualité de l'eau à la sortie du réservoir, notamment la profondeur des prises d'eau qui dépend de la stratification du réservoir, ainsi que l'aération et les mélanges engendrés par les structures telle que les turbines et le chenal de fuite.
- les changements qui se produisent dans les processus hydrauliques et hydro-sédimentaires de la rivière en aval. Il dépende des conditions d'écoulement, notamment les zones de rapides et les seuils qui réoxygènent l'eau et également peuvent dégazer le CH₄, et les processus d'érosion qui peuvent fortement augmenter la charge minérale et organique des eaux.

5.3.1. Aval barrage Komo jusqu'à la restitution : le TCC (Scenario 1, 2 et 3)

Dans le TCC les eaux peuvent avoir deux origines (i) le dispositif de prise d'eau du débit biologique (Scenario 2) et (ii) la surverse par le seuil lorsque le réservoir est plein (scenario 3).

L'eau de surverse par le seuil est caractérisée par une concentration oxygène dissous toujours supérieure à 5 mg/L et en moyenne autour de 8 mg/L d'après les résultats du modèle numérique. Dans ce cas, aucun impact de la qualité de l'eau en aval est attendu sur les habitats.

L'eau issue des couches intermédiaires et basses est caractérisée par une concentration oxygène dissous faible, potentiellement proche de 0 mg/l. Au cours du transit de l'eau dans le tronçon court-circuité, la présence de matière organique et de méthane peut engendrer une consommation d'oxygène dissous, compensée par l'effet de la réparation naturelle. Dans le TCC, il est attendu un impact important en cas de mauvaise qualité de l'eau si les conditions de prise d'eau et d'aération /dégazage de l'eau ne sont pas optimales. Des mesures sont nécessaires et doivent être mises en œuvre afin que la qualité de l'eau du débit biologique ait la qualité requise. La prise d'eau pour le débit biologique doit être dans le premier mètre de profondeur du réservoir et/ou passer par des seuils dégazeurs/réaérateurs situés en pied de barrage sur les premiers mètres de dénivelé disponibles.

5.3.2. Aval de l'usine jusqu'à la restitution

Durant les premiers temps de l'exploitation (Scénario 2), les forts débits hydrauliques générés dans la Petite Tsibilé par rapport à l'état initial provoqueront une forte érosion des berges et du lit, entraînant un transport solide très important et le charriage de bois mort (voie partie 5.2.1). En conséquence, il est attendu une qualité des eaux dégradée du fait de la forte concentration en matière en suspension inorganique et organique, indépendamment de la qualité des eaux en sortie des turbines.

Une fois le chenal de la petite Tsibilé à l'état d'équilibre, la qualité des eaux dans ce tronçon sera influencée par la qualité de l'eau en sortie des turbines et le niveau de réaération le long du tronçon. D'après les résultats du modèle, l'eau prélevée au niveau de la prise d'eau pour alimenter l'usine hydroélectrique sera très appauvrie en oxygène dissout et probablement chargée en méthane durant les premières années d'exploitation. De l'expérience d'EDF, les turbines Pelton et le chenal de fuite permettront un dégazage du CH₄ et une réoxygénation. De plus un seuil naturel d'environ 10 m de dénivelé se trouve à environ 1500 m à l'aval ce qui apporte une sécurité supplémentaire.

L'impact hydro sédimentaire lié au débit d'exploitation va supprimer les habitats en aval, si bien qu'il ne reste plus d'enjeux de biodiversité à préserver. Toutefois, sur le long terme, la remise en place de nouveaux habitats naturels reste un objectif qui, s'il ne permettra pas le rétablissement des habitats initiaux reste important en termes de préservation de la biodiversité et des services rendus par les écosystèmes tels que la réduction de l'érosion et la préservation de la qualité de l'eau à l'aval.

5.3.3. Aval de la restitution

La qualité à l'aval de la restitution reste dépendante de la qualité de l'eau du TCC et surtout de la petite Tsibilé/Tsibilé à l'aval de l'usine. Comme le montre la section 5.2.3 et la section précédente, la qualité des eaux à l'aval de la restitution, sera essentiellement liée au transport solide de la section petite Tsibilé/Tsibilé. Durant les premiers temps de

l'exploitation, il est attendu des concentrations en matière en suspension, et en matière organique détritique élevées, issues en partie de la petite Tsibilé et de la Tsibilé. La qualité des eaux sera donc dégradée.

Toutefois, il est attendu une bonne qualité de l'eau depuis le TCC pour peu que les mesures prévues de prise d'eau et/ou de réaération soit mises en œuvre ce qui diluera la charge minérale et organique et améliorera la qualité de l'eau

Ensuite une fois l'état d'équilibre des berges atteint dans la petite Tsibilé et la Tsibilé (typiquement 2 à 3 an), la qualité des eaux est estimée proche de l'état initial. Les données de l'état initial montrent une qualité des eaux relativement constantes tout le long de l'année, que ce soit en période de crue ou en période d'étiage. L'écrêtage des crues ne devrait pas avoir d'impact majeur sur la qualité des eaux dans la zone du Komo aval.

Au global, sur le tronçon, la modification de la qualité de l'eau sera significative les premières années le temps que l'érosion de la petite Tsibilé atteignent un nouvel équilibre et que la qualité des eaux turbinées s'améliore.

5.3.4. Principaux critères de protection

Pour assurer une bonne qualité de l'eau pendant les périodes d'étiage, deux conditions doivent être remplies : l'eau rejetée en aval de l'usine jusqu'à la restitution doit être de bonne qualité, soit grâce à la qualité de l'eau prélevée dans le réservoir en surface soit grâce à des mesures d'atténuation telles qu'un déversoir aérateur. De plus, la quantité d'eau déversée doit être suffisante pour assurer un taux de renouvellement adéquat de l'eau dans les sections lenticques (fosses, tranchées entre deux seuils) du TCC. Parmi ces zones, la plus grande entre deux déversoirs rocheux est la plus vulnérable et doit être considérée comme le cas le plus défavorable. Toutefois, tout au long du TCC, vu la pente moyenne et la taille du cours d'eau, la présence et la taille de fosses importantes reste très faible. Il est peu probable que les fosses dépassent les 30 000 m³ et donc que les durées de renouvellement dépassent quelques heures même dans la première section du TCC. Il pourra être considéré un temps minimal de renouvellement de 5 heures (Volume fosse / débit) pour garantir une absence de diminution de qualité d'eau dans les zones lenticques du TCC soit de manière sécuritaire un débit minimal de 1.7 m³/s.

5.4. BLOC BIODIVERSITE TERRESTRE ET AQUATIQUE

5.4.1. Aval du barrage jusqu'à la restitution : le TCC (Scénario 2)

Au niveau du TCC, à l'aval du barrage, en particulier dans la section 1 avant la confluence avec d'autres cours d'eau, les réductions des écoulements et de l'apport sédimentaire seront de nature à entraîner :

- La dégradation et/ou destruction des habitats et zones de refuge, notamment des zones de frayères pour les espèces piscicoles, à la suite des modifications du régime hydraulique. Certains milieux résilients pourront se reconstituer sur les nouvelles berges à venir ;
- La disparition des séquences de faciès rapides-profonds, avec un impact important sur les Podostémacées ;
- La perte de connectivité avec les annexes hydrauliques du fait de la baisse du débit.

Les modifications des conditions hydro-morphologiques et écologiques engendrées par la création du barrage constituent des menaces fortes sur ces espèces.

Dans le TCC, le maintien d'un débit écologique peut permettre une diminution significative des impacts sur les différents habitats. Dans ce sens, la définition d'un débit réservé, qui dans ce cas se veut être également un débit minimum biologique, constitue une mesure de réduction des impacts et non pas une mesure d'évitement. En effet, quelle que soit la valeur retenue pour le débit réservé, des impacts résiduels plus ou moins importants sur les habitats restent inévitables. Toutefois, un optimal pourra être trouvé entre perte de productible et préservation de la biodiversité afin de limiter les opérations de compensation nécessaires aux exigences de (i) zéro perte nette de biodiversité pour les habitats naturels et (ii) de gains nets de biodiversité pour les habitats critiques.

L'évaluation de l'impact du débit réservé sur les habitats (plus précisément sur leurs composantes et fonctionnalités écologiques) a été analysée sur la base de plusieurs scénarios de débits réservés (Scenario 2) :

- Scénario 1 = absence de débit réservé ;
- Scénario 2 = débit réservé de 2 m³/s (3 m³/s à la saison des hautes eaux) ;
- Scénario 3 = débit réservé de 4 m³/s (soit environ 10% du module) (6 m³/s à la saison des hautes eaux) ;
- Scénario 4 = débit réservé de 6 m³/s (8 m³/s à la saison des hautes eaux) ;
- Scénario 5 = débit réservé de 8 m³/s (12 m³/s à la saison des hautes eaux).

L'approche hydraulique/habitat a été menée avec 4 grands types d'habitat reliés à un ensemble d'espèces critiques et à une valeur de biodiversité significative aquatiques et de berge (Voir 3.6 Biodiversité aquatique et Tableau 32 : Répartition par habitat des principaux groupes et/ou espèces à fort enjeu de conservation).

Chaque habitat a été évalué sur ses composantes et sur ses fonctionnalités pour un ensemble de profils représentatifs des sous-sections qui composent le TCC et représentés sur la Figure 12 : Schéma des sections du TCC et à la Figure 13 : Localisation des sections du TCC.

