



**ETUDE HYDRAULIQUE, HYDROLOGIQUE ET
HYDROGEOLOGIQUE DE LA ZONE AFFECTEE AU PROJET DE
CONSTRUCTION DU PORT EN EAU PROFONDE DE KRIBI**



Rapport N°2

Sommaire

Liste des figures	7
Liste des tableaux	10
Résumé non technique	12
Introduction générale.....	16
Chapitre I : Généralités	18
I.1- Cadre juridique	18
I.1.1- Politique environnementale au Cameroun.....	18
I.1.1.1- Principaux enjeux	18
I.1.1.2- Conventions, traités et accords internationaux	18
I.1.2- Cadre national législatif et réglementaire applicable à cette étude.....	20
I.1.2.1- Loi No 96/12 du 5.8.1996 portant loi-cadre relatif à la gestion de l'environnement.....	20
I.1.2.2- Réglementation et procédures d'autorisation pour défrichement et exploitation forestière.....	21
I.1.2.3- Autres lois pour la protection de l'environnement applicables au projet.....	22
I.1.3- Cadre international des bonnes pratiques retenues pour l'étude	25
I.1.3.1- Politiques de sauvegarde de la banque mondiale	25
I.1.3.2- Gestion intégrée des ressources	25
I.2- Contexte environnemental	26
I.2.1- Cadre physique	26
I.2.2- Géographie.....	26
I.2.3- Accès et voies de communication	28
I.3- Contexte social	30
I.3.1- Organisation administrative, traditionnelle et analyse démographique.....	34
I.3.1.1- Organisation administrative et traditionnelle	34
I.3.1.1.2 - Organisation traditionnelle.....	37
I.3.1.3- Analyse démographique	37
I.3.1.3.1- Structure et composition de la population	37
I.3.1.3.2- Dénombrement de la population.....	37
I.3.1.3.3- Répartition des ménages selon le sexe	38
I.3.1.3.4- Répartition des ménages selon les tranches d'âge.....	38
I.3.1.3.5- Répartition des ménages selon la situation matrimoniale	39
I.3.1.3.6- Répartition des ménages selon la région d'origine et l'origine ethnique	40
I.3.1.3.7- La distribution des ménages selon le niveau d'instruction	41
I.3.1.3.8- Répartition des ménages selon leur taille	42
I.3.1.3.9 - Répartition des ménages selon le Statut socioprofessionnel	43
I.3.1.3.12- Cartographie de la démographie par village et des institutions de la zone 2.....	48
I.3.2.1- Les conditions d'approvisionnement en eau domestique, son traitement et sa conservation	50
I.3.2.2- Etat de l'assainissement.....	53
I.3.2.3- Accès à l'assainissement	59
I.3.3- Accès aux soins de santé.....	60
I.3.3.1- Accès physique aux centres de santé et l'attitude des populations en cas de maladies	61
I.3.3.2- Les maladies hydriques et leurs coûts	62
I.3.4 - Autres conditions de vie des populations de la zone 2	63

I.3.4.1 - Logement : mode d'occupation et matériaux de construction utilisés	64
I.3.4.2 - Principal mode d'éclairage des ménages	66
I.3.4.3 - Principal mode de déplacement et de communication de la population.....	66
I.3.4.4 - Principal type d'énergie utilisée pour la cuisson et mode de conservation des aliments	68
I.3.5 - Activités économiques et analyse de pauvreté	68
I.3.5.1- L'agriculture	68
I.3.5.1.1 - Les modes d'accès à la terre, la durée dans l'exercice de l'activité et la taille des exploitations	68
I.3.5.1.2 - Les cultures pratiquées, la main d'œuvre, les techniques culturales utilisées et le recours à l'eau,	70
I.3.5.1.3 - La destination de la production et revenu agricoles	71
I.3.5.1.4 - Cartographie des exploitations agricoles	72
I.3.5.2 - La pêche.....	72
I.3.5.2.1 - Les zones de pêche et la destination du produit de la pêche	74
I.3.5.2.2 - La pêche dans les rivières	75
I.3.5.2.3 - La pêche en mer.....	75
I.3.5.3 - La chasse.....	76
I.3.5.4 - L'élevage et le tourisme	77
I.3.5.4.1 - L'élevage	77
I.3.5.4.2 - Le tourisme	79
I.3.5.5 – Analyse de la pauvreté dans la zone 2	79
I.3.6- Bénéfices escomptés par les populations du projet, leurs craintes et suggestions	79
Chapitre II : Matériels et méthodes.....	85
II.1- Etat des lieux de l'occupation de l'espace par les ressources en eau	85
II.1.1- Elaboration du réseau hydrographique.....	85
II.1.2- Cartographie des zones inondables	85
II.1.3- Etude botanique relative aux ressources en eau	85
II.1.3.1- Objectifs de l'étude botanique.....	85
II.1.3.2- Méthodologie de l'étude botanique.....	86
II.2- Evaluation du potentiel en eau du site.....	88
II.2.1- Eaux météoriques et eau de surface	88
II.2.1.1- Collecte et contrôle des données pluviométriques et hydrométriques	88
II.2.1.2- Analyse statistique des données pluviométriques et hydrométriques	92
II.2.1.3- Evaluation du potentiel en eau de surface	93
II.2.1.4- Spatialisation des données pluviométriques.....	93
II.2.1.5- Calcul du bilan hydrologique	95
II.2.2- Eaux souterraines	95
II.2.2.1- Caractérisation du contexte géologique	95
II.2.2.1.1- Contexte géologique régional.....	95
II.2.2.1.2- Méthodologie	99
II.2.2.2- Etude de formations pédologiques	100
II.2.2.2.1-Synthèse bibliographique	100
II.2.2.2.2-Interprétation des photos aériennes et des supports topographique et géologique	101
II.2.2.2.3-Etude de reconnaissance pédologique proprement dite sur le terrain	101
II.2.2.2.4-Analyse des échantillons de sol au laboratoire.....	103
II.2.2.2.5-Interprétation des observations de reconnaissance et établissement de la carte d'aptitude des terres	103
II.2.2.3- Prospection géophysique.....	104

II.2.2.4- Calcul du bilan hydrique	106
II.2.2.5- Détermination des paramètres hydrodynamiques en zone non saturée : essais d'infiltration de Porchet	108
II.2.2.6- Détermination des paramètres hydrodynamiques en zone saturée : essais du trou de tarière.....	108
II.3- Etude de la dynamique des écoulements.....	110
II.3.1- Ecoulement de surface.....	110
II.3.1.1- Délimitation et caractérisation des bassins versants	110
II.3.1.2- Description de la dynamique fluviale.....	112
II.3.2- Ecoulement souterrain.....	112
II.3.2.1- Implantation et installation des piézomètres	112
II.3.2.2- Suivi piézométrique.....	115
II.4- Cartographie des facteurs influençant la variabilité spatiale et temporelle des ressources en eau.....	117
II.4.1- Elaboration d'un Modèle Numérique de Terrain (MNT).....	117
II.4.2- Elaboration de la carte d'occupation des sols	118
II.4.3- Elaboration des cartes géologique et pédologiques.....	118
II.5- Evaluation qualitative et quantitative des ressources en eau.....	118
II.5.1- Ressources en eau de surface	118
II.5.1.1- Installation des stations hydrométriques	118
II.5.1.2- Jaugeages volumétriques.....	119
II.5.1.3- Prélèvement et analyse des échantillons d'eau de surface	123
II.5.2- Ressources en eau souterraine.....	124
II.5.2.1- Modélisation 3D du réservoir d'altérites.....	124
II.5.2.2- Prélèvement et analyse des échantillons d'eau souterraine.....	125
II.5.2.3- Analyse des sédiments de la zone saturée	126
II.5.2.3.1- Analyse granulométrique des sols.....	127
II.5.2.3.2- Détermination de la porosité efficace ou coefficient d'emménagement	128
II.6- Détermination des mesures d'atténuation	130
II.6.1- Evaluation des impacts.....	130
II.6.1.1- Impacts sur l'hydrologie.....	130
II.6.1.2- Impacts sur l'hydrogéologie.....	130
II.6.2- Elaboration d'une base de données SIG (Système d'Information Géographique) .	131
II.6.2.1- Conception de l'architecture de la base de données.....	131
II.6.2.2- Collecte des données	131
II.6.2.3- Mise en format	131
Chapitre III : Résultats et interprétation.....	133
III.1- Etat des lieux de l'occupation de l'espace par les ressources en eau.....	133
III.1.1- Réseau hydrographique.....	133
III.1.2- Zones inondables	133
III.1.3- Botanique	136
III.1.3.1- Aperçu phytogéographique global.....	136
III-I.3.2- Caractéristiques actuelles de la végétation.....	136
III-I.3.2.1- Formations végétales fortement influencées par l'Homme : espèces caractéristiques et types de sous-bois.....	136
III-I.3.2.2- Formations végétales propres au versant maritime	139
III-I.3.2.3- Formations végétales propres à la zone 2.....	141
III-I.3.3- Impacts du déblayage de la zone 1 sur les formations végétales	142
III-I.3.4- Analyse des résultats	142
III-I.3.4.1- Importance des familles et des espèces dans les formations végétales	142

III-I.3.4.2- Répartition des espèces en fonction des types des formations végétales	143
III-I.3.4.3- Espèces à plusieurs habitats	145
III-I.3.4.4- Faciès de végétation à protéger et/ou à renforcer	146
III-I.3.5- Commentaires des résultats	151
III.2- Potentiel en eau du site	155
III.2.1- Eaux météoriques.....	155
III.2.1.1- Variabilité saisonnière des précipitations	156
III.2.1.2- Variabilité inter annuelle des précipitations.....	158
III.2.1.3- Pluie moyenne dans la zone portuaire.....	161
III.2.2- Eaux de surface	161
III.2.2.1- Variabilité saisonnière des débits.....	162
III.2.2.2- Variabilité inter annuelle des débits.....	163
III.2.2.4- Bilan hydrologique.....	164
III.2.2- Eaux souterraines	165
III.2.2.1- Contexte géologique	165
III.2.2.1.1- Couverture Néo-protérozoïque ou Groupe de Yaoundé (Panafricain)	166
III.2.2.1.2- Socle Néo-archéen à Paléo-protérozoïque (Unité du Bas Nyong).....	169
III.2.2.2- Pédologie.....	175
III.2.2.2.1- Résultats obtenus	175
III.2.2.2.1.1- Résultats sur les différents types de sols identifiés	175
III.2.2.2.1.2- Résultats des caractéristiques physiques des différents types de sols identifiés	178
III.2.2.2.1.3- Résultat de la cartographie des sols identifiés : classification d'aptitude des terres	179
III.2.2.2.2- Analyse, commentaires et interprétation des résultats obtenus	179
III.2.2.2.2.1- Analyse et commentaires des résultats obtenus	179
III.2.2.2.2.2-Interprétation des résultats obtenus sur l'identification des types de sols et leurs caractéristiques physiques	181
III.2.2.2.2.3-Interprétation des résultats considérés comme éléments de l'ensemble du DUP	182
III.2.2.2.2.4- Esquisse d'interprétation des résultats de classification d'aptitude des types de sols identifiés et suggestions de gestion possibles	183
III.2.2.3- Signatures et profils géoélectriques	186
III.2.2.3.1-Présentation des résultats	186
III.2.2.3.2- Analyse et Commentaires des résultats.....	187
III.2.2.3.3- Conclusions et Recommandations	190
III.2.2.4- Bilan hydrique.....	191
III.2.2.5- Paramètres hydrodynamiques en zone non saturée	193
III.2.2.6- Paramètres hydrodynamiques en zone saturée	195
III.3- Etude de la dynamique des écoulements	199
III.3.1- Ecoulement de surface	199
III.3.1.1- Bassins versants	199
III.3.1.2- Dynamique fluviale.....	203
II.3.1.2- Détermination des constantes de rugosité des berges	208
III.3.2- Ecoulement souterrain	209
III.3.2.1- Données piézométriques	209
III.3.2.2- Cartes piézométriques	211
III.4- Facteurs influençant la variabilité spatiale et temporelle des ressources en eau	212
III.4.1- Modèle Numérique de Terrain (MNT)	213
III.4.2- Etat d'occupation des sols.....	213

Liste des figures

Figure 1 : Carte de la région du Sud.....	27
Figure 2 : Relief de la zone 2	28
Figure 3 : Accès sur le site	29
Figure 4 : Localisation du site du projet à partir de Yaoundé	36
Figure 5 : Répartition par sexe des ménages de la zone 2.....	38
Figure 6 : Répartition des ménages de la zone 2 selon le statut matrimonial	39
Figure 7 : Répartition des ménages de la zone 2 selon leur taille	42
Figure 8 : Répartition des ménages de la zone 2 selon le statut socioprofessionnel.....	43
Figure 9 : Distribution des ménages de la zone 2 par activité prise individuellement.....	44
Figure 10 : Chapelle Lolabé Bethany de l'E.P.C	45
Figure 11 : Nourrissons, enfants, population scolarisable de la zone 2	46
Figure 12 : Répartition de la population d'âge scolaire en celle scolarisée et celle non scolarisée	47
Figure 13 : Ecole primaire de Lolabé.....	48
Figure 14 : Institutions de la zone 2	49
Figure 15 : Sources d'approvisionnement en eau domestique dans la zone 2	50
Figure 16 : Etat de sources d'approvisionnement en eau dans la zone	51
Figure 17 : Modes de conservation de l'eau par les ménages de la zone 2.....	53
Figure 18 : Possession et type de latrine dans la zone 2	54
Figure 19 : Raisons de la non possession latrine dans la zone 2	55
Figure 20 : Etat des latrines traditionnelles dans la zone 2	56
Figure 21 : Latrine traditionnelle de type « trou simple, non couvert, sans mûr et sans toit	56
Figure 22 : Positions des latrines dans la zone 2	58
Figure 23 : Impact de la distance sur l'accès aux soins de santé dans la zone 2.....	61
Figure 24 : Moyens de traitement autres que le recours aux centres de santé	62
Figure 25 : Statut d'occupation du logement dans la zone 2.....	64
Figure 26 : Modes d'acquisition des logements par les propriétaires dans la zone 2	65
Figure 27 : Etat de l'habitation dans la zone 2.....	65
Figure 28 : Principal mode d'éclairage des ménages de la zone 2.....	66
Figure 29 : Principal mode de déplacement des ménages de la zone 2.....	67
Figure 30 : Principal moyen de communication ménages de la zone 2	67
Figure 31 : Modes d'accès à la terre dans la zone 2.....	69
Figure 32 : Ménages selon la taille des exploitations agricoles dans la zone 2	69
Figure 33 : Culture sur brulis	71
Figure 34 : Destination de la production agricole dans la zone 2	71
Figure 35 : Revenu issu de l'agriculture dans la zone 2.....	72
Figure 36 : Exploitations agricoles de la zone 2	73
Figure 37 : Zones de pêche.....	74
Figure 38 : Utilisation du produit de la pêche	74
Figure 39 : Fréquence de la pêche dans les rivières	75
Figure 40 : Utilisation du produit de la chasse	77
Figure 41 : Types d'élevage pratiqué dans la zone 2	78
Figure 42 : Destination des produits de l'élevage dans la zone 2	78
Figure 43 : Opinion des ménages de la zone 2 sur le projet du Port en eau profonde	80

Figure 44 : Fabrication du support galvanisé	88
Figure 45 : Fabrication du support galvanisé	89
Figure 46 : Installation d'un pluviomètre à lecture directe	89
Figure 47 : Une vue du premier campement dressé	91
Figure 48 : Installation de la station limnimétrique de Lolo aval	92
Figure 49 : Polygone de Thiessen pour le bassin de la Lobe	94
Figure 50 : Organigramme du calcul du bilan hydrique selon la méthode de THORNTHWAITE (Kalla, 2007).....	107
Figure 51 : Dispositif de mesure	109
Figure 52 : Distribution spatiale des piézomètres et des trous utilisés pour les essais d'infiltration dans la zone 2	114
Figure 53 : Fonçage, collecte de cuttings et équipement des piézomètres	115
Figure 54 : Mesure du niveau piézométrique (Albouy et Seguin, 2004 ; modifié).....	116
Figure 55 : Suivi piézométrique et échantillonnage des échantillons de sol et d'eau	126
Figure 56 : Dispositif d'analyse granulométrique et hydrométrique des échantillons de sol ...	128
Figure 57 : Réseau hydrographique	134
Figure 58 : Zones inondables	135
Figure 59 : Peuplement de rotang dans le sous-bois	137
Figure 60 : Forêt secondaire jeune	137
Figure 61 : Forêts ripicoles.....	138
Figure 62 : Jachère à <i>Alchornea cordifolia</i>	138
Figure 63 : Peuplements de <i>Podococcus barteri</i>	140
Figure 64 : Mangrove à <i>Rhizophora racemosa</i>	140
Figure 65 : Palmeraie	141
Figure 66 : Les familles les plus représentées en zone 1.....	142
Figure 67 : Les familles les plus représentées en zone 2.....	143
Figure 68 : Sous-bois d'une forêt secondaire jeunes.....	144
Figure 69 : <i>Cnestis ferruginea</i> , une espèce de jachères	144
Figure 70 : <i>Calophyllum inophyllum</i>	145
Figure 71 : Déchets divers sur la plage	153
Figure 72 : Déchets divers sur la zone de balancements des marées	153
Figure 73 : Déchets de fruits divers	153
Figure 74 : Cours d'eau après l'embouchure	154
Figure 75 : Diaspores de <i>Nypa fruticans</i> allant vers la zone d'inondation temporaire	154
Figure 76 : Variation saisonnière des précipitations	157
Figure 77 : Variation interannuelle des précipitations sur le bassin versant de la Lobé	160
Figure 78 : Corrélation entre les cumuls des précipitations moyennes et des débits dans le bassin de la Lobé.....	164
Figure 79 : Débits mesurés et débits reconstitués de la Lobé à Kribi	165
Figure 80 : Quartzites micacés, débités en plaquettes tectoniques.....	167
Figure 81 : Quartzites micacés, débités en plaquettes par la tectonique, mais jointives.....	167
Figure 82 : Quartzites micacés, débités en plaquettes par la tectonique	167
Figure 83 : Synforme constitué par des bancs de quartzites massifs	168
Figure 84 : Quartzites débités en dalles compactes.....	168
Figure 85 : Quartzites massives en paquets empilés	168
Figure 86 : Micaschistes en affleurement dans les lits de cours d'eau.....	169
Figure 87 : Gneiss granulitique moucheté.....	170
Figure 88 : Gneiss granulitique feuilleté, à pendage fort	170
Figure 89 : Gneiss granulitique feuilleté, à pendage redressé.....	170
Figure 90 : Gneiss charnockitique se débitant en gros blocs	171

Figure 91 : Carte géologique	173
Figure 92 : Schéma structural.....	174
Figure 93 : Carte pédologique	176
Figure 94 : Carte de l'aptitude des sols.....	180
Figure 95 : Distribution spatiale des sondages électriques.....	186
Figure 96 : Carte isobathe du toit du socle.....	189
Figure 97 : Morphologie du toit du socle	190
Figure 98 : Distribution spatiale de la perméabilité en zone non saturée.....	194
Figure 99 : Triangle textural des sols de la zone d'étude d'après la classification USDA	197
Figure 100 : Corrélation entre la texture du sol et sa valeur probable de conductivité hydraulique d'après Dubé et al. (1996).....	198
Figure 101 : Bassin versant de Lolo.....	199
Figure 102 : Bassin versant de Lolabé	201
Figure 103 : Profil en long du cours d'eau Bekolobé	204
Figure 104 : Profil en long du cours d'eau Noukwé	205
Figure 105 : Profil en long du cours d'eau Mbesso	205
Figure 106 : Profil en long du cours d'eau Boussilbelika	206
Figure 107 : Profil en long du cours d'eau Nangwala.....	207
Figure 108 : Profil en long du cours d'eau Natanda	207
Figure 109 : Carte piézométrique de l'aquifère à nappe libre de la zone 2 (Avril 2011).....	211
Figure 110 : Une vue en 3D du relief de la zone 2.....	213
Figure 111 : Carte des pentes	214
Figure 112 : Carte de l'occupation des sols	215
Figure 113 : Diagramme de Piper représentant les faciès géochimiques des échantillons d'eau de surface dans la zone d'étude.....	218
Figure 114 : Modèle 3D du réservoir d'altérites.....	220
Figure 115 : Diagramme de Piper représentant les faciès géochimiques des échantillons d'eau souterraine dans la zone d'étude	225
Figure 116 : Déblayage au niveau du port	229
Figure 117 : Coupe d'une latrine à fosse ventilée	231

Liste des tableaux

Tableau 1 : Conventions internationales pertinentes dans le cadre de l'étude	19
Tableau 2 : Liste des Politiques opérationnelles de la Banque Mondiale s'appliquant à la réalisation de cette étude	26
Tableau 3 : Quelques données relatives au trafic	35
Tableau 4 : Répartition par sexe de la population de la zone 2.....	37
Tableau 5 : Répartition des ménages selon les tranches d'âge	38
Tableau 6 : Distribution des ménages selon la région d'origine et l'origine ethnique.....	40
Tableau 7 : Répartition des ménages selon le niveau d'instruction	41
Tableau 8 : Répartition des ménages selon le niveau d'instruction et l'origine ethnique.....	41
Tableau 9 : Distribution des ménages selon la région pratiquée et l'origine ethnique	44
Tableau 10 : Distribution de la population non scolarisée selon son origine ethnique.....	47
Tableau 11 : Distribution de la population de la Zone 2 entre jeunes et adultes, hommes et femmes et par village	49
Tableau 12 : Attitude des ménages vis-à-vis de l'entretien du lieu d'approvisionnement de l'eau.	51
Tableau 13 : Attitudes, types et qualités de traitement de l'eau avant consommation.....	52
Tableau 14 : Raisons du choix de latrine traditionnelle dans la zone 2	57
Tableau 15 : Disposition des ménages à moderniser leurs latrines dans la zone 2	58
Tableau 16 : Possession ou non de la poubelle par les ménages de la zone 2	59
Tableau 17 : Lieux de déversement des ordures dans la zone 2	59
Tableau 18 : Gestion des eaux usées dans la zone 2	60
Tableau 19 : Cas de maladies, notamment hydriques enregistrés par le Centre de santé EPC de NASSO.....	63
Tableau 20 : Production agricole dans la zone 2.....	70
Tableau 21 : Chasseur ou non et l'origine ethnique	76
Tableau 22 : Nombre de têtes d'animaux par type d'élevage	78
Tableau 23 : Opinions de ménages de la zone 2 sur le projet et bénéfices escomptés.....	80
Tableau 24 : Craintes des populations de la zone 2 vis-à-vis du projet.....	81
Tableau 25 : Suggestions des populations de la zone 2 à l'égard du projet.....	81
Tableau 26 : Liste des piézomètres implantés pour le suivi de la nappe phréatique dans la zone 2	116
Tableau 27 : Plantes médicinales et culinaires.....	146
Tableau 28 : Plantes utilisées dans la fabrication des meubles et la construction des maisons .	149
Tableau 29 : Autres usages.....	151
Tableau 30 : Données morphométriques comparatives	156
Tableau 31 : Pluviométrie moyenne mensuelle sur le bassin de la Lobé.....	156
Tableau 32 : Caractéristiques de la pluviométrie mensuelle à tendance centrale	157
Tableau 33 : Hauteurs de la pluie mensuelle de la station de Kribi pour différentes périodes de retour	158
Tableau 34 : Pluviométrie interannuelle sur le bassin de la Lobé.....	158
Tableau 35 : Hauteurs de la pluie annuelle de la station de Kribi pour différentes périodes de retour	160
Tableau 36 : Pluviométrie sur le bassin de la Lobé et sur la zone portuaire.....	161
Tableau 37 : Débits moyens mensuels de la Lobé à Kribi (période 1954-1983).....	161

Tableau 38 : Valeurs des débits mensuels pour différentes périodes de retour pour la Lobé à Kribi	162
Tableau 39 : Débits mensuels interannuels (1954-1983)	163
Tableau 40 : Débits moyens interannuels pour la zone portuaire	163
Tableau 41 : Débits moyens interannuels de Lolabé.....	163
Tableau 42 : Débits moyens interannuels de Lolo Aval	164
Tableau 43 : Bilan hydrologique dans le bassin de la Lobé.....	165
Tableau 44 : Caractéristiques physiques des sols.....	178
Tableau 45 : Profondeur du socle pour différents sondages	188
Tableau 46 : Bilan hydrique à Campo (1950-2010).....	191
Tableau 47 : Bilan hydrique à Kribi (1955-2010).....	192
Tableau 48 : Perméabilités des formations d'altération en zone non saturée	193
Tableau 49 : Perméabilités des formations d'altération en zone saturée	195
Tableau 50 : Caractéristiques texturales des échantillons de sol	196
Tableau 51 : Evolution de la section en travers à Lolo Amont	200
Tableau 52 : Evolution de la section en travers à Lolo Aval	200
Tableau 53 : Evolution de la section en travers de Likodo	200
Tableau 54 : Evolution de la section en travers à Lolabé.....	202
Tableau 55 : Evolution de la section en travers à Grand Kabongwé	202
Tableau 56 : Liste des jaugeages effectués sur les deux versants	203
Tableau 57 : Constantes de rugosité des berges	209
Tableau 58 : Niveaux piézométriques utilisées pour l'établissement de la carte piézométrique de la zone 2	210
Tableau 59 : Répartition de l'occupation des sols.....	216
Tableau 60 : Statistique des résultats d'analyse physico-chimique des échantillons d'eau.....	217
Tableau 61 : Paramètres bactériologiques des eaux de surface de la zone 2	218
Tableau 62 : Statistique des résultats d'analyse physico-chimique des échantillons d'eau.....	220
Tableau 63 : Classification des eaux d'après leur pH.....	221
Tableau 64 : Relation entre conductivité et minéralisation (Detay 1993).....	221
Tableau 65 : Normes des eaux de consommation fixées par l'OMS (2004).....	224
Tableau 66 : Paramètres bactériologiques du site 2 de la zone d'étude	226
Tableau 67 : Besoins domestiques dans la zone du projet en 2011	232
Tableau 68 : Évolution des besoins en eau	233
Tableau 69 : Besoins domestiques dans la zone du projet en 2011	233
Tableau 70 : Évolution des besoins domestiques.....	234
Tableau 71 : Problèmes majeurs du bassin des Fleuves côtiers	235

Résumé non technique

La zone 2 de la DUP se situe en bordure Nord du craton du Congo, (ou complexe du Ntem) sur la zone généralement appelée zone mobile, ayant subi l'influence de l'orogénèse Eburnéen (2400 à 1700 Ma). Les formations géologiques importants pouvant servir à la caractérisation de la zone font partie de deux ensembles ou groupes pétrologiques, à savoir les formations de couverture Panafricaine ou groupe de Yaoundé (couverture Néo-protérozoïque) et les formations du socle Néo-archéen à Paléo-protérozoïque (groupe du bas Nyong). Ces formations ont un pendage subvertical à la côte Atlantique, et ce pendage s'adouci vers l'Est, à l'intérieur du continent.

Sur le plan structural et métamorphique, la tectonique post Libérienne de rajeunissement du socle est marquée par une réorientation des structures selon des directions N40 à subméridienne. Les formations panafricaines (625-530 Ma) ou groupe de Yaoundé se développent essentiellement dans la zone littorale et au centre de la zone sous forme d'étroits synclinaux de direction subméridienne à SSW-NNE, discordant sur le socle Paléo-protérozoïque. La bande située au centre du secteur est limitée par contact faillé au Sud-est avec les orthogneiss du socle paléo-protérozoïque, et chevauche au Nord-ouest les gneiss charnockitiques

La région de Kribi et ses environs ont été soumis à une activité sismique modérée. Le plus fort tremblement de terre jusqu'alors rapporté est de magnitude 6 environ sur l'échelle de Richter. Au cours des 100 dernières années, 7 tremblements de terre ressentis par l'Homme ont été enregistrés. Le tremblement terre le plus important enregistré aux environs de Kribi étant de magnitude 6 environ sur l'échelle de Richter (tremblement de terre du 26 Mars 1911 dans la région de Lolodorf à environ 100 km au Nord de Kribi).

Ce paramètre devrait être pris en compte dans la conception du projet, et en cas de construction de gros ouvrages, tenir compte des potentiels sismiques, quoique de faible amplitude dans la zone de Kribi et ses environs. Par rapport aux précautions à prendre pour les zones de recasements, les risques sont mineurs pour des constructions en usage d'habitation. Ceci parce que malgré une fracturation importante, les tremblements de terre destabilisateurs qu'on enregistre sont de très faible intensité. Pour des immeubles importants, il est recommandé de faire des études géotechniques pour chaque cas.

Les sols, dont la connaissance acquise peut aider à la répartition des espaces, peuvent se classer de la façon suivante :

- 1- Les sols ferrallitiques de plaine sur gneiss et micaschiste, de texture limono-argileuse en surface à argileuse en profondeur et d'un niveau d'aptitude très élevé ;
- 2- Les sols ferrallitiques de pente sur gneiss et quartz, de texture limon-sablo-argileuse en surface à argileuse en profondeur et d'un niveau d'aptitude élevé ;
- 3- Les sableux côtiers sur sédiments sableux, de texture sablo-humifère en surface à sableuse en profondeur et d'un niveau d'aptitude marginal ;
- 4- Les sols ferrallitiques jaunes de plateau, de texture limon-sablo-argileuse en surface à argileuse en profondeur et d'un niveau d'aptitude élevé ;
- 5- L'association sols de plateau sur gneiss et sols ferrallitiques modaux, de texture limon-sablo-argileuse en surface à argileuse en profondeur et d'un niveau d'aptitude moyen ;
- 6- Les sols lithiques ou affleurements rocheux d'un niveau d'aptitude nul.

Il est important de noter qu'à l'exception des sols ferrallitiques sableux, la perméabilité des sols de la zone 2 est basse et les sols dans la zone saturée sont d'un ordre de grandeur moins perméable par rapport à la zone non saturée. Ceci semble indiquer que le processus de transfert de l'eau est plus rapide dans la zone non saturée et que cette zone ne constitue pas un bon filtre pour l'épuration de l'eau lors de son cheminement dans le sol

L'ensemble la zone du port et de ses installations annexes est une zone de forêt sempervirente secondarisée, riche en *Caesalpiniaceae*. Elle est très fortement dégradée par l'agriculture, l'exploitation forestière et le tourisme pour lequel l'homme a payé et coupé des hectares de terrain au niveau du port proprement dit et au versant peuplé. Le couvert végétal dans l'ensemble freine l'érosion.

La plante appelée *Rhizophora racemosa* trouvée sur le site indique l'existence d'une zone de balancement des marées dans laquelle la mer *élimine* beaucoup de déchets. Sa présence crée ainsi un milieu épurateur des eaux très important, que nous avons qualifié de « poubelle » de la mer, localisé dans trois des embouchures des cours d'eau.

Certaines plantes recensées sur le terrain peuvent jouer un rôle important dans l'atténuation de la pollution bactériologique et/ou urbaine. Ces plantes sont aquatiques, terrestres des milieux souvent humides ou de terre ferme. Les plantes de terre ferme rencontrées sur le terrain comme

Alchornea cordifolia, *Mallothus oppositifolius* et *Sida rhombifolia* ont des feuilles bactericides. *Albizia* spp ont des feuilles insecticides. Ces plantes pourraient offrir des possibilités permettant le déparasitage naturel des eaux.

Il existe des plantes douées des propriétés destructrices des microorganismes. Il s'agit de *Phytolacca dodecandra* dont les fruits détruiraient les larves de la bilharziose dans l'eau. On devrait pouvoir établir leur mode de propagation naturelle, puis les planter le long des cours d'eau pollués pour que les feuilles tombent régulièrement dans l'eau.

L'introduction d'autres espèces connues comme *Phytolacca dodecandra* est souhaitable pour une meilleure gestion des ressources en eau dans la zone. il faudrait identifier leurs biotopes, puis les récolter, établir leur mode de propagation naturelle et les planter également le long des rivières et de la côte.

La pêche et l'agriculture sont les principales activités économiques de la zone 2. Elles assurent aux ménages qui les pratiquent un revenu hebdomadaire de l'ordre de 130 300 Fcfa en mer, notamment saison de pêche de septembre à octobre. L'agriculture est à des techniques culturales archaïques et l'absence d'irrigation avec pour corollaire de très faible rendements agricoles.

Au regard de la pluralité des activités économiques entreprises (agriculture, pêche, chasse), des revenus qu'elles génèrent ainsi que de l'occupation de l'intégralité de la population active, on peut relever que la pauvreté monétaire est insignifiante dans la zone 2. Toutefois, ramenée à la précarité, la pauvreté se décline en termes d'inaccessibilité aux services sociaux de base (soins de santé, eau potable, assainissement, électricité, etc. Ces activités économiques sont fortement liées à la nature. La minimisation de leur perturbation par projet passe par l'impératif de préservation de l'environnement et de l'équilibre des écosystèmes vitaux.

La réunion des conditions idoines pour pratique des activités quotidiennes passe par la cration d'une zone de recasement et par la création des voies devant desservir celle-ci. Dans cette perspective, il y a lieu de procéder à l'ouverture des routes sur le versant Est à partir du Nord et à partir du Sud de la DUP. Ces routes permettront aux populations recasées de vaquer aisément à leurs activités sur le versant Est et diminueront des errances nocives sur la zone du port proprement dit.

L'écoulement de l'eau souterraine est divergent par rapport à un axe N-S qui passe par la ligne de crête située au milieu de la zone d'étude. Cet axe constitue la ligne de partage des eaux,

mettant clairement en évidence le sous bassin hydrogéologique de la Lobé à l'Est et le sous bassin de l'océan Atlantique à l'Ouest.

Deux dômes piézométriques situés l'un au Sud du domaine et l'autre au Nord, près du village Boussibelika, constituent des aires importantes d'alimentation de la nappe. Ces zones vulnérables devraient être protégées afin de préserver la qualité de la ressource en eau. Le socle paraît assez profond à quelques kilomètres des villages de Lolabe, Lohengue et Boussibelika ; la profondeur maximale pouvant atteindre 46 m. Ces endroits contribuent majoritairement à la constitution de la réserve en eau de la nappe libre dans la région. Cette réserve totale en eau souterraine du site 2 est de l'ordre de **87 783 000 m³**

En surface, deux bassins versant ont été retenus pour l'étude des eaux des surfaces : le bassin de Lolo d'une superficie de 94,7 Km² dans le versant Est et le bassin de Lolabé d'une superficie de 46,4 Km² dans le versant Ouest. Le Bassin de Lolo peut produire un volume annuel de 22 349 000 m³ d'eau, tandis celui de Lolabé fournira un volume annuel de 10 950 000 m³ d'eau pour un débit spécifique de 179 l/s/Km² sur toute la zone portuaire.

Dans l'ensemble, les eaux sont acides dans la zone 2 et très peu minéralisées, les eaux souterraines un peu plus que celles de surface. L'acidité des eaux souterraines serait en partie liée à la nature de la roche mère qui est granito-gneissique.

L'absence des nitrates dans les eaux témoigne d'une faible contamination de celles-ci par les activités agro – sylvico - pastorales. Cependant la présence de germes aérobie, des coliformes totaux, des streptocoques et des coliformes fécaux dans toutes les eaux du site (eaux de surface et eaux souterraines) témoignent ainsi d'une contamination fécale. Par conséquent, des mesures doivent être prises pour interdire la consommation de l'eau ou en assurer le traitement.

Introduction générale

La réalisation de l'Étude hydraulique, hydrologique et hydrogéologique de la zone affectée au projet de construction du port en eau profonde de Kribi a été attribuée en octobre 2010 à **GLOBAL WATER PARTNERSHIP-CENTRAL AFRICA (GWP-Caf)**, une ONG dont le leitmotiv est la maîtrise de la ressource hydrique en harmonie avec la Conférence de Rio De Janeiro de 1992. Ce projet qui relève du Ministère de l'Economie, de la Planification et de l'Aménagement du Territoire (**MINEPAT**) est conduit par un comité de pilotage créé par le Gouvernement camerounais.

Les Termes de Références (TDR) qui accompagnent ce marché le structure en trois phases dont la première a été exécutée dès le mois d'octobre 2010 sur une superficie de 100 ha et ponctuée par un rapport contractuel. Le présent rapport, tout aussi contractuel, met un terme à la deuxième phase du marché qui prévoyait la conduite des études citées ci-dessus sur une superficie de 17000 ha, limitée au Nord de la DUP par la rivière Lende Dibe et au Sud par la limite territoriale avec l'arrondissement de Campo, la limite Est étant le fleuve Lobé et à l'Ouest, la cote Atlantique.

Les travaux de la phase 2 ont démarré avec un décalage, pour cause administrative, avec la planification indiquée par le Maître d'Ouvrage dans les TDR. Ce décalage a eu pour premier effet la mise sous pression du consultant qui a travaillé à la limite du stress. Les investigations sur le terrain ont également connu un certain nombre de difficultés qui auraient été limitatives à autre que **GWP-Caf**, difficultés liées tant à un environnement social pourri par un climat de tension revendicative quasi syndicale, qu'à l'absence totale d'accès à l'intérieur et à la limite Est du site. Ce stress a prévalu jusqu'à la rédaction de ce rapport.

Nonobstant ces difficultés surmontées et fort de la première livraison et de la familiarité acquise avec le site, le consultant, instruit par des échanges oraux et informels qu'il a eu avec l'environnement du projet, a enrichi le rendu de manière à offrir une lecture bien plus complète et plus anticipatoire

Ce rapport a été articulé de façon à permettre une appropriation facile et rapide du contenu au Maître d'Ouvrage. Il comporte entre autres introduction générale et résumé non technique :

- Un chapitre réservé à l'environnement socioéconomique du site 2 ;
- Un chapitre réservé à la méthodologie réellement appliquée pendant la phase de collecte, de traitement, d'analyse et d'interprétation des résultats,
- Un chapitre réservé aux résultats acquis, à leur analyse et à leur interprétation ;
- Une conclusion générale pleine de suggestions :
- Des annexes.

Puisse ce rapport jouer le rôle d'instrument d'aide à la prise de décision qu'il veut être.

Chapitre I : Généralités

I.1- Cadre juridique

Ce paragraphe décrit le contexte institutionnel et réglementaire dans lequel le projet de construction du port en eau profonde de Kribi doit s'inscrire pour ce qui est de l'étude hydraulique, hydrologique et hydrogéologique de la zone au Projet.

I.1.1- Politique environnementale au Cameroun

I.1.1.1- Principaux enjeux

La politique environnementale du Cameroun repose sur la protection de l'environnement et la gestion rationnelle des ressources naturelles pour un développement durable. Il s'agit de conserver la grande biodiversité qu'on y trouve tout en luttant contre la pauvreté par la maîtrise de la santé, l'éducation, le transport, la fourniture d'électricité et d'eau potable, le développement d'activités économiques durables.

Dans la foulée du Sommet de Rio de Janeiro de 1992, le Cameroun s'était engagé dans une démarche qui visait à définir une politique globale dans le domaine de l'environnement. Le décret No 92/069 du 9 avril 1992 a créé un cadre institutionnel à cet effet : le Ministère de l'Environnement et des Forêts, en Avril 1992, pour la planification et la gestion dynamique de l'environnement.

Le Cameroun a élaboré en 1996 un Plan National de Gestion de l'Environnement (PNGE). C'est un outil conçu comme « base d'orientation stratégique de protection de l'environnement et de mise en valeur rationnelle des ressources naturelles pour un développement durable » (Rapport du PNGE Vol.1 page 10). Il fixe les grandes orientations de la politique environnementale du Cameroun en termes de stratégies et d'actions à mener, « en intégrant à la fois les préoccupations régionales et les priorités sectorielles ».

Par ailleurs, une démarche sectorielle a permis d'associer à l'élaboration du PNGE les organismes et départements ministériels concernés par les questions environnementales et de «définir les orientations politiques et stratégiques pour une gestion écologiquement durable des grands secteurs de l'économie nationale».

I.1.1.2- Conventions, traités et accords internationaux

Le Cameroun est signataire de conventions, codes, protocoles et accords internationaux qui viennent renforcer les instruments déjà existants au niveau national et surtout qui donnent de la

crédibilité à sa politique de gestion efficace de l'environnement auprès des partenaires internationaux.

L'article 14(2) de la Loi No 96/12 du 5 août 1996 portant loi-cadre relatif à la gestion de l'environnement (ci-après désignée Loi-cadre de 1996) stipule que « l'Administration chargée de l'environnement doit s'assurer que les engagements internationaux du Cameroun en matière d'environnement sont introduits dans la législation et la politique nationale en la matière ». Le Cameroun a signé et ratifié un certain nombre de conventions internationales qui ont été prises en compte dans la présente étude. Ces conventions sont présentées au tableau 1 **Error! Reference source not found.** suivant.

Tableau 1 : Conventions internationales pertinentes dans le cadre de l'étude

Convention internationale (année d'adoption), objectifs et pertinence dans le cadre du projet	Action du Cameroun	Statut de conformité du projet
Convention relative à la coopération en matière de protection et de mise en valeur du milieu marin et les zones côtières de l'Afrique de l'Ouest et du Centre (Abidjan, 1981) Cette convention vise à mettre en œuvre la gestion durable des ressources côtières et marines de l'Afrique Centrale et de l'Afrique de l'Ouest, en particulier le Golfe de Guinée.	Ratification	Conforme
Convention africaine sur la conservation de la nature et des ressources naturelles (1968) Avec cette convention, tenue à Alger (Algérie), les membres de l'Union Africaine (UA) contractants se sont engagés à prendre les mesures nécessaires pour assurer la conservation, l'utilisation et le développement des sols, des eaux, de la flore et de la faune en se fondant sur des principes scientifiques et en prenant en considération les intérêts majeurs de la population.	Ratification en 1977	Conforme
Convention de Vienne pour la protection de la couche d'ozone (1985) Par cet instrument, les nations ont convenu de prendre des mesures appropriées pour protéger la santé de l'homme et de l'environnement des impacts négatifs résultant, ou pouvant résulter, d'activités humaines modifiant, ou susceptibles de modifier, la couche d'ozone.	Adhésion 1989	Conforme (En application par le Protocole de Montréal)
Protocole de Montréal relatif à des substances qui appauvrissent la couche d'ozone (1987) Entente internationale visant à protéger la couche d'ozone stratosphérique.	Adhésion 1989	Conforme (Le Projet ne nécessite pas de substances interdites)

Convention internationale (année d'adoption), objectifs et pertinence dans le cadre du projet	Action du Cameroun	Statut de conformité du projet
Convention sur la diversité biologique (1992) Cette Convention tenue à Rio de Janeiro (Brésil) porte sur le développement de stratégies nationales pour la conservation et l'utilisation durable de la biodiversité biologique.	Ratification 1994	Conforme
Convention-cadre des Nations-Unies sur les changements climatiques (1992) La Convention-cadre des Nations-Unies tenue à Rio de Janeiro (Brésil) sur les changements climatiques est le fondement des efforts pour lutter contre le réchauffement climatique. Elle a aussi été un des principaux outils utilisés par la communauté internationale pour promouvoir le développement durable.	Ratification 1994	Conforme (En application par le protocole de Kyoto)
Traité relatif à la conservation et à la gestion durable des écosystèmes forestiers d'Afrique centrale signé à Brazzaville, le 5 février 2005 Ce traité a pour objectif la promotion de politiques coordonnées entre états pour la conservation et la gestion durable des forêts ainsi que la gestion de l'environnement.	ratifié 2005	conforme

I.1.2- Cadre national législatif et réglementaire applicable à cette étude

I.1.2.1- Loi No 96/12 du 5.8.1996 portant loi-cadre relatif à la gestion de l'environnement

La loi-cadre 96/12 du 5 août 1996 relative à la gestion de l'environnement fixe le cadre juridique de la gestion de l'environnement de la République du Cameroun. Elle découle du Plan de Gestion de l'Environnement établi en 1996. La loi-cadre institue également la démarche d'évaluation environnementale.