Pour chaque composante et fonctionnalité une cotation a été proposée selon la grille suivante :

Tableau 50 : Grille d'évaluation du niveau d'impact sur les habitats

Impact sur les composantes de l'habitat	Niveau d'impact
Destruction de la composante	TRES FORT
Altération ou modification avec impact résiduel notable	FORT
Altération ou modification avec impact résiduel limité	MOYEN
Altération ou modification sans impact résiduel	FAIBLE
Pas d'impact sur la composante	NUL
Impact sur les fonctionnalités écologiques	Niveau d'impact
Perte de la fonctionnalité	TRES FORT
Altération ou modification avec impact résiduel notable	FORT
Altération ou modification avec impact résiduel limité	MOYEN
Altération ou modification sans impact résiduel	FAIBLE
Pas d'impact sur la fonctionnalité	NUL

Les tableaux d'analyse ont été complétés par des séances de travail à 3 personnes : l'expert biodiversité, l'expert hydrologie/hydraulique et le chef de projet, tous les trois en charge de la mission de terrain dédiée au débit biologique du TCC.

Tableau 51 : Evaluation des impacts sur les habitats scénario absence débit réservé

Caractéristiques des habitats	Caractéristiques des habitats	Section 1 (10,77 km)		Section 2 (19,7)			Section 3 (16,21 km)	Section 4 (9,5 km)	
		Pente faible (5,4 km)	Pente forte (5,3 km)	Pente faible (3,7 km)	Pente moyenne (10 km)	Pente forte (9 km)	Pente faible (16,21 km)	Pente faible (7,5 km)	Pente forte (2 km)
Rivière torrentielle forte (Komo)	Composantes de l'habitat								
	<i>cours d'eau large avec module de 40 à 60m3/s</i>	TRES FORT	TRES FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT
	<i>substrat sableux avec affleurements rocheux</i>	TRES FORT	TRES FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT
	<i>alternance faciès d'écoulement</i>	TRES FORT	TRES FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT
	<i>habitats aquatiques diversifiés</i>	TRES FORT	TRES FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT
	<i>connexions latérales avec petits affluents primaires</i>	TRES FORT	TRES FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT
	<i>berges fortement végétalisées</i>	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE
	Fonctionnalités écologiques								
	<i>transport solide vers l'aval</i>	TRES FORT	TRES FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT
	<i>alimentation en eau du bassin versant aval</i>	TRES FORT	TRES FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT
	<i>corridor biologique et d'axe de migration (faune aquatique)</i>	TRES FORT	TRES FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT
	<i>réservoir de biodiversité</i>	TRES FORT	TRES FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT
Ruisseaux sous-forestiers	Composantes de l'habitat								
	<i>substrat sableux/minéral (selon la pente)</i>	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE
	<i>présence de micro-zones humides</i>	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE
	<i>végétation forestière dense</i>	TRES FORT	TRES FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT
	Fonctionnalités écologiques								
	<i>réservoir de biodiversité</i>	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE
	<i>soutien/recharge du Komo en débit solide et liquide</i>	TRES FORT	TRES FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT
	<i>corridor biologique et d'axe de migration (faune aquatique)</i>	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT
	<i>zone d'expansion des crues</i>	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT
	<i>rétention des nutriments et des matières en suspension</i>	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT
Végétation aquatique et des berges rocheuses	Composantes de l'habitat								
	<i>végétation herbacée caractéristique sur support minéral</i>	TRES FORT	TRES FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT
	Fonctionnalités écologiques								
	<i>réservoir de biodiversité</i>	TRES FORT	TRES FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT
Forêts riveraines humides	Composantes de l'habitat								
	<i>couvert dense et dominé par les essences arborées</i>	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE
	Fonctionnalités écologiques								
	<i>réservoir de biodiversité</i>	NUL	NUL	NUL	NUL	NUL	NUL	NUL	NUL
	<i>production biologique</i>	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE
	<i>régulation des nutriments et des matières en suspension</i>	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT
	<i>corridor biologique terrestre</i>	NUL	NUL	NUL	NUL	NUL	NUL	NUL	NUL
<i>zones d'expansion des crues</i>	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	

Tableau 52 : Evaluation des impacts sur les habitats Scénario débit réservé de 2 m³/s (3 m³/s à la saison des hautes eaux)

Caractéristiques des habitats	Caractéristiques des habitats	Section 1 (10,77 km)		Section 2 (19,7)			Section 3 (16,21 km)	Section 4 (9,5 km)	
		Pente faible (5,4 km)	Pente forte (5,3 km)	Pente faible (3,7 km)	Pente moyenne (10 km)	Pente forte (9 km)	Pente faible (16,21 km)	Pente faible (7,5 km)	Pente forte (2 km)
Rivière torrentielle forte (Komo)	Composantes de l'habitat								
	<i>cours d'eau large avec module de 40 à 60m³/s</i>	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT
	<i>substrat sableux avec affleurements rocheux</i>	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT
	<i>alternance faciès d'écoulement</i>	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT
	<i>habitats aquatiques diversifiés</i>	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT
	<i>connexions latérales avec petits affluents primaires</i>	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT
	<i>berges fortement végétalisées</i>	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE
	Fonctionnalités écologiques								
	<i>transport solide vers l'aval</i>	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT
	<i>alimentation en eau du bassin versant aval</i>	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT
	<i>corridor biologique et d'axe de migration (faune aquatique)</i>	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT
<i>réservoir de biodiversité</i>	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	
Ruisseaux sous-forestiers	Composantes de l'habitat								
	<i>substrat sableux/minéral (selon la pente)</i>	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE
	<i>présence de micro-zones humides</i>	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE
	<i>connexions directes avec le Komo</i>	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT
	<i>végétation forestière dense</i>	NUL	NUL	NUL	NUL	NUL	NUL	NUL	NUL
	Fonctionnalités écologiques								
	<i>réservoir de biodiversité</i>	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE
	<i>soutien/recharge du Komo en débit solide et liquide</i>	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT
	<i>corridor biologique et d'axe de migration (faune aquatique)</i>	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT
	<i>zone d'expansion des crues</i>	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT
<i>rétention des nutriments et des matières en suspension</i>	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	
Végétation aquatique et des berges rocailleuses	Composantes de l'habitat								
	<i>végétation herbacée caractéristique sur support minéral</i>	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT
	Fonctionnalités écologiques								
	<i>réservoir de biodiversité</i>	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT
Forêts riveraines humides	Composantes de l'habitat								
	<i>couvert dense et dominé par les essences arborées</i>	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE
	Fonctionnalités écologiques								
	<i>réservoir de biodiversité</i>	NUL	NUL	NUL	NUL	NUL	NUL	NUL	NUL
	<i>production biologique</i>	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE
	<i>régulation des nutriments et des matières en suspension</i>	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT
	<i>corridor biologique terrestre</i>	NUL	NUL	NUL	NUL	NUL	NUL	NUL	NUL
<i>zones d'expansion des crues</i>	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	

Tableau 53 : Evaluation des impacts sur les habitats Scenario débit réservé de 4 m³/s (6 m3s en octobre, novembre et décembre)

Caractéristiques des habitats	Caractéristiques des habitats	Section 1 (10,77 km)		Section 2 (19,7)			Section 3 (16,21 km)	Section 4 (9,5 km)	
		Pente faible (5,4 km)	Pente forte (5,3 km)	Pente faible (3,7 km)	Pente moyenne (10 km)	Pente forte (9 km)	Pente faible (16,21 km)	Pente faible (7,5 km)	Pente forte (2 km)
Rivière torrentielle forte (Komo)	Composantes de l'habitat								
	<i>cours d'eau large avec module de 40 à 60m³/s</i>	FORT	FORT	FORT	FORT	MOYEN	MOYEN	MOYEN	MOYEN
	<i>substrat sableux avec affleurements rocheux</i>	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	MOYEN	MOYEN	MOYEN
	<i>alternance faciès d'écoulement</i>	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	MOYEN	MOYEN	MOYEN
	<i>habitats aquatiques diversifiés</i>	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	MOYEN	MOYEN
	<i>connexions latérales avec petits affluents primaires</i>	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	MOYEN	MOYEN
	<i>berges fortement végétalisées</i>	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE
	Fonctionnalités écologiques								
	<i>transport solide vers l'aval</i>	FORT	FORT	FORT	FORT	MOYEN	MOYEN	MOYEN	MOYEN
	<i>alimentation en eau du bassin versant aval</i>	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	MOYEN	MOYEN
	<i>corridor biologique et d'axe de migration (faune aquatique)</i>	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	MOYEN	MOYEN
<i>réservoir de biodiversité</i>	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	
Ruisseaux sous-forestiers	Composantes de l'habitat								
	<i>substrat sableux/minéral (selon la pente)</i>	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE
	<i>présence de micro-zones humides</i>	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE
	<i>connexions directes avec le Komo</i>	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	MOYEN	MOYEN
	<i>végétation forestière dense</i>	NUL	NUL	NUL	NUL	NUL	NUL	NUL	NUL
	Fonctionnalités écologiques								
	<i>réservoir de biodiversité</i>	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE
	<i>soutien/recharge du Komo en débit solide et liquide</i>	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	MOYEN	MOYEN
	<i>corridor biologique et d'axe de migration (faune aquatique)</i>	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	MOYEN	MOYEN
<i>zone d'expansion des crues</i>	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	
<i>réretention des nutriments et des matières en suspension</i>	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	
Végétation aquatique et des berges rocailleuses	Composantes de l'habitat								
	<i>végétation herbacée caractéristique sur support minéral</i>	FORT	FORT	MOYEN	MOYEN	MOYEN	MOYEN	MOYEN	MOYEN
	Fonctionnalités écologiques								
<i>réservoir de biodiversité</i>	FORT	FORT	MOYEN	MOYEN	MOYEN	MOYEN	MOYEN	MOYEN	
Forêts riveraines humides	Composantes de l'habitat								
	<i>couvert dense et dominé par les essences arborées</i>	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE
	Fonctionnalités écologiques								
	<i>réservoir de biodiversité</i>	NUL	NUL	NUL	NUL	NUL	NUL	NUL	NUL
	<i>production biologique</i>	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE
	<i>régulation des nutriments et des matières en suspension</i>	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT
	<i>corridor biologique terrestre</i>	NUL	NUL	NUL	NUL	NUL	NUL	NUL	NUL
<i>zones d'expansion des crues</i>	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	