Selon cette loi, l'environnement est défini comme « l'ensemble des éléments naturels ou artificiels et des équilibres bio-géo-chimiques auxquels ils participent ainsi que les facteurs économiques, sociaux, et culturels qui favorisent l'existence, la transformation, et le développement du milieu, des organismes vivants et des activités humaines ».

En son chapitre 2 portant sur l'étude d'impact, la loi stipule à l'article 17 que « le promoteur ou le maître d'ouvrage de tout projet d'aménagement, d'équipement, ou d'installation qui risque, en raison de sa dimension, de sa nature, ou des incidences des activités qui y sont exercées sur le milieu naturel, de porter atteinte à l'environnement, est tenu de réaliser, selon les prescriptions du cahier des charges, une étude d'impact permettant d'évaluer les incidences directes ou indirectes dudit projet sur l'équilibre écologique de la zone d'implantation ou de toute autre

région, le cadre et la qualité de vie des populations et des incidences sur l'environnement en général ».

Cette étude doit comporter une description et une analyse de l'état initial du site et de son environnement physique, biologique, socio-économique et humain, en conformité avec le décret No 2005/0577 du 23 février 2005 fixant les modalités de réalisation des études d'impact environnemental et par l'arrêté du MINEP du 08 mars 2005 fixant les différentes catégories d'opération dont la réalisation y est soumise.

I.1.2.2- Réglementation et procédures d'autorisation pour défrichement et exploitation forestière

La réglementation et la procédure autorisant le défrichement et l'exploitation forestière sont définies dans l'article 73 de la Loi forestière de 1994 et l'article 110 de son décret d'application. La loi stipule qu'en cas de réalisation d'un projet de développement susceptible de causer la destruction d'une partie du domaine forestier national, ou en cas de désastre naturel aux conséquences semblables, l'administration en charge des forêts procède à une coupe de récupération, en régie ou par vente de coupe des bois concernés suivant des modalités fixées par décret.

Avant d'entreprendre des travaux sur une portion du domaine national, il est conseillé de :

- faire un inventaire pour évaluer les essences et les quantités de bois qui s'y trouvent ;
- informer les autorités locales, administratives et traditionnelles avant le début des travaux.

Avec l'aide des populations locales et leurs représentants, le responsable du projet doit localiser, cartographier et marquer les ressources naturelles telles que les champs agricoles, les arbres fruitiers, les arbres sacrés, les arbres utilisés par la population pour la récolte de graines, les aires ayant une valeur particulière pour les habitants. L'usage du feu est strictement interdit pour défricher ou pour abattre un arbre.

Le responsable du projet doit tenir compte des ressources du milieu à protéger et respecter les intérêts des populations locales. Les agents locaux de l'Administration doivent, à sa demande, assister le responsable du projet, pour arriver à un règlement équitable de ses différends avec les populations riveraines.

Cette étude se limite uniquement aux essences ayant un rapport avec l'eau.

I.1.2.3- Autres lois pour la protection de l'environnement applicables au projet

Les dispositifs réglementaires destinés à encadrer la mise en œuvre d'une étude d'impact environnemental sont complétés par une série de lois ou décrets portant sur d'autres aspects. Ces derniers ont influé sur le déroulement de l'étude qui a tenu compte de leurs obligations notamment dans l'élaboration de la méthodologie utilisée et la définition des mesures d'atténuation et de compensation. Il s'agit de la loi No 98/005 du 14 avril 1998 portant régime de l'eau et ses décrets d'application.

Gestion de l'eau

La loi No 98/005 du 14 avril 1998 portant régime de l'eau définit les rôles, droits et devoirs respectifs du Gouvernement, des collectivités territoriales et des personnes morales ou physiques dans les domaines de l'utilisation, la gestion et la protection des eaux du Cameroun. Les articles importants pour cette étude sont repris ci-après :

Article 2 – (1) l'eau est un bien du patrimoine national dont l'État assure la protection et la gestion et en facilite l'accès à tous.

Article 2 – (2) Toutefois, l'État peut transférer toute ou partie de ces prérogatives aux Collectivités Territoriales Décentralisées. [...]

Article 6 – (1) Toute personne physique ou morale, propriétaire d'installation susceptible d'entraîner la pollution des eaux doit prendre toutes les mesures nécessaires pour limiter ou en supprimer les effets. Tout déchet doit être éliminé ou recyclé. Il est tenu d'informer le public sur les effets de la pollution et les mesures prises pour en compenser les effets. [...]

Article 7 – (1) En vue de protéger la qualité de l'eau destinée à l'alimentation, il est institué un périmètre de protection autour des points de captage, de traitement et de stockage des eaux.

Article 11 – Toute personne qui offre de l'eau en vue de l'alimentation humaine [...] est tenue de s'assurer de la conformité de la qualité de cette eau aux normes en vigueur.

Pour le moment, ces normes sont inexistantes.

Cette loi est supportée par 5 décrets d'application :

- Décret No 2001/161/PM du 08 mai 2001 fixant les attributions, l'organisation et le fonctionnement du Comité National de l'Eau.

- Décret No 2001/162/PM du 08 mai 2001 fixant les modalités de désignation des agents assermentés pour la surveillance et le contrôle de la qualité des eaux.
- Décret No 2001/163/PM du 08 mai 2001 réglementant les périmètres de protection autour des points de captage, de traitement et de stockage des eaux potabilisables.
- Décret No 2001/164/PM du 08 mai 2001 précisant les modalités et conditions de prélèvement des eaux de surface ou des eaux souterraines à des fins industrielles ou commerciales.
- Décret No 2001/165/PM du 08 mai 2001 précisant les modalités de protection des eaux de surface et des eaux souterraines contre la pollution.

Périmètres de protection des eaux potabilisables

Le Décret No 2001/162/PM du 08 mai 2001 réglemente les périmètres de protection autour des points de captage, de traitement et de stockage des eaux potabilisables. Ce décret définit les périmètres suivants :

- Périmètre de protection immédiate : aire de prévention ou aire géographique dans laquelle les ouvrages de captage, de traitement et de stockage des eaux peuvent être atteints par tout polluant sans que celui-ci soit dégradé ou dissous de façon suffisante, ou qu'il soit possible de le récupérer de manière efficace.
- Périmètre de protection rapprochée : aire de surveillance ou aire géographique qui comprend tout ou partie du bassin hydrologique qui est susceptible d'alimenter un point de captage d'eau existant ou éventuel.
- Périmètre de protection éloignée : aire de contrôle ou aire géographique située hors zone de surveillance.

Les terrains compris dans les périmètres de protection des eaux sont déclarés d'utilité publique. Les limites et les procédures d'établissement des périmètres de protection sont fixées dans l'acte autorisant le prélèvement par le Ministre de l'eau. Il n'existe pas de directives concernant la définition des périmètres de protection.

Sont interdits à l'intérieur des périmètres de protection immédiate :

- Le forage de puits, l'exploitation de carrières à ciel ouvert et le remblaiement d'excavations à ciel ouvert ;
- Le transport et le dépôt de toutes matières susceptibles d'altérer la qualité des eaux ;

- L'installation de canalisations, de réservoirs ou autres dépôts d'hydrocarbures, produits chimiques et eaux usées ;
- L'établissement de toutes constructions superficielles ou souterraines ;
- Le passage d'animaux et l'épandage d'engrais et pesticides.

Ce périmètre doit être délimité par une barrière en matériaux définitifs.

Protection de la qualité des eaux

Les rejets de substances potentiellement polluantes sont soumis à l'autorisation du Ministre de l'Eau. Les rejets antérieurs à la loi doivent s'y conformer dans un délai fixé par le décret d'application.

Le décret No 2001/165/PM définit les principes suivants :

Article 3 – (1) Sont interdits, les déversements, écoulements, rejets, infiltrations, enfouissements, épandages, dépôts directs ou indirects dans les eaux, de toute matière solide, liquide ou gazeuse et, en particulier, tout déchet industriel, agricole ou atomique susceptible :

- D'altérer la qualité des eaux de surface ou souterraines [...];
- De porter atteinte à la santé publique, à la faune et à la flore aquatiques [...] et aux animaux ;
- De mettre en cause le développement économique et touristique des régions ;
- De nuire à la qualité de la vie et au confort des riverains. [...]

Article 6 – Le Ministre chargé de l'Eau peut en fonction des conditions hydrogéologiques locales, fixer des prescriptions techniques particulières, pour l'implantation et la construction des ouvrages d'assainissement individuel ou collectif, notamment les latrines, les fosses septiques, les décanteurs digesteurs, puisards, les lits bactériens et les tranchées filtrantes drainées. [...]

Article 17 – (1) Le contrôle des déversements visés par le présent décret est exercé sous l'autorité du Ministre chargé de l'eau, de la santé publique, de l'environnement et le cas échéant, de l'agriculture et de l'élevage, des pêches et des industries animales. [...]

Prélèvements d'eau

Le décret No 2001/164/PM du 08 mai 2001 précise les modalités et conditions de prélèvement des eaux de surface ou des eaux souterraines à des fins industrielles ou commerciales. Ces

prélèvements des eaux sont soumis à autorisation auprès du Ministère de l'Eau incluant la réalisation d'une étude d'impact.

Tout prélèvement à des fins industrielles et commerciales doit être doté d'un système de mesure des volumes et est soumis au paiement d'une redevance. Sont dispensés de paiement de la redevance les propriétaires ou exploitants des installations de prélèvement affectés à l'usage municipal des eaux ou de celles réalisées dans le cadre de l'hydraulique villageoise.

Qualité du sol et lutte contre la désertification et l'érosion

La loi-cadre de 1996 affirme la nécessité de protéger le sol, le sous-sol et les richesses qu'ils contiennent. Un décret d'application devra fixer les modalités de lutte contre la désertification, l'érosion, les pertes de terres arables et la pollution du sol et de ses ressources par les produits chimiques, les pesticides et les engrais. Les titulaires de titres miniers ou de titres de carrières sont tenus de remettre en état les sites exploités ou de supporter financièrement la remise en état par l'Administration.

I.1.3- Cadre international des bonnes pratiques retenues pour l'étude

Les organisations internationales ont élaboré de leur côté des directives auxquelles doivent se conformer les projets de grande envergure. Il s'agit notamment des politiques de sauvegarde de la Banque Mondiale.

I.1.3.1- Politiques de sauvegarde de la banque mondiale

Afin de respecter les bonnes pratiques internationales, la réalisation de cette étude suit dans leurs principes les politiques applicables édictées par la Banque Mondiale. La Politique opérationnelle 4.09 sur la lutte antiparasitaire est applicable au projet.

Le tableau 2 ci-dessous reprend cette Politique opérationnelle de la Banque Mondiale s'appliquant habituellement à la réalisation de ce genre d'études et examine la façon dont cette directive a été prise en compte.

I.1.3.2- Gestion intégrée des ressources

Les principes dits de Dublin sont également pris en compte pour garantir la gestion coordonnée des ressources en eau, des terres, ainsi que celle des ressources qui s'y rattachent, afin d'assurer le développement socioéconomique équitable tout en préservant la pérennité des écosystèmes vitaux

Tableau 2 : Liste des Politiques opérationnelles de la Banque Mondiale s’appliquant à la réalisation de cette étude

Politique opérationnelle PO	Résumé du contenu	Application à l’étude
4.09 – Lutte antiparasitaire, décembre 1998	Demande d’évaluer et de réglementer l’usage de pesticides dans le cadre du projet.	Recommandations du thème santé pour le contrôle des vecteurs de maladies – évaluations de la qualité de l’eau.

I.2- Contexte environnemental

I.2.1- Cadre physique

La zone 2 du projet fait partie intégrante du domaine déclaré d’utilité publique. Cette Déclaration d’Utilité Publique (DUP) est située dans la région du Sud (figure 1), département de l’Océan, dans la Commune rurale de Kribi 1 pour sa partie Ouest et dans l’arrondissement de Lokoundjé pour ce qui est de la partie Est. Cet espace a pour coordonnées géographiques en UTM 285500 N ; 315500 N et 594500 E ; 610500 E. La zone ainsi délimitée se trouve sur la route départementale qui relie Kribi à Campo.

En voiture uniquement depuis Yaoundé. Le parcours est le suivant :

- Yaoundé-Edéa: goudron, 179 km, 2 h 00 ;
- Edéa-Kribi : goudron, 115 km, 1h30 ;
- Kribi- Grand Batanga : piste moyenne, 10 km, 0h30 ;
- Grand Batanga - Lolabé: piste approximative, 30 km, 1h30.

I.2.2- Géographie

Dans l’ouvrage intitulé « Fleuves et Rivières du Cameroun », J.C. Olivry (1986) lie la morphogenèse des différentes unités tabulaires du Cameroun à différentes phases d’érosion qui, relevant d’une manière générale de la dynamique de l’eau, s’expliquent par des mouvements tectoniques généraux d’amplitude variable qui ont modifié au cours des temps géologiques le niveau de base du réseau hydrographique. Ce niveau de base correspond aujourd’hui à l’Océan Atlantique qui borde la zone de Kribi dans laquelle se rencontrent les surfaces les plus basses.

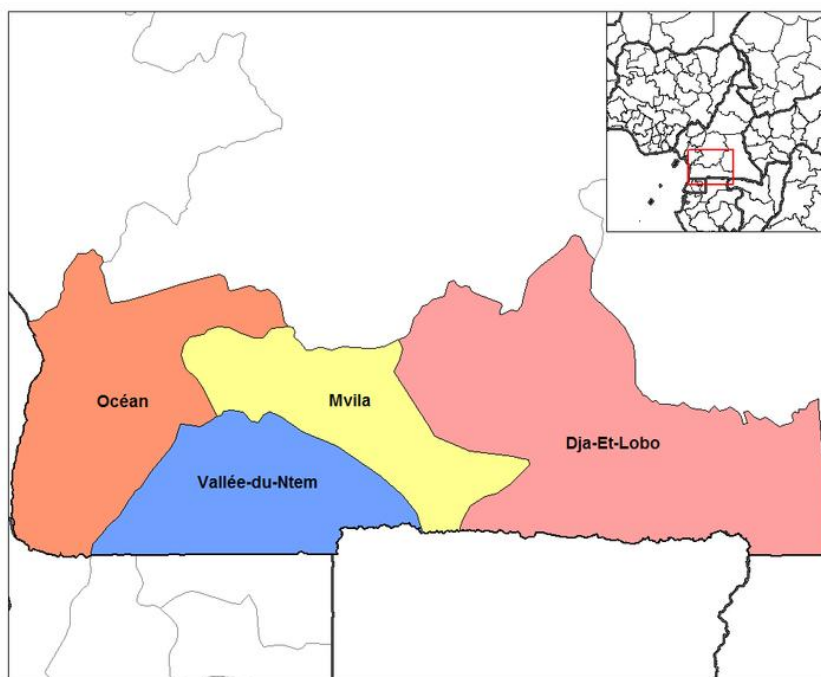


Figure 1 : Carte de la région du Sud

L'ensemble de la zone est soumis à un climat équatorial de type guinéen caractérisé par deux saisons sèches et deux saisons humides d'inégale importance, avec deux minima et deux maxima bien marqués. Le premier maximum, le moins marqué, correspond à la petite saison des pluies qui s'étend de la mi-mars à la mi-juin. Le deuxième maximum correspond à la grande saison des pluies, de la mi-août à la mi-novembre. La saison sèche la plus longue va de la mi-novembre à la mi-mars, et la petite saison de la mi-juin à la mi-août.

L'espace concerné par la zone 2 de la DUP est à peine ondulé et les collines qui y sont présentes ne dépassent généralement pas 200 m d'altitude. Cette zone est grossièrement organisée en une toiture à deux pentes, le faîte de ce toit étant constitué par la chaîne de montagne qui a une orientation SW- NE et divise l'espace en deux versants Est et Ouest. Le versant Est se déverse dans la Lobé, tandis que le versant Ouest est directement drainé par l'Océan. Le massif des Mamelles s'impose dans la limite Sud-Ouest de la DUP alors que la montagne de l'Eléphant domine le Nord-Est (figure 2). Le versant côtier est alluvial et les surfaces y sont subhorizontales. Les collines sont couvertes par une forêt sempervirente plus ou moins secondarisée, tandis que la zone marécageuse se caractérise par un couvert végétal hydrophile des raphiales et des graminées aquatiques.

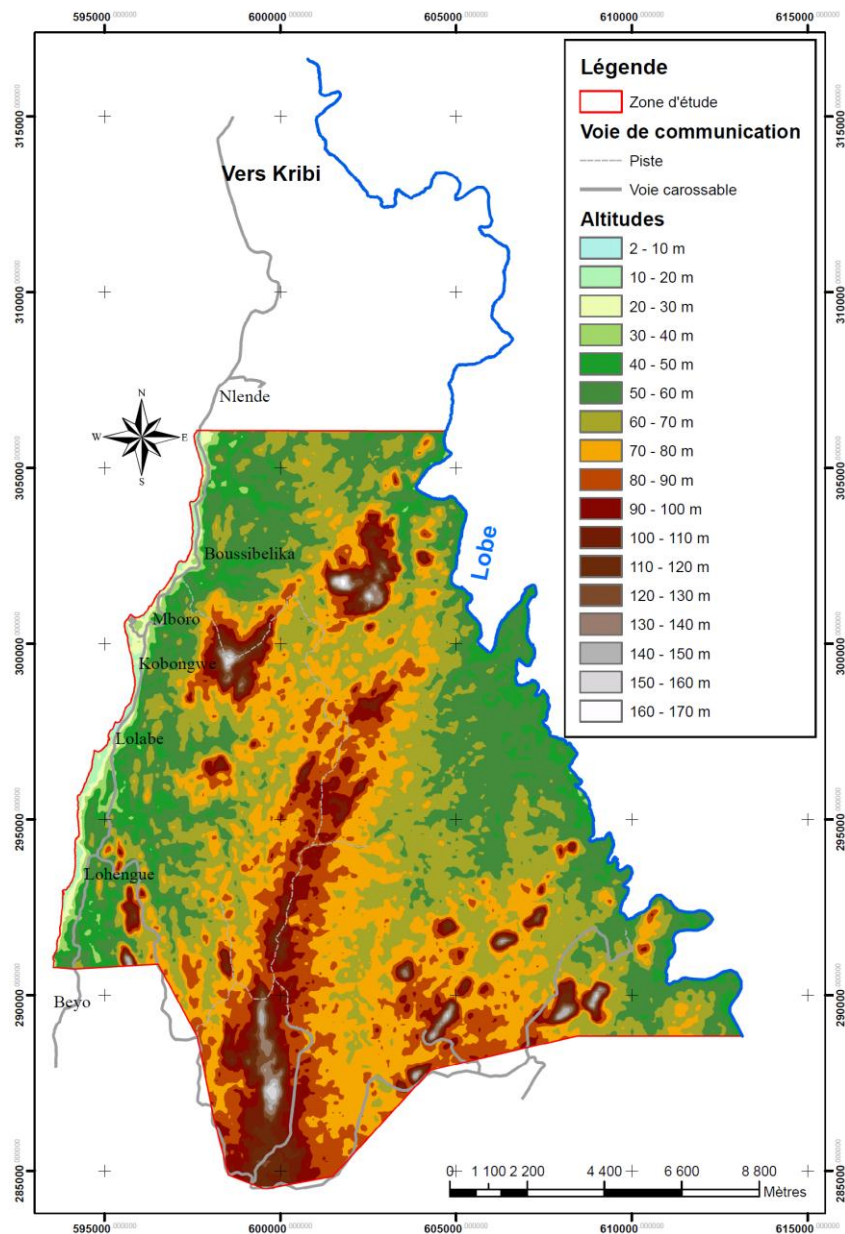


Figure 2 : Relief de la zone 2

L'ensemble du Sud Cameroun est constitué de ces roches qui ont subi des déformations symmétamorphiques, exprimées sous formes de foliations S1 d'orientation globale E-W, ainsi que des déformations post métamorphiques cassantes à l'origine des failles orientées E-W à N-S (Maurizot et al. ,1986) .

I.2.3- Accès et voies de communication

L'accès sur le site du projet en général et à sa zone 2, se fait à partir de Kribi soit par mer à l'aide de pirogues, soit et principalement par route, essentiellement en motos. Deux cars de

transport en commun et plusieurs taxis de brousses assurent la liaison dans le sens Campo – Kribi et font plusieurs voyages par jour. Des motos travaillant en course couvrent les destinations comprises entre les deux villes.

Le prix du transport est globalement élevé et atteint 6000 Fcfa pour couvrir les 80 km qui séparent les deux destinations. Le prix des motos atteint 8000 Fca parfois en journée et le double pendant la nuit. Les voitures des particuliers, généralement de grosses cylindrées en 4x4, sont les plus remarquables, la zone étant touristique et actuellement en grande prospection pétrolière. La figure 3 ci-dessous présente les pistes qui sillonnent le site du projet.

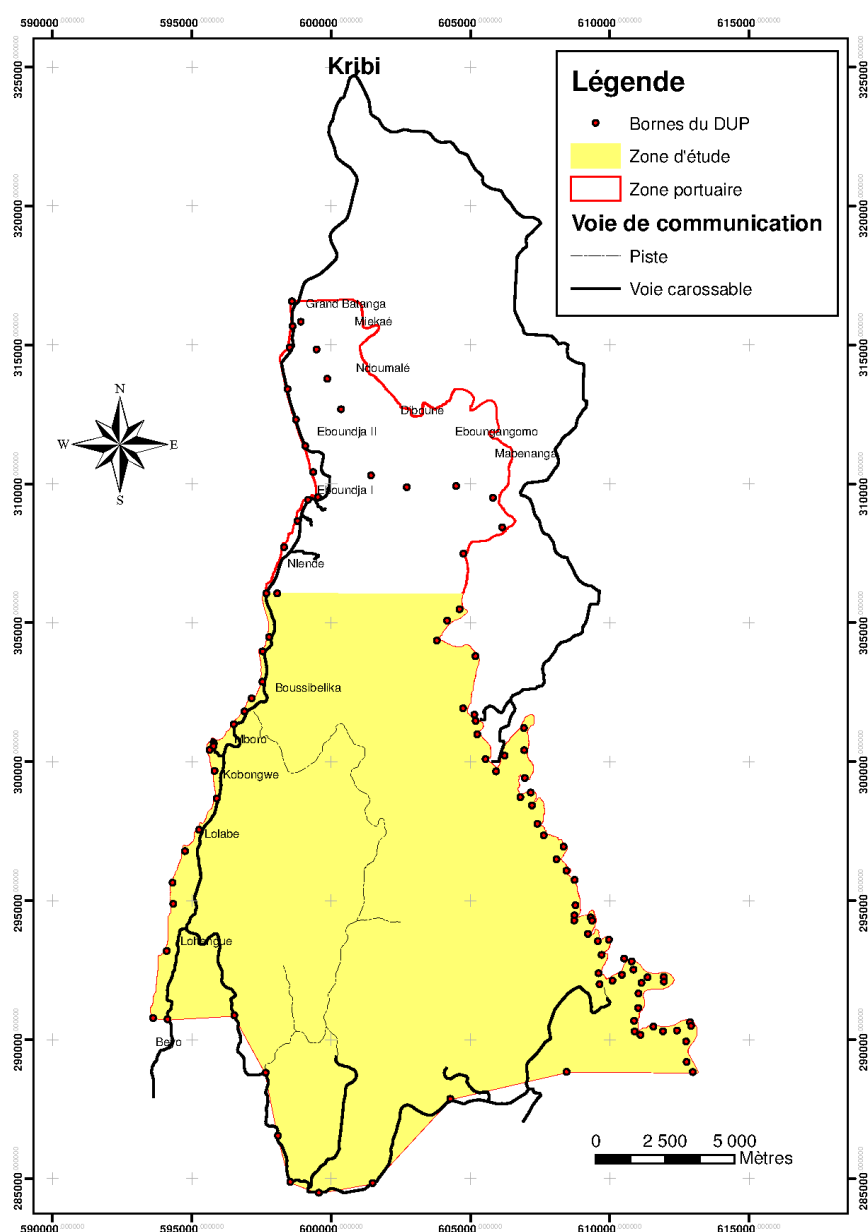


Figure 3 : Accès sur le site

L'axe Kribi - Campo est passablement couvert par les réseaux de téléphonie mobile présents au Cameroun.

I.3- Contexte social

De par les gains de compétitivité qu'elles génèrent, les infrastructures jouent un rôle moteur dans la facilitation des échanges et la promotion d'une croissance forte et durable. La crise économique du milieu des années 80 a stoppé leur développement entamé depuis les indépendances, en même temps qu'elle a annihilé les efforts pour leur maintenance. Ainsi, le parc infrastructurel s'est très fortement dégradé et contribue aux faibles performances de l'économie camerounaise¹. Dans le cadre de sa stratégie de la croissance et dans la perspective d'un Cameroun émergeant à l'horizon 2035, le Gouvernement met un accent tout particulier sur leur développement. L'objectif général poursuivi est de mettre l'infrastructure en adéquation avec la demande économique et sociale.

Le Port en eau profond de Kribi, relève des projets dits structurant c'est-à-dire porteurs de croissance, retenu dans le cadre de l'aménagement de nouvelles infrastructures portuaires. Ce projet est un complexe qui comportera non seulement des installations portuaires capables d'accueillir de grands navires, mais également et surtout de grandes infrastructures ferroviaires, routières, aéroportuaires, énergétiques, de communications et sociales associées ainsi que les installations industrielles et urbaines.

Ce gigantesque projet qui sera construit sur trente kilomètres le long de la mer, a une grande portée :

- Il va pallier l'engorgement et les limites structurelles du port de Douala², qui ne peut accueillir des navires à grand tirant d'eau. Estimé à plus de 280 milliards de FCFA, le projet contribuera à développer certainement toute la ville de Kribi, il entraînera la création plus de 20.000 emplois et des investissements divers ;
- Il va induire une profonde mutation de l'activité portuaire dans la ville de Kribi³ ;

¹ In MINEPAT, DSCE, P.54.

² Le port de Douala assure près de 95% du trafic portuaire national. Il se positionne ainsi comme le principal port d'Afrique centrale et dessert les pays limitrophes enclavés tels que le Tchad, la RCA (*République centrafricaine*) et le nord du Congo.

³ D'une superficie de 21 ha, son port sur le plan infrastructurel dispose actuellement de :

- ✓ deux magasins d'entrepôt d'une capacité de 6 000 m³ ;
- ✓ un hangar estocade de 3000 m³ ;
- ✓ une grue de quai (en panne) ;
- ✓ une drague suceuse hydrolante ;
- ✓ un quai de 250 m linéaires ;

➤ Il peut jouer un rôle catalyseur dans l'accélération de la croissance au Cameroun : On parle d'un taux de rentabilité interne entre 11,5 et 16,3 % pour un bénéfice économique actualisé de 101 à 406 millions d'Euros (de 66 à plus de 266 milliards de FCFA) sur 30 ans. On peut aussi envisager, en guise d'effets connexes de ce projet, la construction de 400 km de voies ferroviaires. Ce réseau s'ajoutera au réseau camerounais pour l'évacuation :

- du fer de Mballam à l'Est par Kribi ;
- du gisement de diamant estimé à 750 millions de carats dans la Boumba et Ngoko ;
- du cobalt dans la région de Lomié toujours à l'Est ;
- de l'uranium dans les régions de Poli dans le Nord et de Lolodorf dans la Région du Sud ; or ; bauxite ; nickel ; une liste loin d'être exhaustive.

Par ailleurs ce port pourrait favoriser le développement des exportations dont les 900 millions du fer de Mballam ou ou la réserve dans l'ordre du milliard du même minerai à Kribi.

En outre, on pourrait assister à la mise en place d'une chaîne industrielle au Cameroun avec exportation des minerais, leur transport, leur transformation, les exportations vers les filières d'utilisation dans les usines étrangères. On pourrait assister éventuellement à la délocalisation de certaines firmes au Cameroun. Véritablement la possibilité pour le Cameroun de rattraper le déséquilibre de sa balance commerciale est grande.

Le projet de Port en eau profonde peut également dynamiser l'intégration sous-régionale : Dans la sous-région un équipement portuaire au large pour les containers et les transbordements aussi bien qu'une plateforme de distribution des biens et des marchandises desservira celle-ci du Sénégal (en Afrique de l'Ouest), en Namibie (en Afrique Australe). Il s'agit de mettre en valeur un couloir d'exploitation et de développement qui s'étendra de Kribi au Cameroun aussi bien

-
- ✓ un bâtiment administratif ;
 - ✓ un atelier de menuiserie ;
 - ✓ deux bâtiments abritant le service de la douane et marine marchande.

Les quais d'accostage sur les bords, offrent un tirant d'eau de 2 à 3 m en marée pleine, et moins de 1 m en marée base. Plus au milieu du quai, le tirant atteint une profondeur de 7 à 8 m avec une capacité réelle de 70 navires par an. Essentiellement consacré à l'exportation du bois, l'activité de ce port est quasiment en arrêt depuis un an, sous l'effet conjugué de l'épuisement de réserves forestières locales et la migration des armateurs au port de Douala.

Au regard de sa configuration, le projet du port en eau profonde de Kribi, offre un fort potentiel de développement aux activités portuaires. Le Port Général comprendra un terminal conteneurs 400 000 EVP (conteneur équivalent Vingt Pieds) dès la première phase, 800 000 EVP à terme), un terminal aluminium (1,5 million de tonnes d'alumine et 1,5 million de tonnes d'intrants divers), un terminal hydrocarbures (3 millions de tonnes) et un terminal polyvalent (2 à 3 millions de tonnes). A ce trafic s'ajoutera un trafic de transbordement (200 000 EVP).

L'apportement minéralier est prévu pour faire transiter 35 millions de tonnes par an d'exportation du minerai de fer.

Il est également annoncé :

- un trafic d'environ 3,5 millions de m³ de gaz naturel liquéfié (GNL) (Projet SNH/GDF-SUEZ) ;
- un trafic d'environ 2 millions de tonnes d'exportation d'alumine (Projet Cam Alumina). Cf. <http://www.kribiport.cm/fr>

qu'à Bangui en RCA, Kisangani (en République Démocratique du Congo), en Guinée Equatoriale, au Gabon et au Congo-Brazzaville.

Toutefois, la construction du port en eau profonde de Kribi transformera profondément la zone affectée au projet principalement sa zone 2, objet du présent rapport d'étude. En effet, le développement de cette zone sensée entre autres accueillir les populations déguerpies dans la zone I, entrainera à n'en point douter une pression plus importante sur les ressources naturelles donc l'eau, les terres et la biodiversité. Ce développement affectera également la vie des populations résidant sur l'ensemble du site du projet en général et de la zone 2 en particulier.

Il est donc impérieux de planifier efficacement le développement des activités dans la zone 2 et le redéploiement des populations, afin d'une part, de garantir une gestion coordonnée et efficace des ressources naturelles de la zone ainsi que la préservation des écosystèmes vitaux, et minimiser les perturbations dans la vie et les activités des populations en question, d'autre part. Cela passe nécessairement par une meilleure connaissance de l'existant et par le développement d'outils d'aide à la décision.

Il s'agit de réaliser une étude sur la relation de la population affectée par le Projet de construction du Port en eau profonde de Kribi (dans sa zone 2) et l'eau. En d'autres termes, il s'agit mettre en relief l'apport de l'eau, son utilisation dans les multiples activités desdites populations et les effets de ces activités sur l'eau. Il faudra alors :

1. Mettre en relief la structure, la composition de la population et cartographier de sa démographie ;
2. Présenter les principales activités économiques, l'utilisation des ressources en eau qui en résulte et les cartographier, notamment les exploitations agricoles ;
3. Mettre en exergue l'état de l'assainissement et les nuisances liées à l'eau au sein de cette population ;
4. Présenter les principales conclusions qui se dégagent de l'analyse socioéconomique. etc.

Méthodologie

L'approche méthodologique utilisée se veut diversifiée. Elle englobe :

- La recherche documentaire ;
- Les enquêtes enrichies des observations, des interviews, des discussions en groupes et des réunions ;

- Les estimations et extrapolations statistiques.

La recherche documentaire

La recherche documentaire a porté sur :

- ✓ Les études socioéconomiques à l'instar des enquêtes camerounaises auprès des ménages (ECAM) ;
- ✓ Les études démographiques à l'instar du Recensement Général des Populations et de l'Habitat (RGPG) ;
- ✓ Les études sociologiques à propos des représentations et pratiques culturelles chez les peuples de la zone côtière, etc.

L'enquête statistique

L'enquête a couvert l'intégralité de la zone 2. L'opération concernait l'ensemble des ménages de cette zone. Il s'agissait des ménages ordinaires par opposition aux ménages collectifs : internats, casernes, hôpitaux, inexistant dans la zone. L'unité statistique était donc le ménage ordinaire.

Toutefois, les analyses vont porter sur les ménages typés selon certaines de leurs caractéristiques (tranche d'âge, sexe, situation matrimoniale, niveau d'instruction, statut socioprofessionnel, etc. du chef de ménage), mais également sur les individus.

Trente-huit (38) ménages ont été identifiés et interrogés dans la zone 2.

Par ailleurs la démarche méthodologique a consistée également en des analyses croisées, les estimations et extrapolations statistiques. Elle a aussi donné lieu à la prise en compte du feedback des parties prenantes sollicitées.

Outil d'enquête

Il s'est agi :

- D'un questionnaire (voir annexe) qui a été administré aux ménages de la zone 2 ;
- Des guides d'entretien à l'intention du responsable du centre de santé de la zone (pour déterminer les maladies d'origines hydriques affectant cette population et leurs impacts), des chefs traditionnels et des établissements touristiques affectés par le projet (également en annexe) ;
- D'un GPS pour le référencement des habitations et des exploitations agricoles.

Collecte des données sur le terrain et les difficultés rencontrées

La collecte des données a fait appel à :

- Trois enquêteurs qui ont été préalablement imprégnés du questionnaire et guides d'entretien au cours d'une séance de travail. Par ailleurs, l'administration du questionnaire, à partir de cinq (05) ménages, a été simulée pour harmoniser la conduite des entretiens avec les enquêtés avant la collecte des données proprement dites ;
- Un traducteur recruté au sein de la population locale.

Ce personnel a travaillé sous la coordination du Consultant.

S'agissant des difficultés, celles-ci ont trait ;

- A l'absence de certains ménages lors de notre passage, ce qui n'a pas permis de les interroger et géo-référencer certains de leurs exploitations agricoles ;
- Au manque de collaboration de la part d'une poignée de ménages, qui ont refusé de nous conduire dans leurs exploitations pour également les référencer, surtout que notre travail sur le terrain a coïncidé avec les remous des populations de la zone I. En effet, quelques jours avant notre arrivée, ces populations ont observé un mouvement de grève pour entre autres : contester les montants des dédommagements reçus et exprimer leurs inquiétudes quant à leur recasement. Toutefois, la quasi-totalité des ménages en général et la chefferie de Lolabé en particulier, ont accueilli très favorablement notre étude par l'intérêt qu'elle a suscité auprès de ces derniers et nous ont de cet fait, apporté leur entière collaboration.

I.3.1- Organisation administrative, traditionnelle et analyse démographique

I.3.1.1- Organisation administrative et traditionnelle

La Région du Sud a une superficie de 47 191 Km². Elle compte quatre départements que sont :

- Le département du Dja et Lobo ;
- Le département de la Mvila ;
- Le département de l'Océan ;
- Le département de la Vallée du Ntem.

Le Chef-lieu de la Région est la ville d'Ebolowa dans le département de la Mvila. Cette Région est frontalière avec la république du Congo au Sud-est, celle du Gabon au Sud et la Guinée Equatoriale au Sud-ouest. Cette position en fait une zone de brassage qui ouvre les portes à des échanges commerciaux importants.

La ville de Kribi qui accueille le projet du port en eau profonde est le Chef-lieu du département de l'Océan. C'est une ville d'une importance économique certaine qui abrite l'un des quatre ports que compte le Cameroun. C'est un port maritime secondaire bâti à l'embouchure de la *Kienke* sur l'océan atlantique. Le port de Kribi est le point d'aboutissement du pipeline Tchad/Cameroun. Certaines études situent son trafic actuel à environ 82 000 tonnes par an, essentiellement constitué de bois, la dernière publication de l'Annuaire Statistique du Cameroun (2004) ayant arrêté ses investigations en 2001 sur le sujet (tableau 3).

Tableau 3 : Quelques données relatives au trafic

(Unité: tonne)

Année	Trafic	Douala-Bonabéri	Kribi	Limbé-Tiko	Garoua	Trafic total
1997	Importations	2 477 512	140	-	-	2 477 652
	Exportations	2 347 331	219 200	13 321	-	2 579 852
	Total	4 824 843	219 340	13 321	-	5 057 504
1998	Importations	2 839 700	132	-	-	2 839 832
	Exportations	2 280 549	140 203	-	4600	2 425 352
	Total	5 120 249	140 335	-	4600	5 265 184
1999	Importations	2 999 027	68	-	-	2 999 095
	Exportations	2 183 474	144 299	-	-	2 327 771
	Total	5 182 501	-	-	-	5 326 866
2000	Importations	3 210 211	17	-	-	3 210 228
	Exportations	2 152 689	121 798	-	-	2 274 487
	Total	5 362 900	121 815	-	-	5 484 715
2001	Importations	3 709 445	0	-	-	3 709 445
	Exportations	2 000 554	69 998	-	-	2 070 552
	Total	5 709 999	69 998	-	-	5 779 997
2002	Importations	3 939 088	-	-	-	3 939 088
	Exportations	1 933 778	-	-	-	1 933 778
	Total	5 872 866	-	-	-	5 872 866

Source : Ministère des Transports et APN

Avec 11 280 Km², le département de l'Océan compte neuf (08) arrondissements : Akom II, Bipindi, Kribi 1er, Kribi 2e, Lolodorf, Mvengue, Lokoundjé et Nieté.

L'ensemble de la DUP, ainsi que La zone 2 relèvent sur le plan administratif de l'arrondissement de Kribi 1^{er}. Du point de vue de l'organisation communale, ils font partie intégrantes de la communauté urbaine de Kribi.

La superficie de la zone du projet déclarée d'utilité publique (DUP) est de 26 000 hectares. Comme le précise la figure 4 la DUP est limitée au nord par le village Bongahelé (grand Batanga II), au sud par le Rocher du Loup ainsi que le Mont Mamelles, à l'est par le fleuve Lobé et à l'Ouest par la côte maritime.

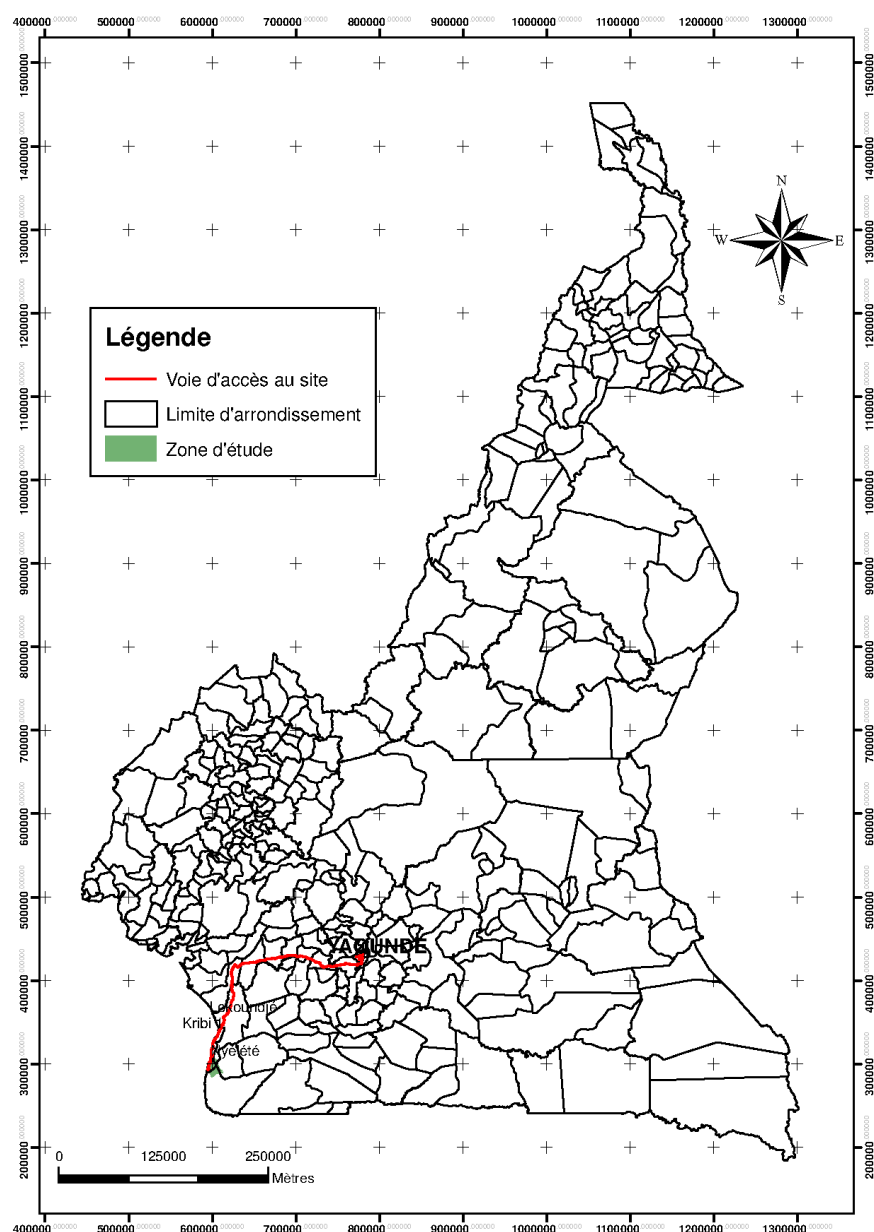


Figure 4 : Localisation du site du projet à partir de Yaoundé

1.3.1.2 - Organisation traditionnelle

La zone 2 est située dans les villages Lolabé qui en compte trois (03) à savoir : Lolabé I, Lolabé II et Lolabé III. Plus précisément, ce sont les villes Lolabé III & II qui abrite cette zone. Les villages Lolabé forment une chefferie de troisième (03) degré qui appartient au groupement Batanga Sud. C'est donc l'une des vingt une (21) chefferies de troisième (03) degré que compte l'arrondissement de Kribi 1^{er}, et en est l'une des plus dynamiques⁴. Cette chefferie comporte à sa tête Sa Majesté MABELE Georges. Il est Yassa, tribu⁵ dominante dans les villages Lolabé. Tout comme les populations côtières à l'instar des Batanga, les Yassa commémorent la fête de l'eau.