Tableau 54 : Evaluation des impacts sur les habitats Scénario débit réservé de 6 m³/s (9 m³/s à la saison des hautes eaux)

Caractéristiques des habitats	Caractéristiques des habitats	Section 1 (10,77 km)		Section 2 (19,7)			Section 3 (16,21 km)	Section 4 (9,5 km)	
		Pente faible (5,4 km)	Pente forte (5,3 km)	Pente faible (3,7 km)	Pente moyenne (10 km)	Pente forte (9 km)	Pente faible (16,21 km)	Pente faible (7,5 km)	Pente forte (2 km)
Rivière torrentielle forte (Komo)	Composantes de l'habitat								
	<i>cours d'eau large avec module de 40 à 60m³/s</i>	FORT	FORT	FORT	FORT	MOYEN	MOYEN	MOYEN	MOYEN
	<i>substrat sableux avec affleurements rocheux</i>	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	MOYEN	MOYEN	MOYEN
	<i>alternance faciès d'écoulement</i>	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	MOYEN	MOYEN	MOYEN
	<i>habitats aquatiques diversifiés</i>	FORT	MOYEN	FORT	FORT	FORT	FORT	MOYEN	MOYEN
	<i>connexions latérales avec petits affluents primaires</i>	FORT	FORT	MOYEN	MOYEN	FORT	FORT	MOYEN	MOYEN
	<i>berges fortement végétalisées</i>	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE
	Fonctionnalités écologiques								
	<i>transport solide vers l'aval</i>	FORT	MOYEN	FORT	FORT	MOYEN	MOYEN	MOYEN	MOYEN
	<i>alimentation en eau du bassin versant aval</i>	FORT	FORT	MOYEN	MOYEN	MOYEN	FORT	MOYEN	MOYEN
	<i>corridor biologique et d'axe de migration (faune aquatique)</i>	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	MOYEN	MOYEN
<i>réservoir de biodiversité</i>	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	
Ruisseaux sous-forestiers	Composantes de l'habitat								
	<i>substrat sableux/minéral (selon la pente)</i>	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE
	<i>présence de micro-zones humides</i>	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE
	<i>connexions directes avec le Komo</i>	FORT	FORT	MOYEN	MOYEN	FORT	FORT	MOYEN	MOYEN
	<i>végétation forestière dense</i>	NUL	NUL	NUL	NUL	NUL	NUL	NUL	NUL
	Fonctionnalités écologiques								
	<i>réservoir de biodiversité</i>	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE
	<i>soutien/recharge du Komo en débit solide et liquide</i>	FORT	FORT	MOYEN	MOYEN	FORT	FORT	MOYEN	MOYEN
	<i>corridor biologique et d'axe de migration (faune aquatique)</i>	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	MOYEN	MOYEN
<i>zone d'expansion des crues</i>	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	
<i>rétenion des nutriments et des matières en suspension</i>	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	
Végétation aquatique et des berges rocailleuses	Composantes de l'habitat								
	<i>végétation herbacée caractéristique sur support minéral</i>	FORT	FORT	MOYEN	MOYEN	MOYEN	MOYEN	MOYEN	MOYEN
	Fonctionnalités écologiques								
<i>réservoir de biodiversité</i>	FORT	FORT	MOYEN	MOYEN	MOYEN	MOYEN	MOYEN	MOYEN	
Forêts riveraines humides	Composantes de l'habitat								
	<i>couvert dense et dominé par les essences arborées</i>	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE
	Fonctionnalités écologiques								
	<i>réservoir de biodiversité</i>	NUL	NUL	NUL	NUL	NUL	NUL	NUL	NUL
	<i>production biologique</i>	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE
	<i>régulation des nutriments et des matières en suspension</i>	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT
	<i>corridor biologique terrestre</i>	NUL	NUL	NUL	NUL	NUL	NUL	NUL	NUL
<i>zones d'expansion des crues</i>	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	

Tableau 55 : Evaluation des impacts sur les habitats Scénario débit réservé de 8 m³/s (12 m³/s à la saison des hautes eaux)

Caractéristiques des habitats	Caractéristiques des habitats	Section 1 (10,77 km)		Section 2 (19,7)			Section 3 (16,21 km)	Section 4 (9,5 km)	
		Pente faible (5,4 km)	Pente forte (5,3 km)	Pente faible (3,7 km)	Pente moyenne (10 km)	Pente forte (9 km)	Pente faible (16,21 km)	Pente faible (7,5 km)	Pente forte (2 km)
Rivière torrentielle forte (Komo)	Composantes de l'habitat								
	<i>cours d'eau large avec module de 40 à 60m³/s</i>	FORT	MOYEN	FORT	FORT	MOYEN	MOYEN	MOYEN	MOYEN
	<i>substrat sableux avec affleurements rocheux</i>	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	MOYEN	MOYEN	MOYEN
	<i>alternance faciès d'écoulement</i>	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	MOYEN	MOYEN	MOYEN
	<i>habitats aquatiques diversifiés</i>	FORT	MOYEN	FORT	FORT	FORT	FORT	MOYEN	MOYEN
	<i>connexions latérales avec petits affluents primaires</i>	FORT	FORT	MOYEN	MOYEN	MOYEN	MOYEN	MOYEN	MOYEN
	<i>berges fortement végétalisées</i>	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE
	Fonctionnalités écologiques								
	<i>transport solide vers l'aval</i>	FORT	MOYEN	FORT	MOYEN	MOYEN	MOYEN	MOYEN	MOYEN
	<i>alimentation en eau du bassin versant aval</i>	FORT	FORT	MOYEN	MOYEN	MOYEN	FORT	MOYEN	MOYEN
	<i>corridor biologique et d'axe de migration (faune aquatique)</i>	FORT	MOYEN	FORT	FORT	MOYEN	MOYEN	MOYEN	MOYEN
<i>réservoir de biodiversité</i>	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	
Ruisseaux sous-forestiers	Composantes de l'habitat								
	<i>substrat sableux/minéral (selon la pente)</i>	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE
	<i>présence de micro-zones humides</i>	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE
	<i>connexions directes avec le Komo</i>	FORT	MOYEN	MOYEN	MOYEN	FORT	FORT	MOYEN	MOYEN
	<i>végétation forestière dense</i>	NUL	NUL	NUL	NUL	NUL	NUL	NUL	NUL
	Fonctionnalités écologiques								
	<i>réservoir de biodiversité</i>	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE
	<i>soutien/recharge du Komo en débit solide et liquide</i>	FORT	FORT	MOYEN	MOYEN	FORT	FORT	MOYEN	MOYEN
	<i>corridor biologique et d'axe de migration (faune aquatique)</i>	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	FORT	MOYEN	MOYEN
	<i>zone d'expansion des crues</i>	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT
<i>rétenion des nutriments et des matières en suspension</i>	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	
Végétation aquatique et des berges rocailleuses	Composantes de l'habitat								
	<i>végétation herbacée caractéristique sur support minéral</i>	FORT	FORT	MOYEN	MOYEN	MOYEN	MOYEN	MOYEN	MOYEN
	Fonctionnalités écologiques								
	<i>réservoir de biodiversité</i>	FORT	FORT	MOYEN	MOYEN	MOYEN	MOYEN	MOYEN	MOYEN
Forêts riveraines humides	Composantes de l'habitat								
	<i>couvert dense et dominé par les essences arborées</i>	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE
	Fonctionnalités écologiques								
	<i>réservoir de biodiversité</i>	NUL	NUL	NUL	NUL	NUL	NUL	NUL	NUL
	<i>production biologique</i>	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE
	<i>régulation des nutriments et des matières en suspension</i>	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT
	<i>corridor biologique terrestre</i>	NUL	NUL	NUL	NUL	NUL	NUL	NUL	
	<i>zones d'expansion des crues</i>	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	TRES FORT	

Les résultats obtenus permettent de mettre en évidence les points suivants :

- **Le scénario pas de débit biologique** (pas de débit réservé) constitue le scénario le plus impactant, avec la perte définitive de plusieurs composantes et fonctionnalités écologiques, et de façon plus globale, des impacts résiduels notables ;
- **Le scénario 2 m³/s** reste très impactant, avec des effets résiduels notables sur de nombreuses composantes et fonctionnalités même s'il constitue une réduction significative des impacts sur le tronçon 1 en particulier ;
- **Le scénario 4 m³/s** montre un début de gain écologique, mais essentiellement localisés sur les sections aval du TCC (section 3 et 4) ;
- Enfin **les scénarios 6 m³/s et 8 m³/s** montrent de nouveau des gains écologiques sur plusieurs composantes et fonctionnalités écologiques impactées. A signaler que l'évolution entre ces deux scénarios semble globalement assez faible et ne permet pas de dégager une plus-value significative quant à la réduction des impacts sur les habitats.

Cette analyse montre que les premiers signes de réduction des impacts sur les habitats apparaissent pour un débit réservé de 4 m³/s et s'amplifie de façon plus notable pour un débit de 6 m³/s sans que le débit de 8 m³/s soit réellement plus réducteur. Le gain écologique est essentiellement visible au niveau des sections aval du TCC (3 et 4) alors que les sections amont (1 et 2) restent concernées par des impacts résiduels notables, malgré l'application d'un débit réservé.