1.3.1.3- Analyse démographique

L'analyse démographie de la population de la zone 2 met en relief sa structure, sa composition, notamment sa population scolaire.

1.3.1.3.1- Structure et composition de la population

Elles portent sur :

- Le dénombrement de cette population ainsi que des ménages ;
- La répartition des chefs de ménage selon leur sexe, situation matrimoniale, niveau d'instruction, taille, région d'origine, origine ethnique, statut socioprofessionnel et religion pratiquée.

1.3.1.3.2- Dénombrement de la population

La visite à trente-huit (38) ménages identifiés et interrogés dans la zone 2 a permis de dénombrer 231 âmes. Leur répartition par sexe est donnée dans le tableau 4.

Tableau 4 : Répartition par sexe de la population de la zone 2

Sexe	Effectif	Pourcentage
Féminin	112	48.48
Masculin	119	51.52
Total	231	100

⁴ Selon M. BESSALA Jean Hubert, ancien Sous-préfet de Kribi 1^{er}.

⁵ Selon Sa Majesté MABELE Georges, les Yassa sont originaires de la Guinée Equatoriale, et ont été déportés pendant la première guerre mondiale.

Cette population est composée de 119 hommes et de 112 femmes représentant respectivement 51,52 % et 48,48 % de celle-ci.

L'effectif de la population de la zone 2 représente plus du double de celle de la zone I et ses environs où 103 âmes avaient été dénombrées.

I.3.1.3.3- Répartition des ménages selon le sexe

Les 231 habitants dénombrés ci-dessus, ont été répartis selon le sexe du chef de ménage. Cette répartition est présentée sur la figure 5.

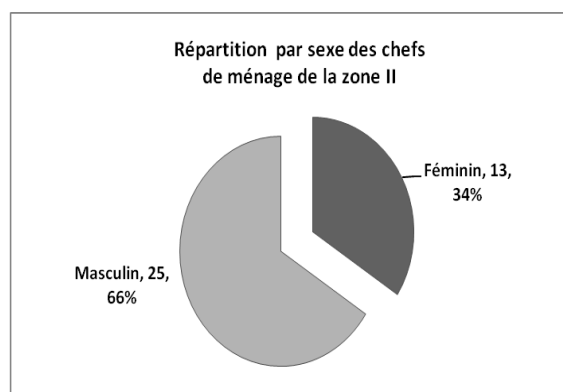


Figure 5 : Répartition par sexe des ménages de la zone 2

Treize (13) chefs de ménage sur les trente-six (36) sont des femmes représentant un pourcentage minoritaire de 34 %. Par contre, 25 chefs de ménage sont des hommes, soit 66 % de ceux-ci. Tout comme dans la zone I, le genre ici est très déséquilibré, l'autorité au sein des ménages étant assumée principalement par les hommes.

I.3.1.3.4- Répartition des ménages selon les tranches d'âge

Cette répartition est donnée par le tableau 5.

Tableau 5 : Répartition des ménages selon les tranches d'âge

Tranche d'âge	Effectif	Pourcentage
20 à 30 ans	2	5.26
30 à 40 ans	11	28.95
40 à 50 ans	8	21.05
Plus de 50 ans	17	44.74
Total	38	100

Les chefs de ménage appartiennent ici à quatre tranches d'âge à savoir : 20 à 30 ans, 30 à 40 ans, 40 à 50 ans et les plus de 50 ans. Avec 44,73 % de l'effectif, cette dernière tranche est

prépondérante. Elle est suivie tour à tour des 30 à 40 ans, 40 à 50 ans et 20 à 30 ans avec respectivement 28,95 %, 21,05 % et 05,26 %. Cette situation observée également dans la zone I, confirme le déficit de la population dans les classes d'âge actif en milieu rural, des suites d'une forte émigration des jeunes adultes vers les zones urbaines. Ce déficit a été établi par 3^e RGPH⁶.

I.3.1.3.5- Répartition des ménages selon la situation matrimoniale

La distribution des chefs de ménages selon leur situation matrimoniale est représentée sur la figure 6.

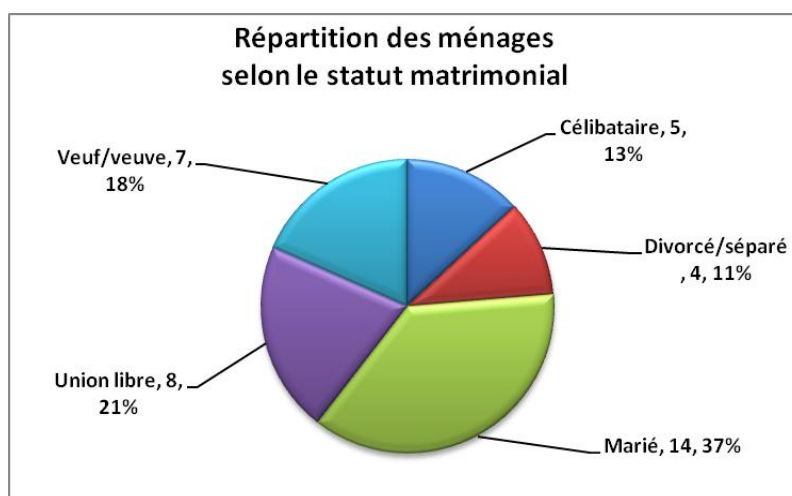


Figure 6 : Répartition des ménages de la zone 2 selon le statut matrimonial

Cinq (5) formes de statuts matrimoniaux (marié, union libre, veuf ou veuve, célibataire, divorcé ou séparé), ont été répertoriées au sein des ménages de la zone 2, alors que trois (3) seulement (marié, veuf et célibataire) avaient été identifiées dans la zone I.

Les mariés au nombre de quatorze (14), représentent 37 % des ménages. Ils sont suivis de huit (8) unions libres, sept (7) veufs ou veuves, cinq (5) célibataires et quatre (4) divorcés ou séparés, représentant respectivement 21 %, 18 %, 13 % et 11 %.

On peut relever que les ménages vivant en couple (mariés et unions libres) avec 58 % de l'effectif, sont à peine majoritaires. Cette situation est le reflet d'une relative stabilité ou d'un certain équilibre dans les ménages de la zone 2.

⁶ In BUCREP, Rapport de présentation des résultats définitifs du 3^e RGPH, 2010.

I.3.1.3.6- Répartition des ménages selon la région d'origine et l'origine ethnique

La présentation des ménages au regard de leur région d'origine et origine ethnique, est retracée dans le tableau 6.

Tableau 6 : Distribution des ménages selon la région d'origine et l'origine ethnique

Région d'origine	Origine ethnique	Effectif	% région d'origine	% Origine ethnique
Centre	Eton	2	-	5,26
Total Centre		2	5, 26	-
Extrême-Nord	Toupouri	1	-	2,63
Total Extrême-Nord		1	2,63	-
Sud	Batanga	5	-	13,16
	Pygmée	4	-	10,53
	Yasa	26	-	68,42
Total Sud		35	92, 11	-
Total général		38	100	100

Les chefs de ménage sont issus ici de trois régions à savoir : le Sud, le Centre et l'Extrême-Nord. Les ménages originaires du Sud au nombre de trente-cinq (35), sont les plus nombreux et représentent 92,11 % de l'effectif. Ils sont suivis de deux (02) ménages originaires du Centre et d'un (01) ménage originaire de l'Extrême-Nord, représentant respectivement 5,26 % et 2,63 % de l'effectif. Ce dernier ménage est d'ethnie Toupouri. Il s'agit d'un employé de l'une des deux (02) exploitations agricoles de moyenne dimension de la zone 2.

S'agissant de l'appartenance ethnique des ménages, ceux originaires du Sud sont Yasa (largement majoritaire dans la zone 2 et au nombre de 26, soit 68,42 %) ; Batanga (au nombre de 5, soit 13,16 %) et pygmées (au nombre de 4, soit 10,53 %). Pour ce qui est des ménages originaires du Centre, les deux sont d'ethnie Eton, représentant 5,26 % de l'effectif.

I.3.1.3.7- La distribution des ménages selon le niveau d'instruction

La répartition des ménages selon le niveau d'instruction est donnée dans le tableau 7.

Tableau 7 : Répartition des ménages selon le niveau d'instruction

Niveaux d'instruction	Effectif	%
Primaire	16	42.105
Secondaire	16	42.105
Sans niveau	6	15.79
Total	38	100

Les chefs de ménage les plus instruits ont atteint le secondaire. Ils sont au nombre de seize (16) et représentent 42,105 % de ceux-ci. Ce pourcentage est bien en deçà du taux d'alphabétisation des adultes au niveau national de 70,6 %⁷. Ceux s'étant limités au primaire, occupent le même poids que les précédents. Viennent enfin les chefs de ménages sans niveau au nombre de six (06), représentant 15,79 % de l'effectif. Ce pourcentage est en deçà de celui de 30 %⁸ observé au niveau national. Il s'agit ici, comme le démontre le tableau 8, de tous les ménages pygmées de la zone 2 et de deux ménages Yassa.

Tableau 8 : Répartition des ménages selon le niveau d'instruction et l'origine ethnique

Niveau d'instruction	Origine ethnique	Effectif
Primaire	Batanga	2
	Eton	1
	Yasa	13
Total Primaire		16
Sans niveau	Pygmée	4
	Yasa	2
Total Sans niveau		6
Secondaire	Batanga	3
	Eton	1
	Toupouri	1
	Yasa	11
Total Secondaire		16
Total général		38

⁷ In INS/ECAM3, Conditions de vie des populations et profil de pauvreté au Cameroun en 2007, décembre 2008, P. 17.

⁸ In INS/ECAM3, idem, ibidem.

Tout comme dans la zone I, le niveau d’instruction des ménages de la zone 2 est insuffisant, et peut constituer un obstacle pour leur progrès économique et social, d’autant plus qu’il existe une forte corrélation entre le niveau d’instruction des ménages et leur niveau de vie, ce dernier ayant tendance à s’élevé à mesure que le niveau d’instruction augmente.

I.3.1.3.8- Répartition des ménages selon leur taille

La distribution des ménages de la zone 2 en fonction de l’effectif de leurs membres est présentée sur la figure 7.

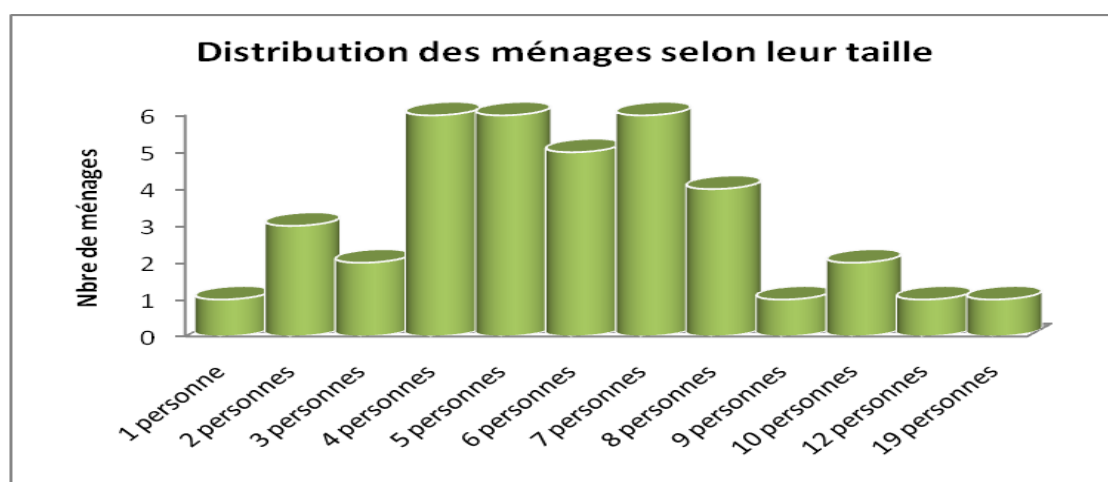


Figure 7 : Répartition des ménages de la zone 2 selon leur taille

Les ménages comptant quatre (04), cinq (05) et sept (07) membres, au nombre de six chacun, sont les plus nombreux et représentent chacun 15,79 % de ceux-ci. Ils sont suivis des ménages de six (06) membres au nombre de cinq (05). Viennent ensuite les ménages de huit (08), deux (02), trois (03) et dix (10) individus, respectivement au nombre de quatre (04), trois (03) et deux (02). Enfin, il y a qu’un (01) ménage d’une (01), de douze (12) et de dix-neuf (19) personnes. Ainsi le plus grand ménage, celui de Mboula Ferdinand compte 19 personnes, tandis que M. Ebode Valentin, personne instable, vit seul.

Comme dans la zone I, un ménage compte en moyenne six (06) membres dans la zone 2, et il y a autant de ménages de plus que de moins de quatre (04) membres dans la zone 2.

Par ailleurs *la zone 2 n’enregistre aucun handicapé*. Ainsi, toutes les 231 âmes recensées, sont des personnes valides.

I.3.1.3.9 - Répartition des ménages selon le Statut socioprofessionnel

Le statut socioprofessionnel des chefs de ménage est présenté sur la figure 8.

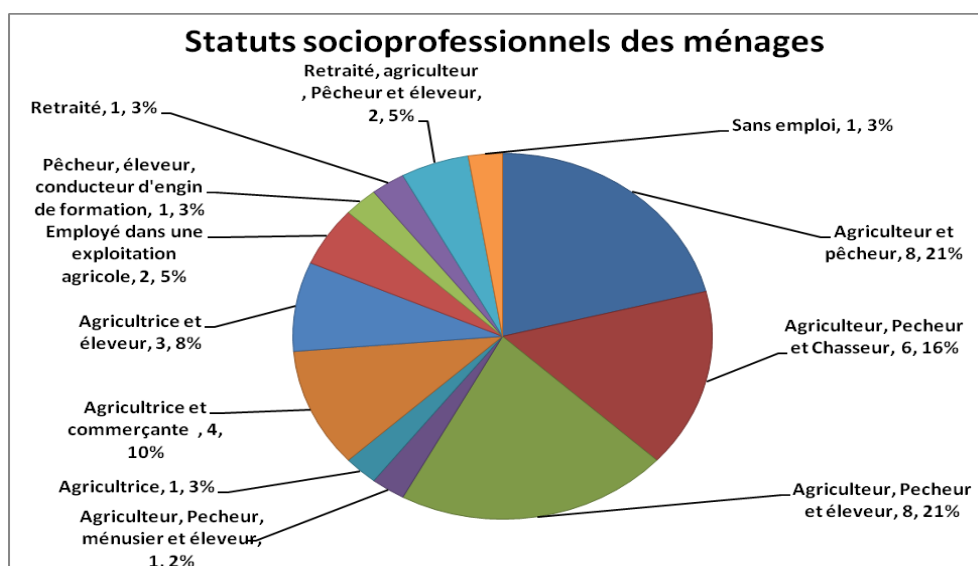


Figure 8 : Répartition des ménages de la zone 2 selon le statut socioprofessionnel

Tout comme dans la zone I, les ménages de la zone 2, pratiquent une variété d'activités. Ainsi, les agriculteurs-pêcheurs de même que les agriculteurs-pêcheurs-éleveurs au nombre de huit (8) sont les plus nombreux et représentent 21 % des ménages. Viennent ensuite les agriculteurs-pêcheurs-chasseurs, les agriculteurs-commerçants, les agriculteurs-éleveurs, les retraités-agriculteurs-pêcheurs-éleveurs avec respectivement six (06), quatre (04), trois (03) et deux (02) ménages. Enfin, il y a un agriculteur, un pêcheur-éleveur qui est conducteur d'engin de formation, un retraité et un sans emploi par ailleurs instable.

De ce qui précède il se dégage que :

- Les ménages sont essentiellement constitués des indépendants agricoles⁹ et salariés dudit secteur qui représentent 95 % de ceux-ci ;
- La population active est intégralement occupée, en raison de la disponibilité de terres, de la présence de la mer et des cours d'eau grâce auxquelles les ménages exercent les activités agricoles, piscicoles et pastorales. Toutefois, le sous-emploi touche deux (02) ménages, représentant 5.26 % de ceux-ci.

⁹ Travailleurs pour leur propre compte du secteur primaire : agriculture, élevage, pêche, etc.

Se référant à chaque activité prise individuellement, la distribution socioéconomique des ménages de la zone 2 se présente ainsi qu'illustré sur la figure 9.

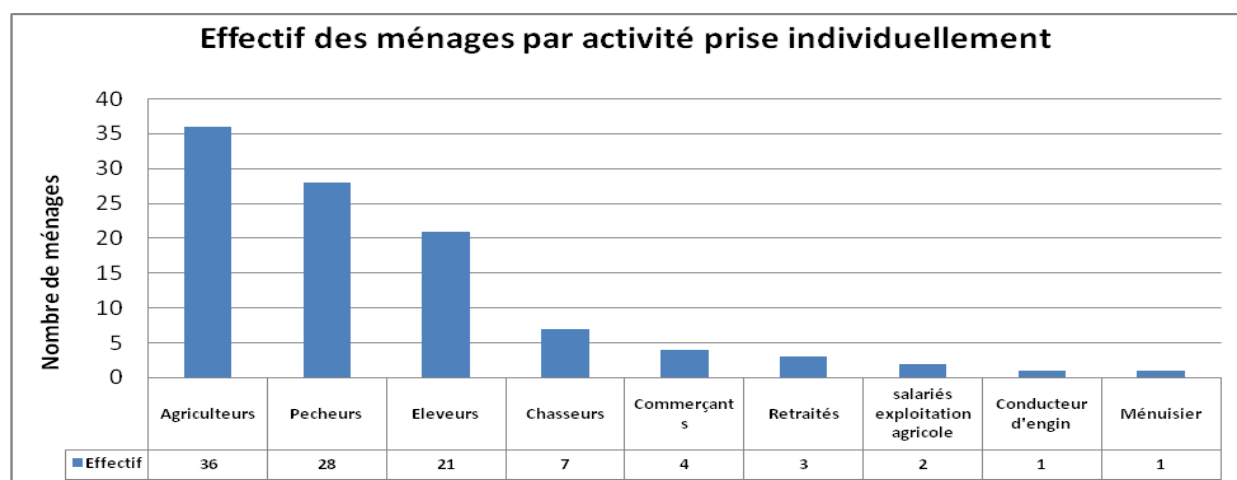


Figure 9 : Distribution des ménages de la zone 2 par activité prise individuellement

Trente-six (36) ménages sont agriculteurs. Ils sont suivis des pêcheurs, des éleveurs, des chasseurs respectivement au nombre de vingt-huit (28), vingt un (21) et sept (07). Les commerçants, les retraités et les travailleurs des exploitations agricoles quant à eux, sont respectivement au nombre de quatre (04), trois (03) et deux (02). Enfin, un (01) conducteur d'engin de formation et un (01) menuisier sont enregistrés dans la zone 2.

I.3.1.3.10 - Répartition des ménages selon la Religion pratiquée

La pratique religieuse des ménages de la zone 2 est résumée dans le tableau 9.

Tableau 9 : Distribution des ménages selon la région pratiquée et l'origine ethnique

Religion pratiquée	Origine ethnique	Effectif	Pourcentage
Catholique	Batanga	3	
	Eton	2	
	Yasa	9	
Total Catholique		14	36.84
Néoapostolique	Yasa	1	-
Total Néoapostolique		1	2.63
Protestant	Batanga	2	

	Toupouri	1	
	Yasa	16	
Total Protestant		19	50
Sans religion	Pygmée	4	-
Total Sans religion		4	10.53
Total général		38	100

Les ménages pratiquants de la zone 2 sont d'obédience soit protestante, soit catholique ou encore néo-apostolique. Les premiers au nombre de dix-neuf (19) représentent la moitié de l'effectif. Les seconds quant à eux, sont au nombre de quatorze (14), représentant 36,84 % des ménages. Enfin, il y a qu'un ménage néo-apostolique.

Quant aux non pratiquants « sans religion », au nombre de quatre (04) soit 10,53 % de l'effectif, ils sont tous pygmées.

Par ailleurs, la zone 2 abrite deux églises : la chapelle Lolabé Bethany dénommée « Paroisse Eduma Mussambani » de l'église presbytérienne du Cameroun et l'église sainte Angèle de Lolabé (figure10).



Figure 10 : Chapelle Lolabé Bethany de l'E.P.C

I.3.1.3.11- Population d'âge scolaire

Le dénombrement des nourrissons, des enfants, et de la population scolarisable dans le cycle d'études primaire, et secondaire est présenté sur la figure 11.

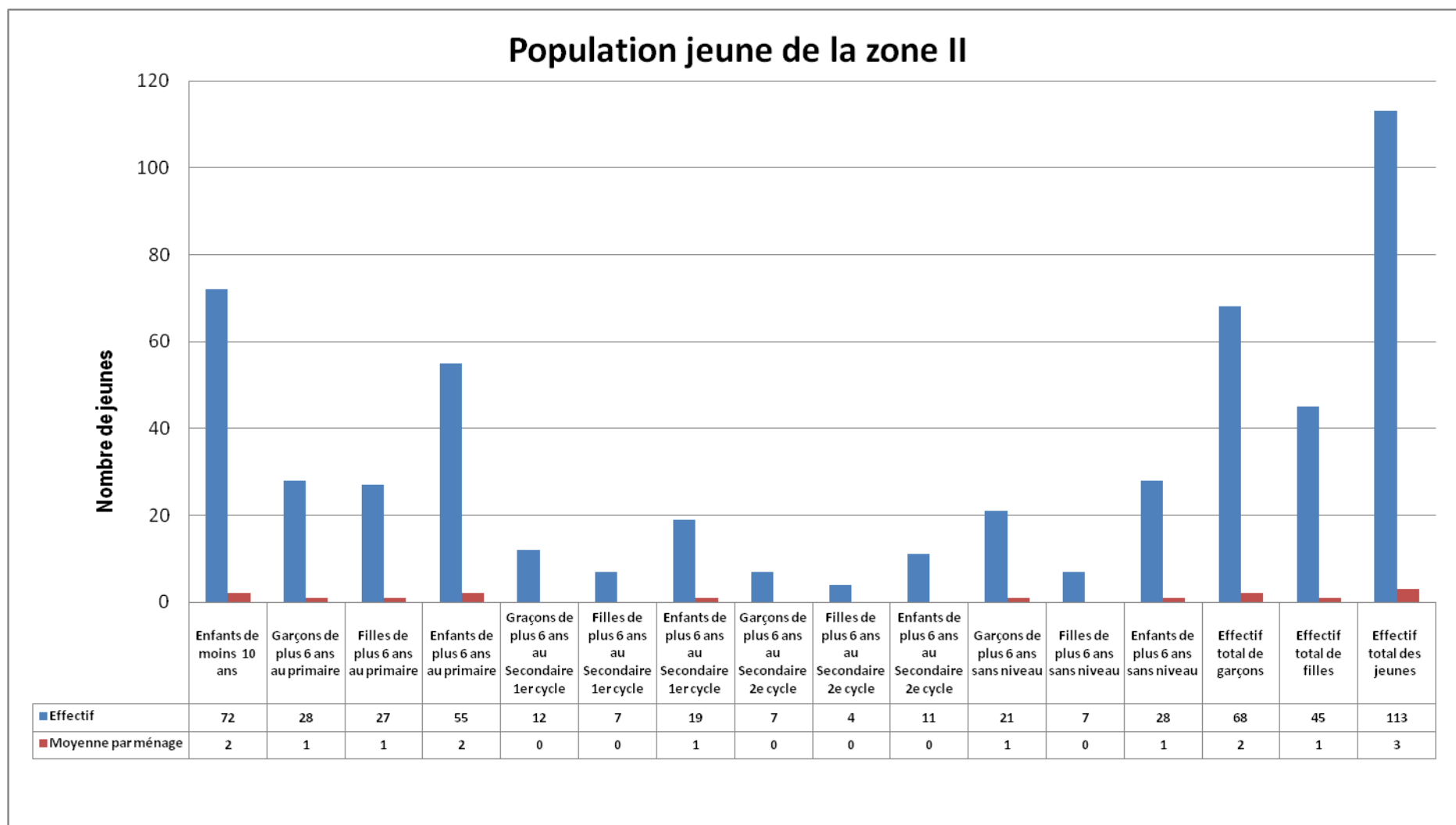


Figure 11 : Nourrissons, enfants, population scolarisable de la zone 2

Dans la zone 2, la population d'âge scolaire dénombrée est constituée de quarante-cinq (45) filles et soixante-huit (68) garçons, soit un effectif total de cent treize (113) jeunes correspondant à une moyenne par ménage de trois (03) jeunes. Les enfants de moins de dix (10) ans sont au nombre de soixante-douze (72), soit en moyenne deux (02) par ménage.

Rapportée à l'ensemble de la population de la zone 2, la population d'âge scolaire représente 48,92 % de celle-ci.

La répartition de la population d'âge scolaire entre celle scolarisée et celle non scolarisée est mise en relief sur la figure 12.

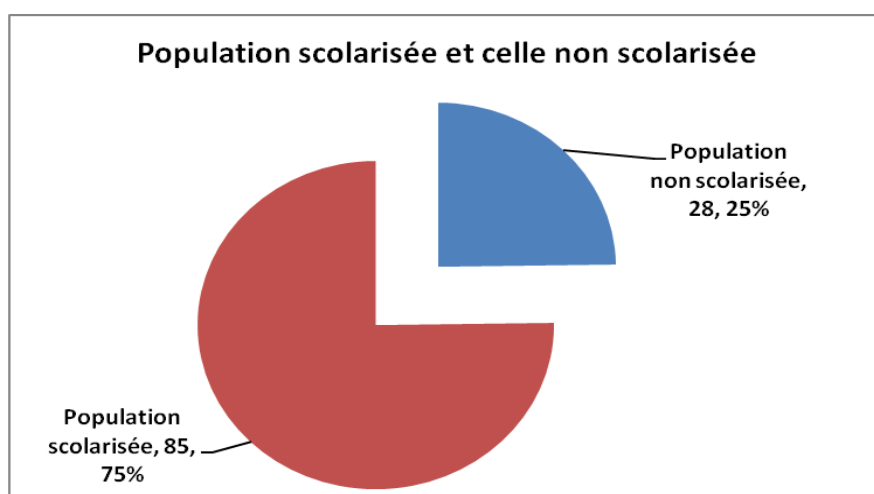


Figure 12 : Répartition de la population d'âge scolaire en celle scolarisée et celle non scolarisée

Quatre-vingt-cinq (85) jeunes représentant 75 % de ces derniers, bénéficient de l'instruction. Par contre, vingt-huit (28) jeunes représentant 25 % de ceux-ci, n'en bénéficient pas. Plus de la moitié de ce dernier groupe sont d'origine pygmée comme l'illustre le tableau 10.

Tableau 10 : Distribution de la population non scolarisée selon son origine ethnique

Origines ethniques	Effectif de la population non scolarisée	Pourcentage
Batanga	2	7,14
Eton	0	0
Pygmée	16	57,15
Toupouri	1	3,57
Yasa	9	32,14
Total	28	100

Sur les vingt-huit (28) jeunes non scolarisés, seize (16) pygmées, soit 57,15, ont été dénombrée. Des mesures particulières doivent être envisagées en direction des pygmées pour faciliter leur scolarisation.

Par ailleurs, la zone 2 dispose d'une école primaire, celle de Lolabé (cf. figure 13). Dans la perspective du réaménagement de la zone de recasement, des infrastructures scolaires devraient être prévues pour continuer à assurer l'instruction de la jeunesse. Dans cette perspective, il est souhaitable, qu'en plus de l'école primaire déjà existante, qu'un établissement secondaire polyvalent soit créé et ouvert sur ce site, ce d'autant que celui-ci est amené à accueillir davantage de monde.



Figure 13 : Ecole primaire de Lolabé

I.3.1.3.12- Cartographie de la démographie par village et des institutions de la zone 2

La composition de la population par village dans la zone 2 ainsi que ses institutions, sont présentées sur le tableau 11 et la figure 14.

Tableau 11 : Distribution de la population de la Zone 2 entre jeunes et adultes, hommes et femmes et par village

Villages	Effectif des hommes			Effectif des femmes			Effectif total des Habitants des villages
	Jeunes	Adultes	Total	Jeunes	Adultes	Total	
Lolabé II	41	31	72	26	51	77	149
Lolabé III	27	20	47	19	16	35	82
Total	68	51	119	45	67	112	231

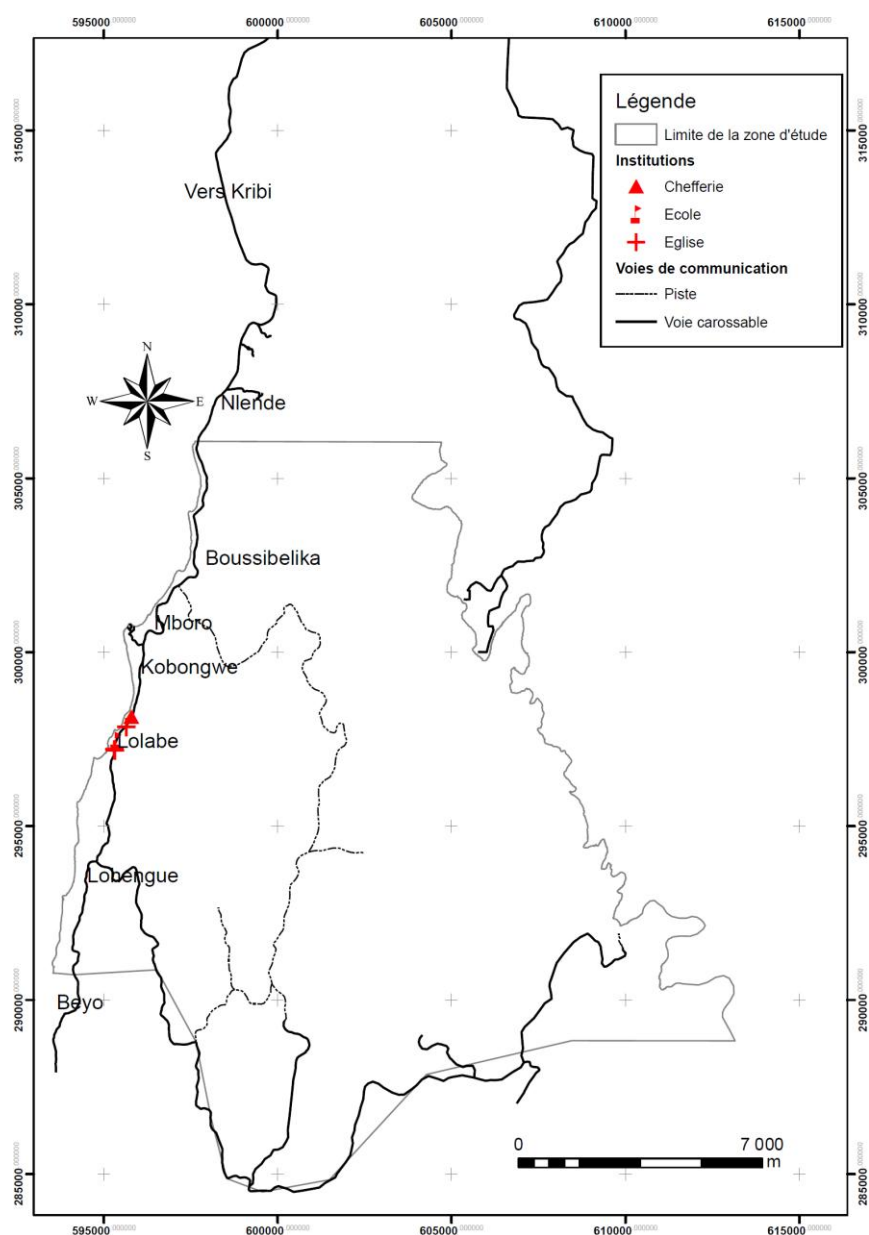


Figure 14 : Institutions de la zone 2

I.3.2- L'accès l'eau et à l'assainissement

L'eau potable et l'assainissement relèvent des services sociaux de base dont l'inaccessibilité devrait être réduit de moitié pour atteindre les Objectifs du Millénaire pour le Développement (OMD) dans ce domaine. En 2007 l'accès à l'eau potable au Cameroun en milieu rural et urbain était respectivement de 27,7 %, et 75,1 %. Pour l'ensemble du territoire, il reste aujourd'hui que moins de la moitié de la population camerounaise (43,9 %), soit un peu plus de la moitié de la cible (72,1%) à atteindre en 2015¹⁰, ont accès à l'eau potable.

S'agissant de l'assainissement, le taux d'équipement des ménages en toilettes modernes était de 15 % en 2007. Dans la perspective de l'atteinte des OMD et selon le DSCE, il faudra porter ce taux à 58¹¹ %, 80 % et 65 %, respectivement en milieu rural, urbain et pour l'ensemble du pays.

L'accès à l'eau potable et à l'assainissement dans la zone 2, nous conduirons à examiner :

- Les conditions d'approvisionnement en eau domestique son traitement et sa conservation ;
- L'état de l'assainissement ;
- La gestion des ordures et des eaux usées.

I.3.2.1- Les conditions d'approvisionnement en eau domestique, son traitement et sa conservation

Les sources d'approvisionnement en eau de boisson dans la zone 2, sont présentées sur la figure 15.

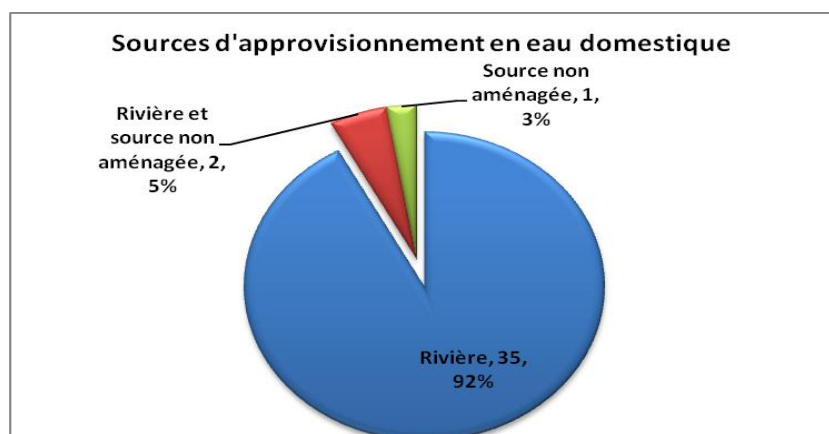


Figure 15 : Sources d'approvisionnement en eau domestique dans la zone 2

¹⁰ L'objectif de 75 % d'accès à l'eau potable préalablement fixé à 2015, a été prorogé dans le DSCE en 2020.

¹¹ La politique d'AEPA en milieu rural situe ce taux à 75 %.

Tout comme la zone I, la zone 2 n'a pas bénéficié d'adduction d'eau potable, et ne dispose encore moins d'un branchement CAMWATER. Pour s'approvisionner en eau, trente-cinq (35) ménages, représentant 92 % de l'effectif, recourent aux rivières. Deux ménages, soit 5 %, utilisent à la fois une source non aménagée et la rivière ; et un (01) ménage se sert exclusivement d'une source non aménagée. Ainsi, *le taux d'accès à l'eau potable y est nul*.

Concernant l'état de propreté des sources d'approvisionnement en eau (figure 16), 66 % des populations de la zone 2 le jugent passable ; 31 % le considèrent insalubre et un seul ménage, soit 3% le trouve propre.

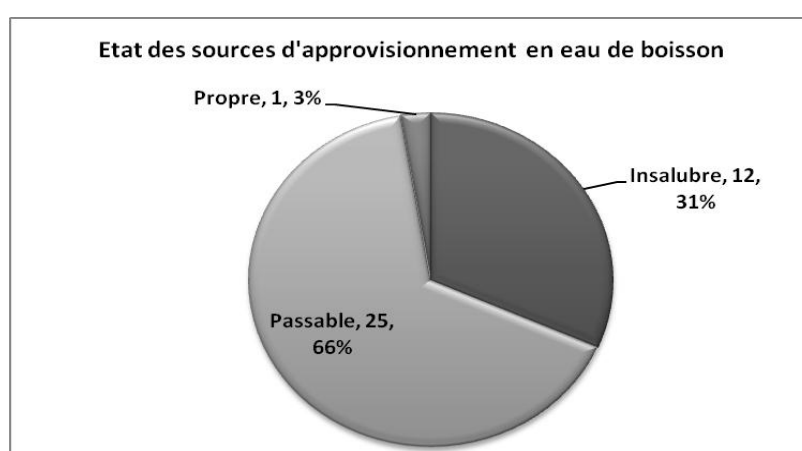


Figure 16 : Etat de sources d'approvisionnement en eau dans la zone

Par ailleurs, peu de ménages assurent l'entretien de leurs lieux d'approvisionnement en eau comme l'illustre le tableau 12.

Tableau 12 : Attitude des ménages vis-à-vis de l'entretien du lieu d'approvisionnement de l'eau.

Entretien ou non du lieu d'approvisionnement en eau	Effectif de ménages	Pourcentage
Non	27	71,05
Oui	11	28,95
Total général	38	100

Concernant l'entretien des sources d'approvisionnement en eau, seuls onze (11) ménages, soit 28,95 % de ces derniers, déclarent s'y consacrer, alors que 71,05% ne s'y adonnent pas. Cette situation confirme le caractère douteux de la qualité de l'eau dont la population se procure dans la zone 2.

Au regard de la qualité de l'eau ainsi décrite, il y a lieu de s'interroger, si celle-ci subit un traitement avant consommation. Le tableau 13 traduit l'attitude des ménages à ce propos, les types de traitement de l'eau qu'ils observent ainsi que leur qualité.

Tableau 13 : Attitudes, types et qualités de traitement de l'eau avant consommation

Traitement ou non de l'eau avant consommation	Type traitement de l'eau avant consommation	Qualité de la chloration de l'eau	Effectif	Pourcentage
Non	-	-	32	84,21
Souvent	Chloration	Mauvaise	1	-
	Filtrage	-	3	
	Total Souvent		4	10,53
Toujours	Chloration	Mauvaise	1	
	Filtrage	-	1	-
	Total Toujours		2	5,26
Total			38	100

Trente-deux (32) ménages, soit 84,21 % de l'effectif, ne font subir aucun traitement à leur eau avant sa consommation. Quatre (04) ménages, soit 10,53% de ces derniers, déclarent souvent traiter leur eau. Parmi eux, trois (03) procèdent au filtrage et un (01) fait appel à la chloration. Enfin, deux ménages, soit 5,26 % de l'effectif déclarent toujours traiter leur eau avant consommation. Parmi ces derniers, un (01) procède à la chloration tandis que l'autre utilise le filtrage.

Le filtrage est sommaire¹² ou fait appel à un matériel fabriqué artisanalement tandis que la chloration est effectuée selon un dosage inapproprié¹³.

De ce qui précède, l'on peut relever que ***l'eau consommée par les populations de la zone 2, est de qualité très douteuse.***

Quant est-il de sa conservation ? La figure 17 illustre celle-ci.

¹² Le filtrage se fait à l'aide du coton est introduit dans une bouteille plastique découpé, et dans laquelle l'eau est versée.

¹³ Les deux ménages faisant appel à la chloration, ajoutent plus d'une goûte d'eau de javel par litre et demi d'eau, comme indiqué.

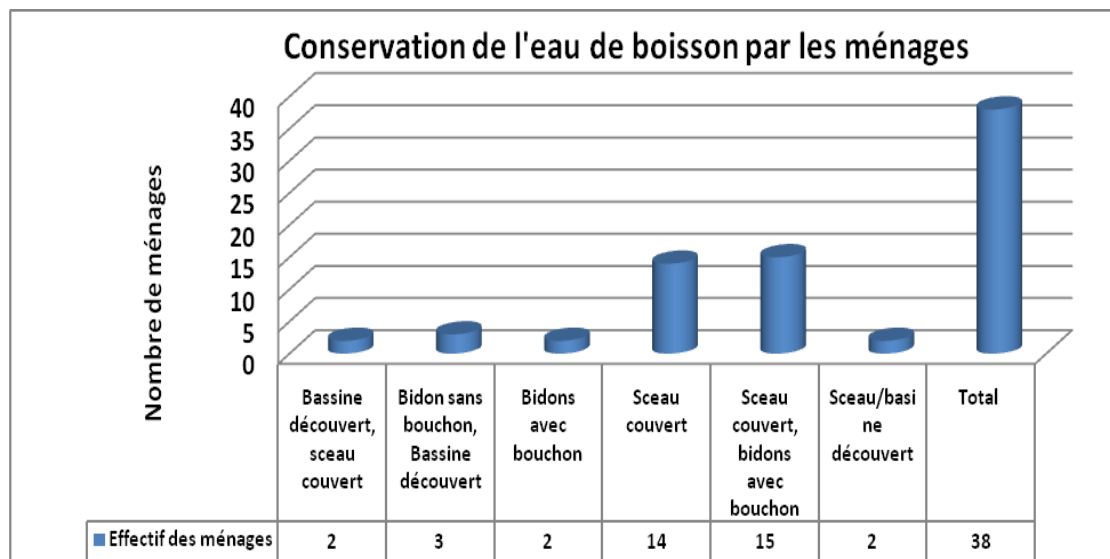


Figure 17 : Modes de conservation de l'eau par les ménages de la zone 2

La bonne conservation de l'eau, c'est-à-dire celle à travers les bidons avec bouchon, les sceaux couverts ou les sceaux couverts et bidons avec bouchon, est observée par 76,32 des ménages. Ainsi, seuls 23,68 % de ces derniers conservent mal leur eau, déjà de qualité douteuse, à travers les bassines découvertes, les bidons sans bouchon et les sceaux découverts.

Au regard de ce qui précède, un accent tout particulier gagnerait à être porté sur l'Information, l'Education et la Communication (IEC) des populations en matière d'hygiène.