En termes de nécessité de compensations écologiques, les **scénarios pas de débit biologique et 2 m³/s ne permettent pas de limiter le linéaire de rivière devant faire l'objet d'une compensation. Toutefois, l'impact résiduel du scénario 2 m³/s est plus faible. Les scénarios 4, 6 et 8 m³/s pourrait permettre de limiter les obligations de compensation au sections 1, 2 et 3 et donc éviter les impacts résiduels sur un nombre de composante importante pour la section 4. Les impacts résiduels sur les sections 1, 2 et 3 restent plus faibles pour les scénarios 6 et 8 m³/s que pour le scénario 4 m³/s.**

5.4.2. Aval de l'usine jusqu'à la restitution

Le bassin versant du réservoir qui s'étend sur une superficie de 1 430 km², déverse son eau dans la Petite Tsibilé (scenarior 2), un cours d'eau secondaire dont le bassin versant varie entre 100 km² et 500 km² à la confluence avec le Komo. L'exploitation de l'aménagement entraînera une modification significative du débit mensuel moyen de la Petite Tsibilé, avec une augmentation allant de 2,5 à 30 fois le débit naturel, selon la localisation et la saison. L'exploitation provoquera également les premières années un curage sédimentaire qui emportera le substrat meuble vers l'aval.

Ces variations de débit et de charge sédimentaires auront un impact majeur sur les écosystèmes et les espèces de la Petite Tsibilé et de la Tsibilé. L'impact se fera ressentir particulièrement sur les habitats et zones de refuge, en particulier les zones de frayères pour les espèces piscicoles, qui seront dégradées ou détruites.

Cette modification de débit entraînera également la diminution de la diversité des habitats et la disparition d'espèces benthiques en raison de la disparition du substrat. Les Podostémacées, en particulier, seront gravement touchées par la disparition des séquences de faciès rapides-profonds, impact comparable à celui des barrages de Kingué et Tchimbélé qui ont entraîné la disparition probable des Podostémacées présentes sur la Mbé en aval.

Au total, 31 occurrences de 3 espèces menacées différentes, *Inversodicraea aff. thollonii* 'MDC' sp. nov., *Ledermanniella pusilla* et *Ledermanniella aloides*, ainsi que 6 occurrences d'*Inversodicraea tenax* et 3 occurrences de *Tristicha trifaria*, seront amenées à disparaître de la rivière Ngoulmendjim.

L'impact de l'exploitation de l'aménagement sur la Petite Tsibilé et la Tsibilé sera majeur en raison de la modification considérable du débit et de la charge sédimentaire qui en découle, ce qui affectera gravement les espèces et les écosystèmes de ces cours d'eau. La totalité des habitats sera perdue sans mesure possible de diminution et ou de réduction significativement efficace. La totalité des habitats devra faire l'objet d'une opération de compensation que devra programmer le BAP.

5.4.3. Aval de la restitution

A l'aval de la restitution, les impacts sur la biodiversité ne seront pas du fait de l'hydrologie, mais de l'hydro sédimentaire (voir section 5.2). Ils seront bien moins marqués que dans le tronçon de la petite Tsibilé/Tsibilé et limités à l'aval immédiat de la restitution où les sédiments arrachés en amont se déposeront sur les berges et le fond avant d'être évacuer vers l'aval sur une plus longue période. Ces modifications sédimentaires perturberont les espèces benthiques, les zones de frayères latérales et les connections des ruisseaux sous forestiers par la mise en place de bouchons sédimentaires. Le linéaire durement impacté reste difficile à estimer, mais devrait représenter une longueur limitée.

5.4.4. Les principaux critères permettant la réduction des impacts

5.4.4.1. Habitats des berges (Scénario 2 du TCC)

Pour les espèces riveraines des berges, un critère déterminant sera le maintien d'un aquifère alluvial et donc un critère de maintien du niveau d'eau par les seuils naturels que l'on peut appréhender par la relation débit/niveau (Tous scenario). En effet, les seuils naturels maintiennent les niveaux d'eau des zones lenticques entre deux ruptures de pente. Comme critère pratique dans le TCC (scénario 2), il est proposé :

- De ne pas réduire le niveau d'eau moyen pour les profils à fortes pentes à moins de 15 cm de profondeur, soit 3,5 m³/s pour le profil le plus défavorable dans le secteur 1. Dans ce profil (pente de 1,8 %), la hauteur est d'environ 40 cm au débit QMNA de 16,9 m³/s ;
- D'avoir un débit supérieur au point de rupture de la relation débit / périmètre mouillé (soit > 3m³/s).

5.4.4.2. Les podostémacées (Scenario 2 du TCC)

Un des enjeux majeurs reste la présence de podostémacées dont certaines sont indicatrices d'habitat critique. Les podostémacées ne ressemblent à aucune autre plante. Elles sont attachées par des poils adhésifs à la roche ou à d'autres objets durs principalement dans les rapides et les cascades. La germination est corrélée aux saisons des pluies, et la pollinisation s'opère principalement par voie aérienne en saison sèche. De nombreux rapides peuvent être observés dans le TCC pouvant accueillir ces espèces.

Ces très petites espèces sont difficiles étudier, car elles sont pour la plupart sous-marines et la saison des fleurs est très courte. Ces espèces sont adaptées aux variations de débit car elles vivent dans les lits des rivières tropicales. Les podostémacées nécessitent en général une phase d'exondation et une phase d'inondation de durée et de profondeur variables.

Dans le TCC pour le scénario 2, les variations de débit peuvent être évaluer entre la moyenne des mois les plus secs et la moyenne des mois les plus arrosés afin d'apprécier les cycles et l'amplitude. Le tableau ci-dessous indique les variations de débits, de hauteur d'eau et des écarts de hauteurs d'eau pour un profil de forte pente représentatif des habitats à podostémacées dans les 4 sections du TCC. Il est considéré comme contrainte pour les podostémacées la conservation des écarts de hauteur d'eau initiaux entre les trois mois les plus secs et les trois mois les plus humides avec :

- Inf à 20 % de l'écart initial, Impact majeur : Perte totale des podostémacées.
- Entre 20% et 40% de l'écart initial, impact important : Perte de la grande majorité des podostémacées.
- Entre 40 et 60 % de l'écart initial, impact modéré : Perte de plusieurs stations et diminution des populations mais conservation d'une partie des populations et des stations.
- Et supérieur à 60 % de l'écart initial, impact mineur : Possible perte de plusieurs stations et diminution des populations, mais conservation de la majorité des peuplements.

Tableau 56 : Variations de débits, de hauteur d'eau et les écarts de hauteurs d'eau pour un profil de forte pente représentatif des habitats à podostémacées

Section	Débit moyen Avant-projet (m3/s)		Débit moyen Après projet (m3/s)							
			Pas de débit biologique		Débit biologique 2 m3/s de mois secs et 3 m3/s mois humides		Débit biologique 4 m3/s mois secs et 6 m3/s mois humides		Débit biologique 6 m3/s mois secs et 9 m3/s mois humides	
	Sec	Humide	Sec	Humide	Sec	Humide	Sec	Humide	Sec	Humide
Section 1 : du barrage au Mbong	21,8	65,9	0	0	3	3	4	6	6	9
Section 2 : du Mbong au bassin versant intermédiaire	25,3	76,5	3,5	10,6	5,5	13,6	7,5	16,6	9,5	19,6
Section 3 : du bassin versant intermédiaire 1 au bassin versant intermédiaire 2	28,6	86,2	6,7	20,3	8,7	23,3	10,7	26,3	12,7	29,3
Section 4 : du bassin versant intermédiaire 2 à la Tsibilé	30,1	90,8	8,2	24,9	10,2	27,9	12,2	30,9	14,2	33,9
Section	Hauteurs moyennes Avant-projet (m3/s)		Hauteur moyenne Après projet (m3/s)							
			Pas de débit biologique		Débit biologique 2 m3/s de mois secs et 3 m3/s mois humides		Débit biologique 4 m3/s mois secs et 6 m3/s mois humides		Débit biologique 6 m3/s mois secs et 9 m3/s mois humides	
	Sec	Humide	Sec	Humide	Sec	Humide	Sec	Humide	Sec	Humide
Section 1 : du barrage au Mbong	0.45	0.88	0	0	0.11	0.14	0.16	0.21	0.21	0.27
Section 2 : du Mbong au bassin versant intermédiaire	0.5	0.96	0.15	0.3	0.2	0.34	0.24	0.39	0.28	0.43
Section 3 : du bassin versant intermédiaire 1 au bassin versant intermédiaire 2	0.53	1.03	0.22	0.44	0.26	0.47	0.3	0.51	0.33	0.54
Section 4 : du bassin versant intermédiaire 2 à la Tsibilé	0.55	1.06	0.25	0.49	0.29	0.53	0.32	0.56	0.35	0.59
Section	Ecart Humide-Sec		Ecart Humide-Sec		Ecart Humide-Sec		Ecart Humide-Sec		Ecart Humide-Sec	
	m	%	m	%	m	%	m	%	m	%
Section 1 : du barrage au Mbong	0.43	100	0	0	0.03	7.0	0.05	12	0.06	14
Section 2 : du Mbong au bassin versant intermédiaire	0.46	100	0.15	33	0.14	30	0.15	33	0.15	33
Section 3 : du bassin versant intermédiaire 1 au bassin versant intermédiaire 2	0.5	100	0.22	44	0.21	42	0.21	42	0.21	42
Section 4 : du bassin versant intermédiaire 2 à la Tsibilé	0.51	100	0.24	47	0.24	47	0.24	47	0.24	47

Inf à 20 % : Impact majeur, entre 20% et 40% impact important, entre 40 et 60 % : impact modéré et supérieur à 60 % impact mineur

5.4.4.3. La faune aquatique

5.4.4.3.1. Préservation de la ligne d'eau et des écoulements associés (Scénario 2)

Comme le montre l'état initial des poissons, la population de poissons est diversifiée en aval du barrage. Le barrage interfère avec la dynamique naturelle des cours d'eau en perturbant la répartition spatiale de la faune piscicole qui varie sensiblement au fil des rivières et des saisons. Les migrations et les déplacements des espèces répondent à des besoins soit de reproduction, soit de nourriture et parfois de prédation. On peut distinguer les migrations longitudinales, le plus souvent motivées par la reproduction et se déroulant dans le lit de la rivière, et les migrations latérales :

- Les migrations "latérales" ont lieu du lit mineur vers la périphérie de la plaine d'inondation ou du cours d'eau forestier et des marécages, puis de là vers le cours d'eau principal ;
- Les migrations "longitudinales" ont lieu dans la rivière principale, soit en amont, soit en aval.