I.3.2.2- Etat de l'assainissement

L'examen de l'état de l'assainissement nous conduira à présenter la possession ou non de latrines par les ménages, leur état, leur utilisation par toute la famille, leur distance par rapport aux habitations et sources d'approvisionnement en eau, leur profondeur et leur position par rapport aux habitations ainsi que la disposition des ménages à les moderniser.

S'agissant de la possession et le type des latrines, ceux-ci sont présentés sur la figure 18. Trente un (31) ménages, soit 81,58 % de l'effectif, possèdent de latrines dont trente (30) sont de type traditionnel et une (01) moderne. Ainsi, **un seul ménage, soit 2,63 % de ces derniers, a accès à un assainissement adéquat.**

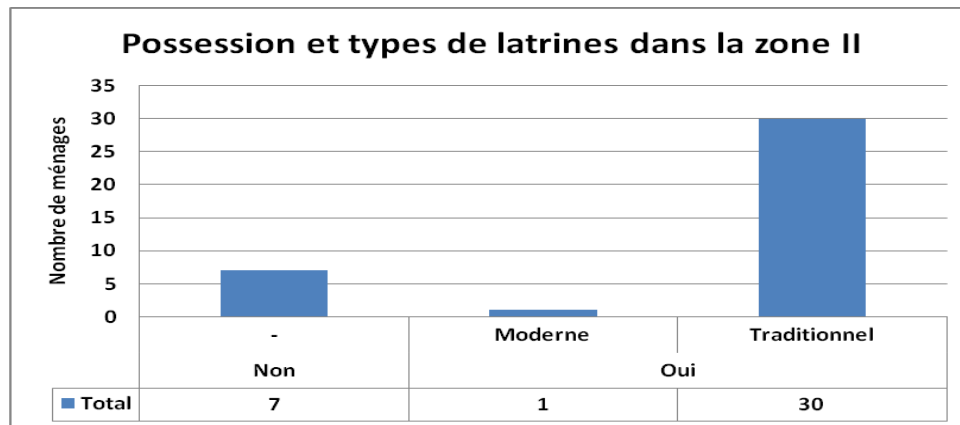


Figure 18 : Possession et type de latrine dans la zone 2

Par contre sept (07) ménages, soit 18,42 %, ne possèdent pas de latrine et se contentent de faire les selles dans la nature (en bordure de route, perché sur un tronc ou à la plage). Cette pratique en n'en point douter, est dangereuse et peut donner lieu à la propagation de maladies à l'instar du choléra qui sévit actuellement dans notre pays. Cette attitude en bonne partie, est le fait des ménages pygmées dont les quatre (04) de cette zone sont sans latrine.

Toutefois, il y a lieu de relever une profonde mutation de la stratégie d'évacuation des excréments par les populations côtières en présence : Il s'agit de l'abandon progressif de la défécation à la plage à la mer (cf. Tiokou Ndonko, 1993) au profit de l'utilisation des latrines. Cette nette évolution dans les comportements de ces populations peut s'expliquer par :

- La pénétration, bien qu'encore timide, du tissu social par la modernité et son assimilation par les populations ;
- L'instruction des populations, bien que le taux d'alphabétisation des adultes de 42,10 % dans la zone 2, soit encore faible.

Par ailleurs, il y a lieu de se demander pourquoi les sept ménages sus-évoqués, bien que largement minoritaires, ne possèdent pas de latrines. Les raisons qu'ils évoquent sont présentées sur la figure 19.

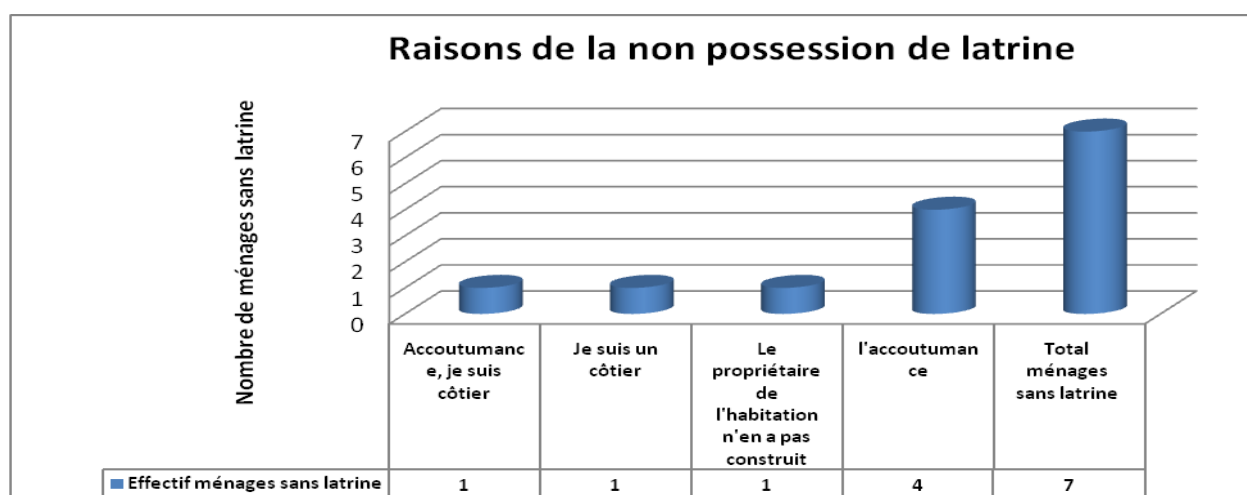


Figure 19 : Raisons de la non possession latrine dans la zone 2

Cinq (05) ménages sur les sept ne disposant pas de latrine, justifient leur attitude par l'accoutumance ; deux (02) ménages évoquent le fait qu'ils soient côtiers et ainsi, ont coutume, depuis leurs ancêtres, de déféquer notamment sur la plage ; et un (01) ménage (les employés d'une exploitation agricole), déclare que le propriétaire de leur habitation n'y a pas encore construit de latrine.

Toutefois, les sept (07) ménages sans latrine sont disposés à s'en servir, mêmes celles modernes, si elles leur étaient offertes, surtout gracieusement. En outre, les latrines sont systématiquement utilisées par tous les membres des ménages qui en disposent.

Dès lors, on ne saurait parler de résistance à l'égard de l'utilisation des latrines du fait d'une part de la crainte de la manipulation, à des fins maléfiques (envoutement), des excréments, et d'une logique de défécation destinée à nourrir les poissons, d'autre part (cf. Tiokou Ndonko, 1993).

Ainsi, **ni les croyances, ni les raisons culturelles ne semblent justifier la non possession de latrine dans la zone 2.**

S'agissant des latrines traditionnelles, leur état est présenté sur la figure 20.

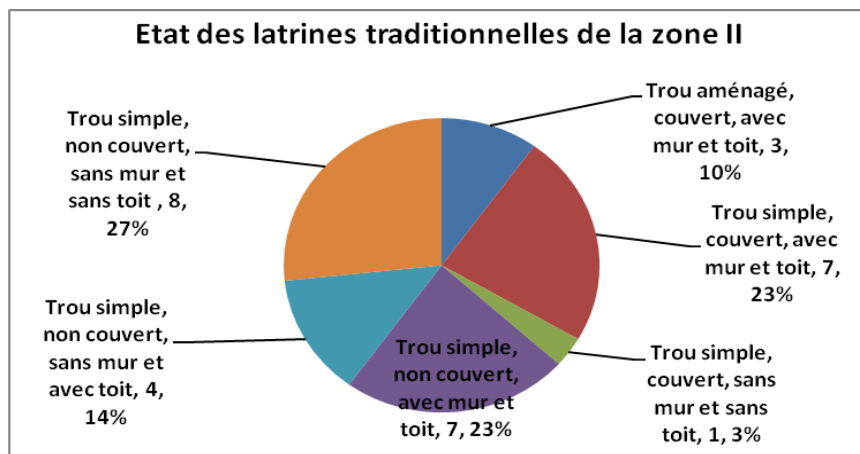


Figure 20 : Etat des latrines traditionnelles dans la zone 2

En regardant de près le type de latrines traditionnelles en présence, on peut observer que les « trous simples, non couverts, sans mûr et sans toit » avec 27 % de l'effectif, sont prépondérants (cf. figure 21).



Figure 21 : Latrine traditionnelle de type « trou simple, non couvert, sans mûr et sans toit

Les « trous simples, non couverts, sans mûr et sans toit », sont suivis de « trous simples, non couverts, avec mûr et toit » ainsi que les « trous simples, couverts, avec mûr et toit » avec chacun un poids de 23 %. Viennent ensuite « les trous simples, non couverts, sans mur et avec toit » ; « les trous aménagés, couverts, avec mur et toit » et un « trou simple, couvert, sans mur et sans toit » avec respectivement un poids de 14 %, 10 % et 3 %.

Plus globalement, **les toilettes non aménagés représentent 90 % de celles traditionnelles et 87,10 % de l'ensemble des latrines de la zone 2, traduisant ainsi la piètre qualité de celles-ci.**

Concernant le choix d'un type d'assainissement plus que sommaire ainsi décrit, les raisons évoquées sont résumées sur le tableau 14.

Tableau 14 : Raisons du choix de latrine traditionnelle dans la zone 2

Si latrine traditionnelle, pourquoi ce choix ? (les raisons)	Effectif ménages avec latrine traditionnelle	Pourcentage
L'accoutumance	3	10
L'accoutumance et les contraintes économiques	7	23,33
Les contraintes économiques	20	66,67
Total	30	100

Le choix d'un assainissement très sommaire est justifié par :

- « Les contraintes économiques », raison avancée par vingt (20) ménages, soit 66, 67 % de ceux ayant une latrine traditionnelle ;
- « L'accoutumance et les contraintes économiques », présentées par sept (07) ménages, soit un poids de 23,33 % ;
- « L'accoutumance », avancée par trois (03) ménages, soit un poids de 10 %.

En définitive, « **les contraintes économiques** » et « **l'accoutumance** », avancées respectivement vingt-sept (27) fois, représentant 90 % et dix (10) fois, représentant 33,33 %, sont les deux principales raisons qui expliquent le choix de latrines traditionnelles. Il ne s'agit donc pas des croyances, ni des raisons culturelles.

S'agissant des distances desdites latrines par rapport aux maisons d'habitation et sources d'approvisionnement en eau, elles sont en moyenne respectivement de quatorze (14) et de deux cent quinze (215) mètres.

Il y a lieu de relever l'aménagement des latrines dans l'espace domestique en contradiction avec les stratégies d'assainissement traditionnelles consistant, par le choix des aires de défécation (la plage chez les Yassa), à éloigner la matière fécale de cet espace.

La profondeur des latrines quant à elle, est en moyenne de l'ordre de quatre (04) mètres. Au regard des caractéristiques hydrogéologiques de la zone, les excréments se retrouvent en contact avec la nappe phréatique, souillant de ce fait celle-ci.

Pour ce qui est de la position des latrines par rapport aux maisons d'habitation, celle-ci est résumée sur la figure 22.

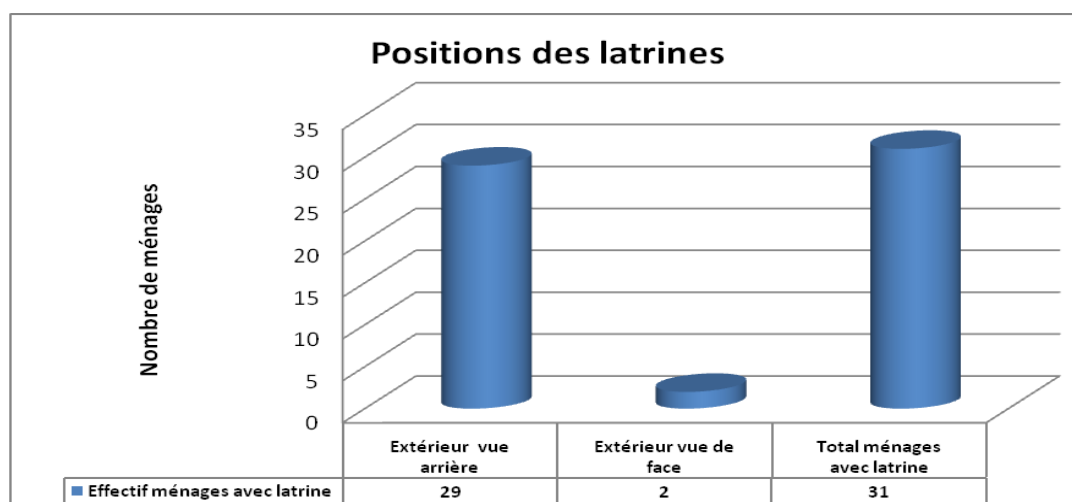


Figure 22 : Positions des latrines dans la zone 2

Vingt-neuf (29) ménages, soit 93,55 % de l'effectif, ont creusé leur latrine derrière les maisons d'habitation. Par contre deux (02) ménages, soit 6,45 % les ont implanté en face de l'habitation.

Pour ce qui est de la disposition des ménages à se doter de latrines modernes, ainsi que leur contribution éventuelle à cet effet, celles-ci sont résumées sur le tableau 15.

Tableau 15 : Disposition des ménages à moderniser leurs latrines dans la zone 2

Acquisition latrine moderne moyennant contribution ?	Nature de la contribution	Effectif ménage sans latrine moderne	Pourcentage
Non	-	2	5,405
Indécis	-	2	5,405
Oui	Contribution financière	6	16,22
	Travail manuel, contribution financière	16	43,24
	Travail manuel, Fourniture d'agréats	11	29,73
	Total Oui	33	89,19
Total général		37	100

Trente-trois (33) ménages, soit 89,19 % de ceux qui ne sont pas dotés de latrines modernes, sont disposés à en acquérir moyennant une contribution. Parmi eux seize (16) soit 43,24 %, sont disposés à contribuer manuellement et financièrement ; onze (11) soit 29,73 %, peuvent contribuer manuellement ou fournir les agrégats (sable, pierre, etc.) ; et six (06) soit 16,22 %, ne veulent contribuer que financièrement.

Par contre, deux (02) ménages soit 5,405 %, ne sont guère disposés à fournir une quelconque contribution pour bénéficier de latrines modernes. Enfin et n'étant pas propriétaire de l'habitation, deux (02) autres ménages sont indécis.

Concernant la contribution financière, les ménages sont disposés à verser en moyenne une somme de l'ordre de vingt-six mille (26 000) Fcfa, pour acquérir les latrines modernes ; et il y a autant de ménages disposés à verser plus de dix-sept mille cinq cent (17 500) Fcfa que ceux pouvant verser moins de cette somme.

I.3.2.3- Accès à l'assainissement

La gestion des ordures dans la zone 2 est décryptée à travers la possession ou non de la poubelle par les ménages (cf. Tableau 16), leurs lieux de déversement et leur importance.

Tableau 16 : Possession ou non de la poubelle par les ménages de la zone 2

Possession ou non de poubelle	Total	Pourcentage
Non	34	89.47
Oui	4	10.53
Total	38	100

La grande majorité des ménages au nombre de trente-quatre (34), soit 89,47 % de l'effectif, ne disposent pas de poubelle. Seuls quatre (04) ménages représentant 10,53 % de ces derniers, en possèdent.

Les ordures produites sont déversées comme illustrées sur le tableau 17.

Tableau 17 : Lieux de déversement des ordures dans la zone 2

Lieux déversements des ordures	Effectif	Pourcentage
Dans la brousse	9	23.68
Derrière la cuisine au fumier ou en bordure de la concession	18	47.37
Derrière la maison au champ ou « au champ à côté »	11	28,95
Total	38	100

Comme dans les zones rurales, la zone 2 ne bénéficie pas de la collecte et du ramassage des ordures. Celles-ci sont déversées :

- Derrière la cuisine au fumier ou en bordure de la concession par près de la moitié des ménages ;
- Derrière la maison au champ ou « au champ à côté » par onze (11) ménages représentant 28,95 de l'effectif ; et
- Dans la brousse par neuf (09) ménages, soit 13, 16 % de l'effectif.

En somme, nous sommes en présence dans la zone 2 d'une gestion anarchique des ordures, bien que leur volume soit peu important.

Concernant les eaux usées, leur gestion est présentée sur le tableau 18.

Tableau 18 : Gestion des eaux usées dans la zone 2

Lieux déversement eaux usées	Effectif	Pourcentage
Sur la chaussée ou sur la cours	3	7.88
Dans les latrines, parfois derrière la maison	1	2.62
Derrière la maison	30	78.94
Sur la cours ou derrière la maison	4	10.56
Total général	38	100

Tout comme dans la zone I, il n'existe pas dans la zone 2 de système d'évacuation collective des eaux. La gestion des eaux usées est analogue à celle des ordures. Elles sont déversées « derrière la maison », sur la « cours ou derrière la maison », sur « la chaussée ou sur la cours » et dans les « latrines » respectivement par la quasi-totalité 78,94 %, 10, 56 %, 7,88 % et 2,62 % des ménages.

I.3.3- Accès aux soins de santé

L'accès aux soins de santé est appréhendé à travers :

- L'accès physique aux centres de santé et l'attitude des populations en cas de maladies ;
- Les maladies qui sévissent et leurs coûts.

I.3.3.1- Accès physique aux centres de santé et l'attitude des populations en cas de maladies

Les populations de toute zone du projet en général et de sa zone 2 en particulier, recourent principalement à deux structures de santé : le centre de santé d'Ebome à vingt (20) Km de Kribi et le centre de santé de l'EPC de NASSO situé à Grand Batanga. La distance moyenne pour accéder au centre de santé le plus proche, celui de l'EPC de NASSO, est de l'ordre de trente (30) Km.

Cette distance constitue un frein à l'accès aux centres de santé comme la figure 23 le démontre.

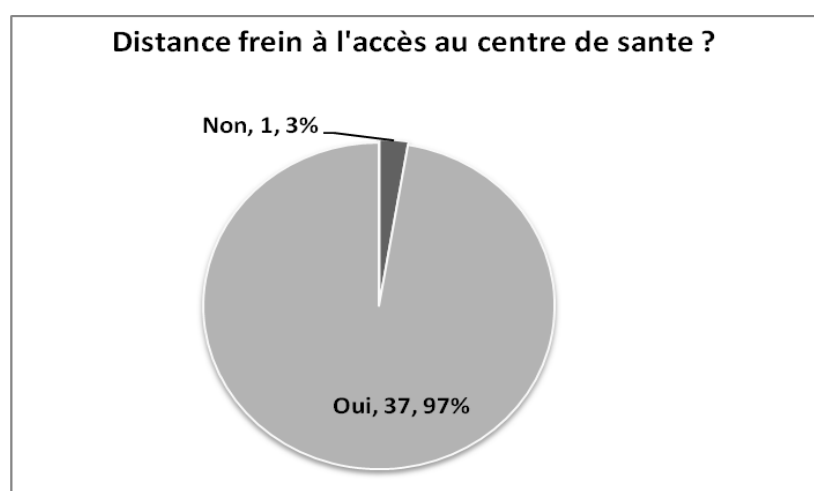


Figure 23 : Impact de la distance sur l'accès aux soins de santé dans la zone 2

La quasi-totalité des ménages ne se rend pas systématiquement dans un centre de santé en cas de maladie. Seul un ménage, représentant 3 % de l'effectif, déclare toujours recourir à un centre de santé en cas de maladie, en dépit de la distance éloignée.

Eu égard à la distance éloignée des populations des centres de santé, celles-ci recourent à d'autres pratiques résumés sur la figure 24, pour se soigner.

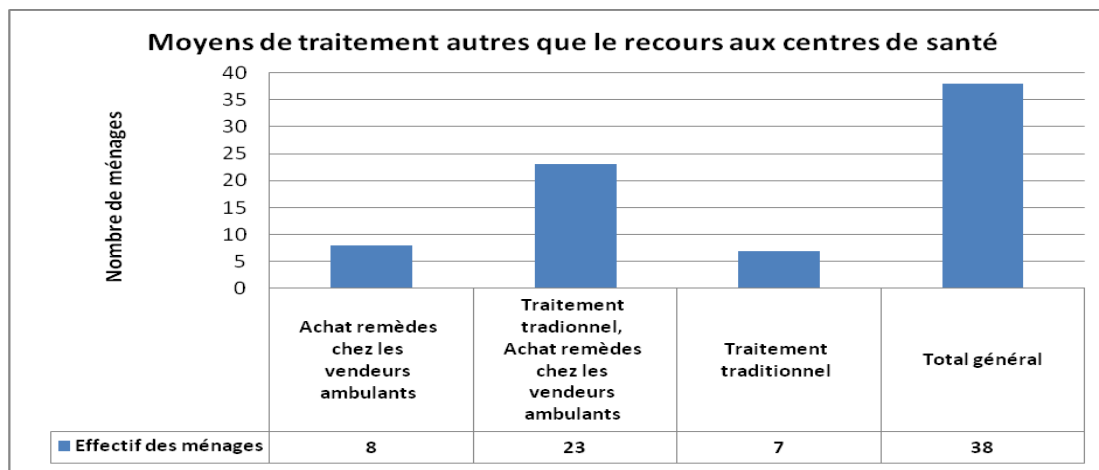


Figure 24 : Moyens de traitement autres que le recours aux centres de santé

En attendant de se rendre dans un centre de santé pour se soigner, les populations font principalement appel au traitement traditionnel ou aux médicaments achetés auprès des vendeurs ambulants. Huit (08) ménages, soit 21,05 % de ceux-ci, recourent exclusivement aux médicaments des vendeurs ambulants ; et sept (07) utilisent uniquement le traitement traditionnel.