La baisse des débits dans le TCC pourra avoir un impact sur la connectivité latérale avec les affluents. Le critère permettant la protection de la vie aquatique dans le TCC est de conserver une hauteur minimale de hauteur d'eau afin de :

- Maintenir une diversité des écoulements selon les préférences écologiques variées des différences espèces de poisson ;
- Maintenir les connexions latérales avec les ruisseaux sous forestier (Baisse maximale des niveaux de 50 %) lors des étiages aux profils les plus pentus ;
- Maintenir un taux de renouvellement suffisants des zone lenticues pour préserver les taux d'oxygène dissous proche de l'état initial.

Comme critère de hauteur minimale il est recommandé de garder à minima plus de 40 % de la hauteur d'eau initial dans les profils les plus pentus. Dans le TCC, le tableau ci-dessous donne le pourcentage de hauteur d'eau initial en fonction des sections du TCC et du scénario de débit biologique.

Tableau 57 : Pourcentage de hauteur initiale en fonction des sections du TCC et du scénario de débit biologique.

Section	Hauteur Avant-projet (m ³ /s) Mois secs		Hauteur Après projet (m ³ /s) Mois secs							
			Pas de débit biologique		Débit biologique m ³ /s de 2 mois sec et 3 mois humide		Débit biologique m ³ /s de 4 mois sec et 6 mois humide		Débit biologique m ³ /s de 6 mois sec et 9 mois humide	
	Hauteur (m)	% /init	Hauteur (m)	% /init	Hauteur (m)	% /init	Hauteur (m)	% /init	Hauteur (m)	% /init
Section 1 : du barrage au Mbong	0.45	100	0	0	0.11	24	0.16	36	0.21	47
Section 2 : du Mbong au bassin versant intermédiaire	0.5	100	0.15	30	0.2	40	0.24	48	0.28	56
Section 3 : du bassin versant intermédiaire 1 au bassin versant intermédiaire 2	0.53	100	0.22	42	0.26	49	0.3	57	0.33	62
Section 4 : du bassin versant intermédiaire 2 à la Tsibilé	0.55	100	0.25	45	0.29	53	0.32	58	0.35	64

Inf à 20 % : Impact majeur, entre 20% et 40% impact important, entre 40 et 60 % : impact modéré et supérieur à 60 % impact mineur

5.4.4.3.2. Préservation de la biodiversité à l'aval de la restitution pour le scénario 4 (modulations journalières)

En cas de variations journalières ou éclusées, la protection de la vie aquatique nécessite de limiter l'amplitude des variations de hauteurs et de vitesse et donc l'amplitude des variations de débits. Deux critères de protection retenus sont :

- Limiter les l'amplitude des variations de hauteur et de vitesse d'eau. L'expert biodiversité indique qu'une variation journalière de moins de 20 cm reste dans l'ordre de grandeur des variations naturelles de pluies d'intensité typique et ne devrait donc pas avoir d'impact significatif sur les populations de poissons.
- Limiter la vitesse des variations de hauteur (rampe). Pour atténuer le phénomène de pointes en aval d'un barrage, le Journal of Ecohydraulics recommande de limiter la rampe à 10 cm/h. Par ailleurs, la recherche sur les communautés de poissons et l'hydropeaking de l'Institut d'hydrobiologie et de gestion des écosystèmes indique que des vitesses rampes supérieures à 15 cm/h entraînent une dégradation des communautés de poissons.

L'expert biodiversité a estimé qu'un pic (typiquement deux à quatre heures) dépassant une variation de 20 cm aurait un impact important en aval.

Les critères à prendre en compte pour la préservation de la biodiversité à l'aval de la restitution (Scénario 4) sont :

- Limiter l'amplitude des variations à 20 cm (+/- 10 cm) soit environ à 15 m³/s d'amplitude dans le profil faiblement pentu du Komo à l'aval de la restitution (entre deux seuils)
- Limiter la rampe à 15 cm/h soit, sur le même profil que précédemment, à environ 0.2 m³/s/min

5.4.4.4. Débit minimum à l'aval pour les scénarios 1, 3 et 4

Quelques soit le scénario, il convient de laisser à l'aval des débits permettant une bonne préservation de la biodiversité. Le débit minimum à l'aval doit être évalué en prenant en compte que :

- Le débit biologique du TCC doit être maintenu ;
- Le débit dans le Komo à l'aval de la restitution doit toujours être maintenue pour conserver au mieux le fonctionnement hydro biologique de la rivière avec :
 - Des hauteurs d'eau suffisantes pour la préservation des berges ;
 - Des taux de renouvellement des eaux suffisant et une dynamique des débits permettant une bonne oxygénation des eaux pour la faune et la flore aquatique,
 - Une préservation de débits de crue pour la préservation des podostemaceae et des autres organismes de berges nécessitant des alternances de hautes eaux et de basses eaux.

Un document de la banque Mondiale apporte une approche théorique pour recommander un débit minimal aval dans le but de maintenir les conditions initiales de la rivière, notamment pendant la phase de remplissage (World Bank, 2003) et définit le Débit moyen annuel (AAF) requis pour atteindre les objectifs écologiques.

Tableau 58 : Débit moyen annuel (AAF) requis pour atteindre les objectifs écologiques

Objectif	% recommandé de l'AAF	
	Saison humide	Saison sèche
Remarquable	40	60
Excellent	30	50
Bon	20	40
Dégradé	10	30
Minime	10	10
Sévère dégradation	0 - 10	0 - 10

Afin de conserver une bonne qualité en aval quelle que soit la saison les contraintes d'exploitation seront :

- Le pourcentage sera considéré à l'échelle mensuelle avec un objectif minimal de bonne qualité soit 20 % à la période humide 50 % à la période sèche et 30 % aux mois intermédiaires.

- Afin de préserver les podostémacées à l'aval de la restitution, les deux mois de crue auront un pourcentage plus élevé pour maintenir les inondations des habitats avec 50%.

Dans ces conditions, les débits de remplissage mensuels et les volumes correspondants sont donnés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 59 : Débit maximum mensuel de remplissage pour conserver un objectif de qualité « excellent »

Mois	Débit mensuel	Débit minimum aval		Scénario 1 du remplissage		
		%	m ³ /s	Débit de remplissage m ³ /s	Volume mensuel m ³	Durée de remplissage jours
Janvier	42.9	30	12.87	30.03	80 432 352	109
Février	38.3	30	11.49	26.81	64 858 752	122
Mars	44.9	30	13.47	31.43	84 182 112	104
Avril	46.4	30	13.92	32.48	84 188 160	101
Mai	46.9	30	14.07	32.83	87 931 872	100
Juin	33.7	30	10.11	23.59	61 145 280	139
Juillet	22.1	40	8.84	13.26	35 515 584	247
Août	16.9	40	6.76	10.14	27 158 976	323
Septembre	26.5	40	10.6	15.9	41 212 800	206
Octobre	60.7	50	30.35	30.35	81 289 440	108
Novembre	79.3	50	39.65	39.65	102 772 800	83
Décembre	58	30	17.4	40.6	108 743 040	81

Pour le scénario 1, La durée de remplissage du réservoir est d'environ 100 à 110 jours (moins de 4 mois) à l'exception des mois de juillet, Aout et septembre (période sèche) qui présentent des durées plus longues.

Les débits minimums à l'échelle mensuelle sont également applicables aux scénario 3 de l'arrêt de turbinage et scénario 4 des modulations journalières.

5.5. UTILISATION SOCIALE DES RESSOURCES FLUVIALES

Cette section décrit les principales questions liées à l'utilisation des ressources fluviales causées par la variation du débit journalier et la mise en eau du réservoir. Les différents risques pour l'environnement humain concernent d'abord la sécurité des personnes, puis les incidences potentielles sur leurs activités, et enfin les incidences potentielles sur les transports.

5.5.1. Aval du barrage jusqu'à la restitution : le TCC

L'étude réalisée n'a révélé aucun impact social lié à l'utilisation des ressources en eau des cours d'eau du TCC.

5.5.1. Aval de l'usine jusqu'à la restitution et Aval de la restitution

L'impact de la mise en service du projet modifier la dynamique des débits dans le tronçon de la petite Tsibilé/Tsibilé et à un degré moindre à l'aval de la restitution de débit d'eau en période de crue (Scénario 3 et scénario 4). Les différents risques pour l'environnement humain concernent (i) la sécurité humaine et (ii) les impacts potentiels sur les activités de pêche et d'agriculture, ainsi que les impacts potentiels sur les transports. Ces enjeux sont détaillés ci-dessous.

5.5.1.1. Risque pour la sécurité humaine

D'après l'Association internationale de l'hydroélectricité, les fluctuations à court terme des niveaux d'eau causées par les opérations de pointe des centrales hydroélectriques peuvent avoir un impact sur la sécurité en aval des barrages (Scénario 3 et scénario 4). Les risques sont évalués en fonction du danger, de l'exposition et de la vulnérabilité des utilisateurs. Les populations qui utilisent les points d'eau à proximité du campement de la Tsibilé sont les plus vulnérables. Pour réduire ces risques, des mesures d'atténuation telles que des taux de rampe et des systèmes d'avertissement sont nécessaires.

Dans une étude menée par G. Pisaturo *et al* (2019) sur l'évaluation de la sécurité humaine lors d'événements hydroélectriques, ils ont réussi à quantifier la relation entre les pics de crue et la sécurité en aval des barrages. Leurs résultats ont montré que plus le débit entrant augmente, plus il est difficile pour les êtres humains de s'échapper de la rivière. Ainsi, les fluctuations hydrauliques causées par les pointes de crue peuvent rendre l'évasion de la rivière impossible pour les êtres humains.

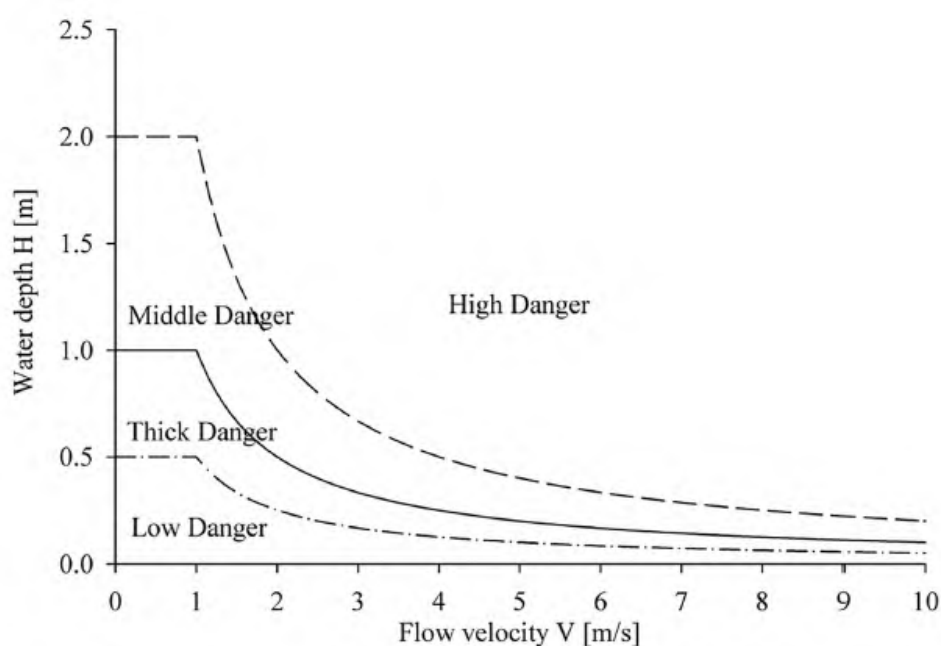


Figure 66 : Lien entre la profondeur et la vitesse de l'eau et le danger pour la vie humaine

Comme le montre la figure ci-dessus, toute hauteur d'eau supérieure à 2 mètres représente un danger élevé pour la vie humaine. Les fluctuations à court terme des niveaux d'eau causées par des opérations de pointe peuvent affecter la sécurité humaine en aval d'un barrage. Des études ont montré que la difficulté à s'échapper de la rivière augmente avec l'augmentation du débit entrant. Pour protéger la population en aval du barrage, il est important de mettre en place des systèmes d'alerte avant l'opération et de limiter le taux de montée du niveau d'eau pour permettre aux utilisateurs de rejoindre les rives de la rivière et de trouver une zone de sécurité si nécessaire.

5.5.1.2. Enjeux liés à l'activité de pêche à l'aval de la restitution

La composition de la population de poissons peut changer (augmentation ou diminution) avec un impact potentiel sur l'activité. En effet, la modification de la quantité de certaines espèces et la modification de leur localisation rendent l'activité de pêche plus incertaine. Plusieurs études sur les influences de l'hydroélectricité rapportent une réduction de la taille de la population de poissons en raison d'une perte de disponibilité et de qualité de l'habitat par rapport aux rivières naturelles (Moog 1993 ; Smokowski et al. 2011).

Les crues hydrauliques peuvent générer des pièges où les poissons peuvent être piégés dans des bassins entre deux phases de crue. La discontinuité hydraulique peut entraîner la dégradation ou la destruction des frayères. L'écluse peut également modifier les conditions abiotiques et il peut être difficile pour les espèces de s'adapter à ces variations.

Étant donné qu'il n'existe pas d'activité de pêche au niveau du barrage, le problème se situe davantage en aval, au niveau de la restitution après la confluence.

5.5.1.3. Enjeux liés à au transport

L'augmentation du débit de la rivière pourrait entraîner des conséquences néfastes sur la sécurité des personnes circulant dans la zone SEEF et endommager les infrastructures existantes. La zone principalement concernée ici est cette situation pourrait entraîner des interruptions de la circulation et des conséquences sur les approvisionnements des camps de travailleurs et du chantier, ainsi que sur l'activité économique de la SEEF. Des lois empiriques relient la largeur du lit au débit dominant, ce qui permet d'estimer que la largeur de la rivière s'élargira de 11 mètres à environ 35-40 mètres. L'érosion pourrait déstabiliser localement la piste en bordure de la rivière, notamment au niveau des ponts. Il existe des ponts à risque d'enneigement dans la région, notamment entre le tronçon base vie Tsibilé et le camp abandonné de la compagnie GERI, où la rivière la Foumana déborde souvent en période de crue.

5.5.2. Principaux critères permettant la réduction des impacts

En cas de variations journalières ou éclusées, la protection des populations riveraine nécessite de limiter l'amplitude des variations de débits. Le critère de préservation retenu lors de l'atelier est de limiter la rampe à 1 cm/min (60 cm/h) dans la petite Tsibilé et de 0,5 cm/min (30 cm/h) sur le tronçon du Komo à l'aval de la restitution.

Tableau 60 : Seuils des mesures d'atténuation pendant la crue

Composante humaine	Seuils requis pour la variation du niveau d'eau pendant une reprise de turbinage ou une éclusée journalière	Seuils requis pour la variation du débit de la turbine (m ³ /s/min)
Tronçon petite Tsibilé	1 cm/min soit 60 cm/h vu la taille réduite du lit de la rivière et l'amplitude des débits et un débit minimum naturel de 5,9 m ³ /s (QMNA)	Soit environ 0.65 m ³ /s/min
Sécurité humaine Tronçon aval restitution	0.5 cm/min soit 30 cm/h vu la taille plus large de la rivière et l'amplitude des débits et un débit minimum naturel de 23,3 m ³ /s (QMNA)	Soit environ 0.4 m ³ /s/min
Activité de pêche	Il sera appliqué les contraintes présentées à la section 5.4 pour la préservation de la biodiversité. Limitation des amplitudes à 20 cm et rampe à 15 cm/h	Soit une rampe d'environ 0.2 m ³ /s/min Soit une amplitude d'environ 15 m ³ /s
Transport	Voir la sécurité humaine.	Voir la sécurité humaine.

6. SYNTHÈSE ET PRECONISATIONS DE DÉBITS À L'AVAL DE L'OUVRAGE

Différents débits réservés ont été analysés ($2\text{m}^3/\text{s}$, $4\text{m}^3/\text{s}$, $6\text{m}^3/\text{s}$, et $8\text{m}^3/\text{s}$) pour différentes zones qui sont respectivement l'aval de l'usine jusqu'à la restitution, le TCC et l'aval de la restitution et différents scénarii (mise en eau du réservoir, phase opérationnelle, arrêt et modulations journalières).

En synthèse, les approches amènent respectivement aux conclusions suivantes :

- Pour l'**approche hydrologique et hydraulique**, la valeur de débit minimum est choisie comme étant celle qui permet de maintenir un périmètre mouillé conséquent par rapport à l'état avant-projet : en-dessous de cette valeur, les caractéristiques hydrauliques (surtout profondeur et périmètre mouillé) diminuent très significativement.
- Pour l'**approche sédimentaire**, au niveau du TCC, une perte totale des écosystèmes aquatiques et des berges est envisagée sans qu'une gestion des débits puissent réduire significativement l'impact. Cependant, la stabilisation du lit de la rivière après plusieurs années permettra le rétablissement d'un écosystème aquatique et des berges, mais qui sera totalement différent de l'état initial. Il doit être considéré ici que l'ensemble des valeurs de biodiversité des habitats naturels et critiques dans la section de la petite Tsibilé/Tsibilé doit être intégralement compensé via le PAB (voir approche habitat et biodiversité).
- Pour l'**approche qualité de l'eau**, la bonne qualité de l'eau pendant les périodes d'étiage est conditionnée par deux conditions qui sont (i) l'eau rejetée en aval de l'usine est de bonne qualité (eau prélevée en surface ou mesures d'atténuation) aussi il est recommandé de **prélever l'eau du débit réservé en surface du réservoir** et (ii) la quantité d'eau déversée doit être suffisante pour assurer un taux de renouvellement adéquat de l'eau dans les sections lenticules (fosses, tranchées entre deux seuils) du TCC. En effet, pour notamment garantir une absence de diminution de qualité d'eau dans les zones lenticules du TCC de manière sécuritaire un débit minimal de $1.7\text{ m}^3/\text{s}$ est préconisé.
- Pour l'**approche sociologique**, la réduction des impacts sur le milieu humain se fera grâce au respect de seuil des turbines (en $\text{m}^3/\text{s}/\text{min}$) afin d'assurer la sécurité des personnes notamment pour les la zone de la Petite Tsibilé/Tsibilé et l'aval de la restitution sur le Komo.

Aussi, les principales conclusions concernant le débit réservé préconisé portent essentiellement sur les résultats des approches habitats et biodiversité. **Le débit réservé est uniquement nécessaire pour la préservation des habitats et peut être qualifié de débit biologique.** Les principaux résultats sont :

- **le caractère fortement impactant du projet sur les écosystèmes aquatiques au droit du TCC**
- Concernant le TCC en scénario 2, les différentes approches permettent de dégager un débit biologique **de $4\text{ m}^3/\text{s}$ (porté à $6\text{ m}^3/\text{s}$ durant les 3 mois humides)** qui semble présenter un compromis entre réduction des impacts, impacts résiduels restant à compenser, productible et surface du réservoir. *Ce débit a été retenu lors des ateliers de Libreville de Juin 2023 par le Consortium.*

Dans le cas d'une adoption d'un débit biologique inférieur, l'intégralité des valeurs de biodiversité du TCC seront à compenser.

- Pour l'**approche habitat**, la réduction des impacts sur les habitats commence à apparaître pour un débit réservé de $4\text{ m}^3/\text{s}$ et s'amplifie significativement pour un débit de $6\text{ m}^3/\text{s}$. Un débit de $8\text{ m}^3/\text{s}$ ne semble pas significativement réduire d'avantage les impacts
- Pour l'**approche biodiversité**, quel que soit le scénario, il convient de laisser à l'aval des débits permettant une bonne préservation de la biodiversité (débit dans le TCC et le Komo doivent être maintenus pour préserver le fonctionnement hydrobiologique).

- pour tous les scénarios testés, un volet compensation reste à prévoir à minima pour les sections 1 et 2 pour les scénarios avec un débit réservé supérieur ou égal à 4 m³/s.
- en l'état, aucune mesure d'évitement n'est envisageable et la mesures de réduction (débit réservé préféré de 6 m³/s et conservation du pic de crue à 9 m³/s) ne permet de réduire que partiellement les impacts sur le milieu naturel, en particulier sur les sections 1 et 2.

7. REFERENCES

BARILLIER A. et al. 2021. Identification of effective hydropeaking mitigation measures: are hydraulic habitat models sufficient in a global approach? – Journal of Ecohydraulics.

DIETRICH W.E., PALUCIS M.C., WILLIAMS R., LEWIS K.W., RIVERA-HERNANDEZ F. & SUMNER D.Y. (2017). Fluvial Gravels on Mars: analysis and implications. In *Gravel-Bed Rivers: Processes and Disasters*, TSUTSUMI D, LARONNE JB (eds). Wiley-Blackwell; 671–702

¹G. Pisaturo and *et al.*, (2019). Science of the Total Environment – A procedure for human safety assessment during hydropeaking events.

GREIMEL Franck et al, 2018. Hydropeaking Impacts and Mitigation – Riverine Ecosystem Management, volume 8.

Guide IFC 2018, Banque mondiale – Good Practice Handbook, Environmental Flows for Hydropower Project

International Hydropower Association, 2020. How-to Guide – Hydropower Downstream Flow Regimes.

International Hydropower Association, 2020. How-to Guide – Hydropower Downstream Flow Regimes.

KING JM, RE Tharme & MS de Villiers, 2008. Environmental Flow Assessments for Rivers: Manuel for the BUILDING BLOCK METHODOLOGY (Updated Edition) – Water Research Commission.

¹ LI, C., CZAPIGA, M. J., EKE, E. C., VIPARELLI, E., & PARKER, G. (2015). Variable Shields number model for river bankfull geometry: bankfull shear velocity is viscosity-dependent but grain size-independent. *Journal of Hydraulic Research*, 53(1), 36-48.

Palmieri, A., Shah, F., Annandale, G., & Dinar, A. (2003). Reservoir conservation volume I: the RESCON approach. Washington, DC: World Bank.

PISATURO G. et al, 2019. Science of the Total Environment – A procedure for human safety assessment during hydropeaking events.

SCHUMTZ S. et al, 2015. Response of fish communities to hydrological and morphological alterations in hydropeaking rivers of Austria – Institute of hydrobiology and Ecosystem Management, Boku University.

TEREA, (2018). Rapport de l'état initial de la zone du projet, 2017/2018, en annexe 8 du rapport de l'EIES.

¹ TRAMPUSH, S. M., HUZURBAZAR, S., & MCELROY, B. (2014). Empirical assessment of theory for bankfull characteristics of alluvial channels. *Water Resources Research*, 50(12), 9211-9220.

¹ World Bank, (2003). Water resources and environment technical note C.1. Environmental Flows : Concepts and Methods

ANNEXE 11

Retours d'expérience sur le risque de rupture du barrage

Evénement n°	Description de l'accident	Phénomène dangereux	Causes	Retour d'expérience / Remarques
1	<p>N° 29490 - 02/12/1959 - FRANCE - 83 - FREJUS E36.00 - Captage, traitement et distribution d'eau La rupture du barrage de MALPASSET, barrage voûte à paroi mince d'une hauteur de 60 m, fait 423 victimes et 7 000 sinistrés. Après plusieurs jours de pluies torrentielles, le barrage situé sur le Reyran, au nord de Fréjus, se rompt à 21h11 lors de son premier remplissage (phase critique de la vie d'un barrage). Une lame de 50 millions de mètres cubes d'eau s'engouffre dans la vallée du Reyran, dévastant tout sur son passage. La ville de Fréjus est submergée en quelques minutes par une vague d'eau et de boue 21 minutes plus tard. Les conséquences sont dramatiques. Fréjus se trouve isolée et désorganisée ; routes, téléphone, électricité, eau sont coupés pendant plusieurs jours. La Nationale 7 et la voie ferrée sont emportées sur plusieurs centaines de mètres. La vallée du Reyran est « décapée » sur 5 km ; des habitations, fermes et terres agricoles sont détruites. Une couche de boue de 50 cm d'épaisseur recouvre les quartiers du Reyran, du Pavadou, de la Gare et des Arènes. Face à la catastrophe et malgré la confusion due à l'absence de moyens de communication, les secours et l'entraide s'organisent sous la direction de la mairie. Les travaux de rétablissement des réseaux (communications, eau, électricité...) ainsi que des voies de communication sont entrepris. Les circulations routière et ferroviaire seront rétablies le 10 décembre. La ville mettra des mois à retrouver un « visage normal ». Des logements provisoires en préfabriqué sont installés dans la ville pour reloger les sinistrés. Entre l'aide de l'Etat et les dons de particuliers suite à la catastrophe, la Mairie de Fréjus a redistribué plus de 100 M de Francs pour les sinistrés et pour la reconstruction. La rupture est engendrée par un effet de sous-pressions dû à la présence d'une faille couplé à un phénomène rhéologique de mécanique des roches (variation de la perméabilité en fonction de la contrainte) inconnus à l'époque de la construction du barrage. Aucune faute n'a été établie envers les constructeurs par les différentes juridictions. La bonne qualité de la voûte et du béton ont été reconnues ; la catastrophe est imputable aux déficiences des fondations de l'ouvrage. Ce point souligne l'importance de la géologie, de l'orientation des failles du sous-sol et du régime des eaux souterraines dans l'implantation d'un barrage, mais surtout des études permettant d'identifier les problèmes potentiels en amont afin d'y apporter une réponse lors de la construction. A ce titre, les moyens financiers suffisants doivent être réunis pour réaliser une telle construction « en sécurité ». Un « Comité technique permanent des Barrages » a été créé pour étudier les projets et contrôler l'exécution de tout ouvrage de plus de 20 m de haut. De nouvelles ressources en eau sont cherchées et le Reyran est canalisé.</p>	Rupture du barrage	Effet de sous-pressions dû à la présence d'une faille couplé à un phénomène rhéologique de mécanique des roches	<p>Absence de moyens de communication</p> <p>Importance de réalisation d'une étude géologique</p> <p>Contrôle d'exécution des ouvrages</p>
2	<p>N° 40122 - 11/03/2011 - JAPON - 00 - SUKAGAWA E36.00 - Captage, traitement et distribution d'eau Quelques dizaines de minutes après un violent séisme (Mw =9, à 14 h 46) ayant frappé le nord-est du Japon, un barrage d'irrigation en terre sur l'ABUKUMA, terminé en 1949 (hauteur 18,5 m, longueur 133 m) et générant une retenue de 1,5 Mm³, cède à 15h06 par glissement du corps du barrage et rupture quand sa partie haute est submergée. Des habitants déclarent avoir entendu une explosion sourde avant le déferlement. Huit personnes sont tuées, 5 maisons sont emportées en contrebas du barrage. D'autres maisons sont endommagées, ainsi que des routes et un pont. Le barrage était conçu pour résister à des accélérations au sol de 1,5 m/s² mais celles-ci ont atteint 4,4 m/s² le jour de la catastrophe. Une enquête montre une résistance insuffisante des matériaux de la partie médiane et supérieure du remblai due</p>	Rupture du barrage	<p>Séisme</p> <p>Résistance insuffisante des matériaux</p>	Etude sismique indispensable

Événement n°	Description de l'accident	Phénomène dangereux	Causes	Retour d'expérience / Remarques
	<p>à un compactage insuffisant lors de la construction au début des années 1940 et aggravée par des hétérogénéités entre les différentes couches de matériaux posés aux différentes époques de construction (pendant et après la 2^e guerre mondiale), avec de possibles infiltrations non traitées à la reprise du chantier. De plus, la présence d'une couche de matériau à forte teneur en matières organiques indique un probable défaut de décapage lors du début des travaux.</p> <p>L'inspection de 400 barrages, ordonnée à la suite du séisme, s'étale sur plusieurs jours et permet de déceler sur 10 % d'entre eux, en majorité des ouvrages en remblais, des désordres (fissures en crête ou sur le masque amont) ou un comportement inhabituel (augmentation du débit de fuite, tassements). 252 ouvrages sont inspectés le jour même du séisme. Au moment de la rupture, le barrage sur l'ABUKUMA n'avait pas encore été contrôlé.</p> <p>La durée exceptionnelle du séisme a conduit les autorités japonaises à réévaluer l'impact sur les barrages d'une sollicitation cyclique intense et prolongée.</p>			
3	<p>N° 49207 - 07/02/2017 - ETATS-UNIS - 00 - OROVILLE D35.11 - Production d'électricité ÉROSION DU DEVERSOIR PRINCIPAL</p> <p>À la suite de fortes précipitations, le déversoir de l'évacuateur de crue (EVC) principal d'un barrage est endommagé. Ce barrage de 230 m de haut est le plus grand ouvrage en remblai des Etats-Unis. La capacité de sa retenue est de 4,4 .10e9 m3. Il est pourvu d'un EVC principal situé sur l'accotement au nord-ouest du barrage. Il contrôle la cote du réservoir en libérant de grandes quantités d'eau sur un déversoir de 930 m de long (canal bétonné ouvert). L'ouvrage est également doté d'un EVC d'urgence constitué d'un déversoir en béton de 530 m de large situé à côté de l'EVC principal sur l'accotement. L'écoulement libre au-dessus de l'EVC d'urgence débute à une cote inférieure de 6 m à celle de surverse de la structure principale du barrage.</p> <p>Le 7 février 2017, l'exploitant du barrage constate que l'écoulement, alors à 1540 m3/s, sur le déversoir en béton de l'EVC principal ne s'effectue pas normalement. Les 8 vannes de l'EVC sont refermées. Un cratère est découvert à mi-hauteur du déversoir : le revêtement de béton est érodé et l'eau s'écoule hors du déversoir.</p> <p>Dans les 2 jours qui suivent, des essais de remise en service, à petit débit, sont réalisés. La taille du cratère dans le déversoir passe de 76 à 91 m de long. Un ravin d'érosion se forme sur sa droite, lié aux écoulements à l'extérieur. Le 9 février, face à la montée du niveau de la retenue, l'exploitant ouvre les vannes de l'EVC principal jusqu'à 2000 m3/s. Malgré l'endommagement du déversoir, il souhaite éviter l'utilisation du déversoir d'urgence.</p> <p>Le 10 février 2017, l'exploitant prend sur l'accotement les mesures nécessaires à la sollicitation de l'EVC d'urgence : les lignes de transport d'énergie sont déplacées et les arbres à flanc de coteau sont défrichés. Le 11 février, le niveau du lac atteint la cote de surverse du déversoir d'urgence, pour la première fois depuis la mise en service du barrage en 1968.</p> <p>Peu après 8 h, le déversoir d'urgence se trouve en charge, à un débit non-contrôlé de 360 m3/s. Rapidement, il est constaté que l'érosion à sa base, qui était attendue, progresse beaucoup plus vite que prévu. La dégradation en pied du déversoir d'urgence fait craindre son effondrement.</p> <p>Le 12 février l'ordre d'évacuation de la région d'Oroville est donné par le shérif du comté. 188 000 personnes vivant dans le bassin de la rivière FEATHER sont évacuées. Une écloserie de poissons est relocalisée. Pour atténuer la pression sur l'EVC d'urgence et éviter son effondrement, l'exploitant augmente le débit rejeté par l'EVC principal jusqu'à 2800 m3/s. À 21 h, le niveau de la retenue passe sous le seuil de l'EVC d'urgence. La zone à l'aval est immédiatement inspectée. Les dégâts sont jugés considérables. Le 13 février, des hélicoptères déposent des sacs de sable ainsi que de gros rocher à pied du déversoir de l'EVC d'urgence afin de protéger la base de l'érosion. La libération d'eau par l'EVC principal permet d'abaisser le niveau de la retenue mais érode</p>	<p>Risque de rupture des évacuateurs de crue d'un barrage</p>	<p>Les consignes d'exploitation du barrage n'étaient pas à jour</p> <p>L'absence de prise en compte, dans les cartes de décharge, des changements concernant les données climatologiques et les projections de ruissellement suite aux inondations de 1986 et 1997 pourrait avoir contribué à l'accident.</p>	<p>Respect des consignes et procédures</p> <p>Prendre en comptes les changements des données climatologiques</p>

Événement n°	Description de l'accident	Phénomène dangereux	Causes	Retour d'expérience / Remarques
	<p>considérablement son flanc adjacent. 110 000 m³ de débris obstruent le canal de la rivière FEATHER en aval du barrage, empêchant la libération d'eau par la centrale hydroélectrique. Celle-ci est arrêtée, ce qui diminue la capacité d'évacuation d'eau. Le 14 février, à 14h45, l'abaissement de la cote de la retenue permet de lever l'ordre d'évacuation.</p> <p>Le 27 février, l'EVC principal est temporairement fermé, permettant le début des opérations de retrait des débris dans la rivière, en vue du redémarrage de la centrale. Les dégâts sur le déversoir sont considérables : il a été totalement emporté sur environ 200m. La zone d'érosion résultant de l'écoulement libre des eaux, très lourdement marquée, s'étend sur quelques centaines de m².</p> <p>Selon la presse, les consignes d'exploitation du barrage n'étaient pas à jour. L'absence de prise en compte, dans les cartes de décharge, des changements concernant les données climatologiques et les projections de ruissellement suite aux inondations de 1986 et 1997 pourrait avoir contribué à l'accident.</p>			
4	<p>N° 41853 - 06/02/2012 - BULGARIE - 00 - BISER YYY.YY - Activité indéterminée</p> <p>Un barrage construit en 1960 cède au cours d'un fort épisode pluvieux intervenu pendant la fonte des neiges. Une vague de 2,5 m de hauteur se déverse sur le village de Biser, tuant 8 personnes et inondant 700 maisons ; 75 personnes sont évacuées. 23 villages sont privés d'eau potable et 8 d'électricité. La sécurité civile alerte les populations du danger de surverse de 2 autres barrages de capacité plus élevée.</p> <p>La presse fait état de fissures sur le barrage rompu connues depuis 6 ans avant l'accident. Une propriété partagée entre le ministère de la défense (2/3 du linéaire de l'ouvrage) et la municipalité (1/3) a conduit à un entretien insuffisant de l'ouvrage. La réorganisation de la propriété des barrages du pays était en cours au moment de la rupture.</p>	Rupture du barrage	L'entretien insuffisant de l'ouvrage (propriété partagée) Fissures connues depuis 6 ans avant l'accident	Entretien régulier de l'ouvrage
5	<p>N° 38815 - 07/08/2010 - POLOGNE - 00 - NIEDOW D35.11 - Production d'électricité</p> <p>Lors de précipitations exceptionnelles, un barrage poids en sable avec masque amont en dalles béton construit dans les années 1960 et long de 300 m rompt en deux points suite à une surverse. Une vague de 7 m de hauteur progresse vers l'aval et inonde la ville de Radomierzycze qui avait pu être évacuée à temps. Un pompier est noyé ; 1000 personnes sont évacuées des villes jumelles de Görlitz (Allemagne) et Zgorzelec (Pologne) en aval avant l'arrivée des eaux. Le parc de Muskau (patrimoine mondial de l'UNESCO) est noyé. 4 000 personnes sont privées d'électricité. La décrue débute le lendemain.</p> <p>La ville de Görlitz dépose auprès du parquet de Görlitz une plainte pour négligence à l'encontre de l'exploitant du barrage. Le parquet de Zgorzelec ouvre également une enquête. Le voïvode (préfet) de Basse Silésie (Pologne) et le ministre de l'intérieur de Saxe (Allemagne) décident de mettre en place une coopération hydrologique et météorologique et un échange d'informations en cas d'inondations.</p>	Rupture du barrage	Fortes précipitations Négligence	Respect des consignes et procédures
6	<p>N° 40752 - 31/08/2011 - NIGERIA - 00 - IBADAN E36.00 - Captage, traitement et distribution d'eau</p> <p>Peu avant minuit, alors que la région a connu de violents orages durant 7 h, le barrage d'Eleyele destiné à l'alimentation en eau potable de la ville d'Ibadan en aval (3.5 millions d'habitants) déborde avant d'être emporté. La population endormie ne peut réagir ni être prévenue ; 120 personnes sont noyées et 600 sont sans abris. L'exploitant évoque une catastrophe naturelle. Un scénario similaire s'était produit au même endroit en 1980 et</p>	Rupture du barrage	Fortes précipitations	Suivi de l'évolution des crues

Evénement n°	Description de l'accident	Phénomène dangereux	Causes	Retour d'expérience / Remarques
	des inondations massives ont affecté 500 000 Nigériens en 2010.			
7	N° 23542 - 18/11/2002 - KENYA - 00 - KIAMBU D35.11 - Production d'électricité Des pluies torrentielles provoquent la rupture d'un barrage dans le centre du pays ; 12 personnes sont tuées et 2 000 personnes sont évacuées.	Rupture du barrage	Fortes précipitations	Suivi de l'évolution des crues