Au total, trente un (31) ménages, soit 81,58 %, consomment des médicaments acquis auprès des vendeurs ambulants. Il s'agit là de pratiques très dangereuses en matière de santé, lorsqu'on sait la qualité très douteuse des produits en question. Des campagnes d'information, l'éducation et communication (IEC) sur les bonnes pratiques en matière de santé devraient être organisées à l'endroit de ces populations pour éviter cette pratique dangereuse

I.3.3.2- Les maladies hydriques et leurs coûts

La mauvaise qualité de l'eau et le non assainissement, sont la cause de certaines maladies. Parmi les plus citées par les populations de la zone I, figurent en bonne place :

- Le paludisme qui en est endémique ;
- Les diarrhées ;
- Les infections parasitaires (amibiases) ;
- Les infections virales (hépatite virale, la poliomyélite ...), etc.

Le nombre de cas de maladies enregistrés par le centre de santé de l'EPC de NASSO¹⁴ en 2009 et 2010 présenté dans le tableau 19, traduisent l'ampleur de ces maladies.

Tableau 19 : Cas de maladies, notamment hydriques enregistrés par le Centre de santé EPC de NASSO

	Années					
	2009			2010*		
	Hommes	Femmes	Total	Hommes	Femmes	Total
Nombre total des cas de maladie	82	156	238	100	63	163
Cas de maladie hydrique selon le Centre EPC de NASSO ¹⁵	73	140	213	90	57	147
Cas de maladie hydrique au regard de leur poids dans l'ensemble de maladies en Afrique au Sud du Sahara ¹⁶	57	109	166	70	44	114

* Données de janvier à septembre 2010.

Source : Données Centre de santé EPC NASSO et estimations GWP CAF, 2010

Pour un nombre total 238 cas de maladie en 2009, les maladies hydriques dans le site du projet et ses environs, ont été à l'origine de 166 à 213 cas. Pour l'année 2010 (en considérant la période allant de janvier à septembre), elles sont responsables de 114 à 147 cas sur les 163 cas déjà enregistrés.

Au regard de leur ampleur, les maladies hydriques occasionnent un coût économique et social très important dans le site du projet consécutif à l'inactivité des populations pendant la maladie. Sur le plan financier les maladies hydriques obèrent les dépenses de santé, qui dans la zone 2 sont en moyenne d'un montant annuel de 114 500 Fcfa, montant légèrement au dessus de celui national de 94 000 Fcfa¹⁷.

I.3.4 - Autres conditions de vie des populations de la zone 2

L'étude des autres conditions de vie de la population de la zone 2, nous servira de prétexte pour mettre en relief :

- Leur logement : mode d'occupation et matériaux de construction ;

¹⁴ Cette structure de santé couvre le site du projet et les villages Batanga.

¹⁵ Selon ce Centre, les maladies hydriques représentent 90 % des consultations.

¹⁶ Ce poids est de 70 %.

¹⁷ In "GWP-Cmr/MINEE (2009), Etat des lieux du secteur de l'eau, volet financier, économique et social, P. XI.

- Leur principal mode d'éclairage ;
- Leur principal mode de déplacement ;
- Leur principal mode de communication ;
- Leur principal type d'énergie utilisée pour la cuisson ;
- Leur principal mode de conservation des aliments.

I.3.4.1 - Logement : mode d'occupation et matériaux de construction utilisés

La qualité du logement et plus généralement l'habitat, constitue une des variables qui permettent de mesurer le niveau de vie des populations.

Les réponses à la question de savoir si les chefs de ménage étaient propriétaires ou non du logement qu'ils occupaient sont résumées sur la figure 25.

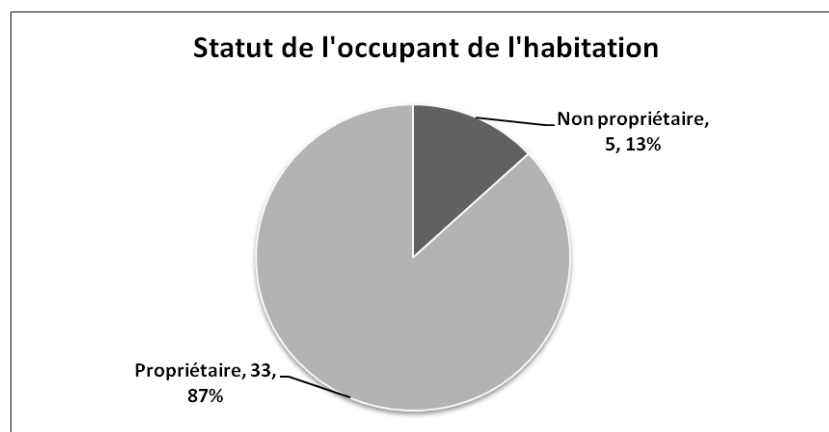


Figure 25 : Statut d'occupation du logement dans la zone 2

Trente deux (33) ménages, représentant 87 % de ces derniers, sont propriétaires du logement qu'ils occupent. Par contre six (05) ménages, soit 13 % de ceux-ci, ne le sont pas.

Le mode d'accès au logement par les propriétaires dans la zone 2, est résumé sur la figure 26.

L'acquisition du logement dans la zone 2 se fait principalement par héritage. Vingt-sept (27) ménages soit 84, 37 % des propriétaires, se trouvent dans ce cas. Par contre trois (03) ménages ont construit leur logement sur le terrain familial et trois (03) autres résidents dans des habitations construites par leurs proches.

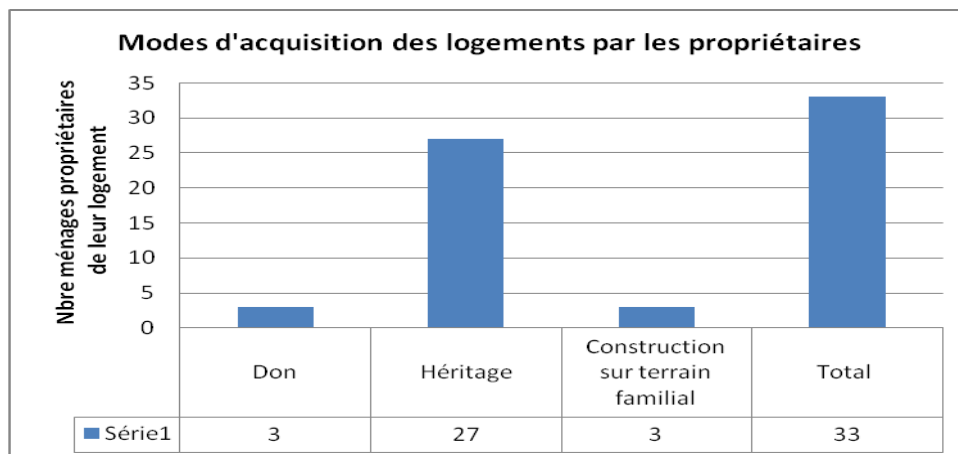


Figure 26 : Modes d'acquisition des logements par les propriétaires dans la zone 2

Par ailleurs, les ménages la zone 2 y résident en moyenne depuis 32 ans. Ce séjour relativement long doublé au fait que la quasi-totalité des ménages sont propriétaires de leur logement, traduisent l'ancrage et le profond attachement desdits ménages à cette zone.

S'agissant des matériaux de construction, l'habitation en zone 2 est composée de :

- *Maisons modernes* avec comme éléments constitutifs : sol en ciment, mur en béton ou en parpaing et toit en tôle ;
- *Maisons en planches* avec : sol en terre ou en ciment, mur en planche ordinaire ou en carabotte et toit en tôle ;
- Maisons en terre ou briques cuites avec : sol en terre ou en ciment et toit tôle ;
- *Logements précaires* avec : sol en terre, mur en natte ou fait de piquets et feuillage, toit en feuillage, en paille ou en tôle.

La figure 27 retrace l'état de l'habitation dans la zone 2.

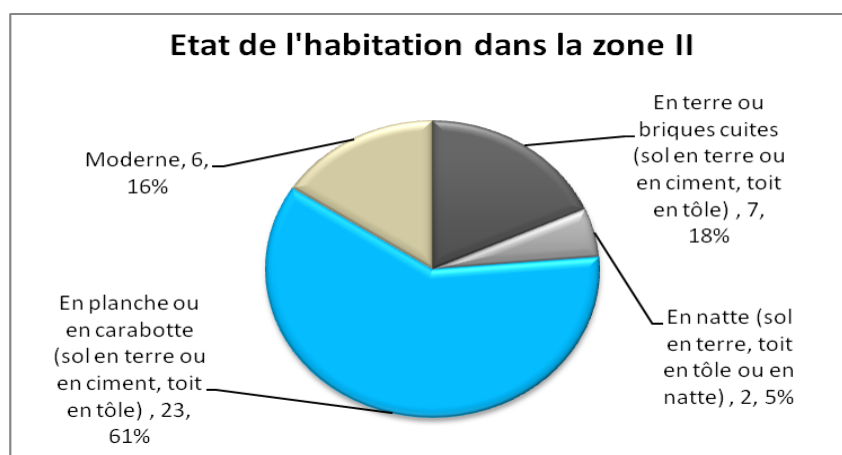


Figure 27 : Etat de l'habitation dans la zone 2

Les habitations en planche ou en carabotte sont au nombre de vingt-trois (23), représentant 61 % de celles-ci. Elles sont suivies de celles en terre et modernes avec un poids respectif de 18 % et 16 %. Viennent en fin deux logements précaires en nattes, représentant 5 % de l'effectif.

De ce qui précède, il se dégage que la grande majorité des ménages de la zone 2 tout comme dans la zone I, vivent dans la modestie (habitation en planches ou en terre).

I.3.4.2 - Principal mode d'éclairage des ménages

Les principaux modes d'éclairage utilisés dans la zone 2 sont résumés sur la figure 28.

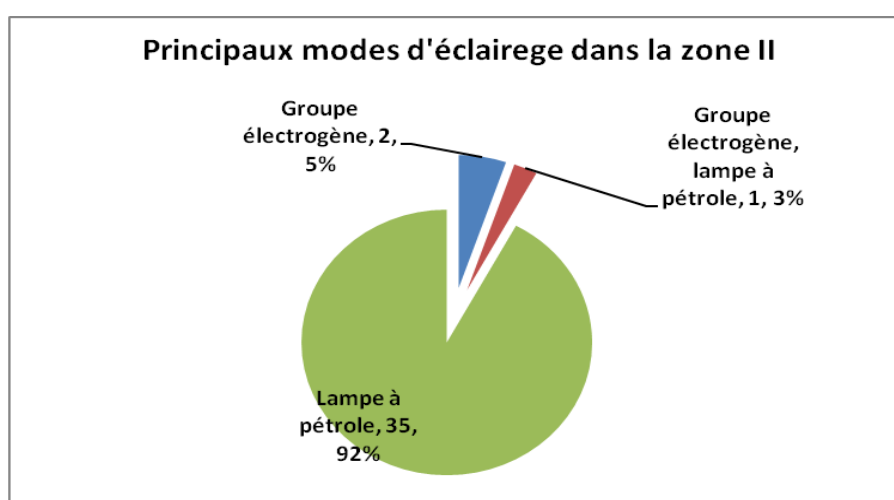


Figure 28 : Principal mode d'éclairage des ménages de la zone 2

Tout comme la zone I, la zone 2 n'est pas encore raccordée au réseau AES Sonel, même si un effort d'investissement dans ce sens est en train d'être réalisé. Ainsi les ménages s'éclairent principalement à la lampe à pétrole. Ils sont au nombre de trente-cinq (35), représentant 92 % de ceux-ci. Deux (02) ménages, soit 5 % de ces derniers font appel uniquement au groupe électrogène ; et un (01) ménage recourt au groupe électrogène et à la lampe à pétrole pour s'éclairer.

I.3.4.3 - Principal mode de déplacement et de communication de la population

Deux principaux modes de déplacement sont utilisés par la population dans la zone 2. Il s'agit des déplacements à pied et ceux à moto (voir figure 29).

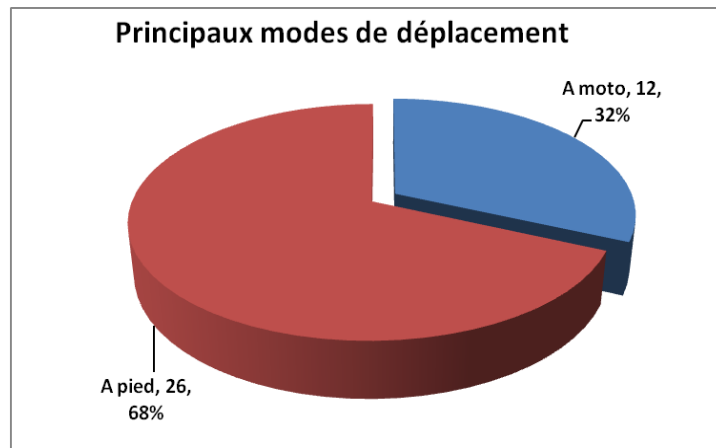


Figure 29 : Principal mode de déplacement des ménages de la zone 2

Le déplacement à pied ici est prépondérant. Vingt-six (26) ménages, soit 68 %, y ont principalement recours. Par contre douze (12) ménages, soit 32 %, utilisent principalement la moto pour se mouvoir.

Concernant le mode de communication, on peut relever que la grande majorité des ménages de cette zone ont déjà été pénétrés par les technologies de la communication comme l'illustre la figure 30.

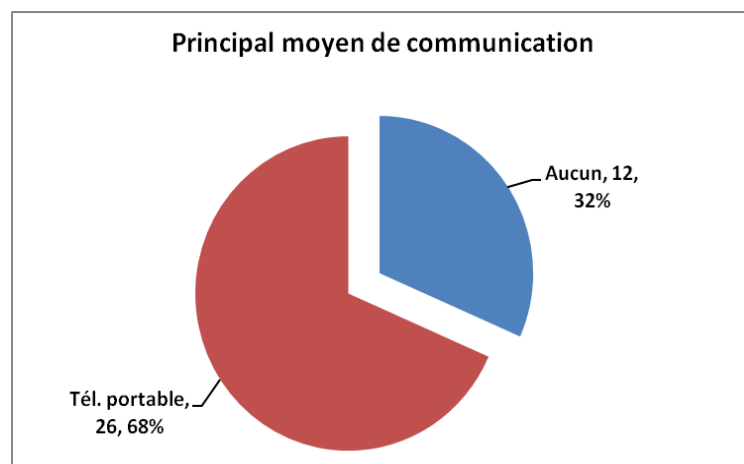


Figure 30 : Principal moyen de communication ménages de la zone 2

Vingt-six (26) ménages, soit 68 %, possèdent un téléphone portable. Par contre douze (12) d'entre eux, soit 32 %, ne disposent d'aucun moyen de communication. Parmi ces derniers, figurent les quatre (04) ménages pygmées, qui restent coupés de la modernité.

I.3.4.4 - Principal type d'énergie utilisée pour la cuisson et mode de conservation des aliments

Pour la cuisson des repas, les ménages utilisent soit le bois de chauffe, soit le charbon. Ainsi, l'utilisation exclusive du bois comme source d'énergie, exerce une pression sur la forêt et donc sur l'environnement.

S'agissant de la conservation des aliments, tous les ménages ont recours soit au fumage, soit au séchage ou encore au chauffage.

Récapitulant les conditions de vie des ménages de la zone 2, la grande majorité s'éclaire à la lampe à pétrole (92 %), se déplace à pied (68 %), utilise le bois de chauffe ou le charbon pour la cuisson de la nourriture et recourt au chauffage, au fumage ou au séchage pour la conservation des aliments. Cette situation vient corroborer les conditions de vie modeste que connaissent les populations en présence.

I.3.5 - Activités économiques et analyse de pauvreté

Comme relevé dans la présentation du statut socio professionnel, l'activité économique dans la zone 2 au même titre que dans la zone I, est dominée par : l'agriculture, la pêche et la chasse. Mais on récence également l'élevage et le tourisme.

I.3.5.1- L'agriculture

Son étude nous conduira à examiner :

- Les modes d'accès à la terre et la taille des exploitations ;
- Les cultures pratiquées, les techniques culturales utilisées et le recours à l'eau ainsi que la main d'œuvre ;
- La destination de la production, le revenu qui en émane.

I.3.5.1.1 - Les modes d'accès à la terre, la durée dans l'exercice de l'activité et la taille des exploitations

La disponibilité et l'accès à la terre conditionnent la pratique de l'agriculture. Dans la zone 2, les trente-six (36) ménages agriculteurs ont accès à la terre selon cinq (05) modalités présentées sur la figure 31.

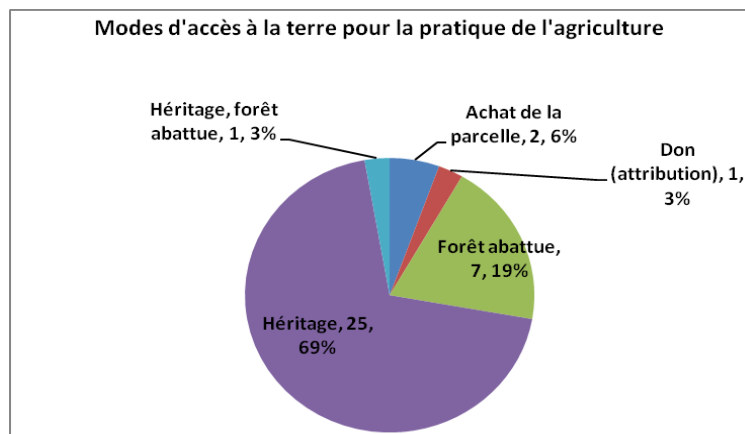


Figure 31 : Modes d'accès à la terre dans la zone 2

La grande majorité des ménages agriculteurs au nombre de vingt-cinq (25), soit 69 % de ceux-ci, ont hérité des terres sur lesquelles ils cultivent. Sept (07) agriculteurs, représentant 19 % de l'effectif, ont conquis leurs terres après avoir abattu la forêt. Deux (02) autres, représentant 6 % des agriculteurs, les ont acquis. Un (01) ménage exploite les terres issues pour partie de l'héritage et pour l'autre de l'abattage de la forêt. Un (01) dernier ménage cultive sur des terres gracieusement mises à sa disposition par un tiers. Par ailleurs, les ménages parcourent en moyenne un (01) km pour se rendre dans leurs champs.

Ainsi, les terres dans la zone 2 sont disponibles et les ménages agriculteurs dans leur globalité (à 91,67 %), y ont un accès facile. **L'une des doléances émises par ces derniers, est que mieux que les dédommagements, que des terres soient redistribuées aux populations devant être déguerpies pour leur permettre de continuer à cultiver dans leur site de recasement.**

S'agissant de la taille des exploitations agricoles, celle-ci est matérialisée sur la figure 32.

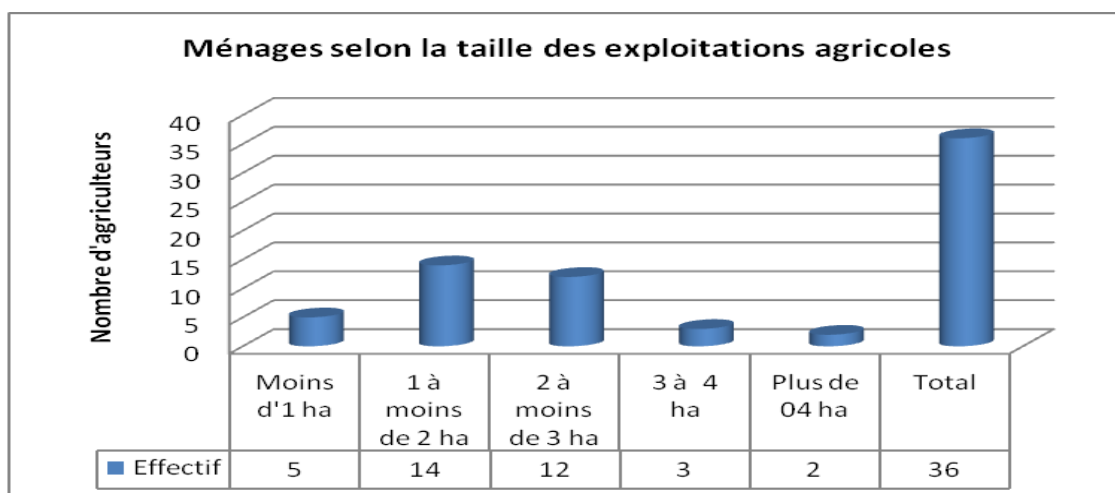


Figure 32 : Ménages selon la taille des exploitations agricoles dans la zone 2

La grande majorité des exploitations (72,22 %) ont une superficie comprise entre un (01) et trois (03) hectares. En moyenne, la superficie des champs dans la zone 2, est de l'ordre de 2,33 hectares ; et il y a autant d'exploitations de moins que de plus d'un hectare et demi.

En somme, en dehors de deux exploitations de moyenne importance (celles de M. MANI Pascal et de Mme SONG Victorine et de M. Jean Louis avec respectivement 6 et 26 hectares), nous sommes en présence de petites et très petites exploitations agricoles dans la zone 2.

I.3.5.1.2 - Les cultures pratiquées, la main d'œuvre, les techniques culturales utilisées et le recours à l'eau,

Une variété de cultures, notamment vivrières, sont pratiquées. Il s'agit principalement du manioc et marginalement du macabo, de l'igname, du maïs, la patate et le cacao. Leur volume de production dans la zone 2 a été estimé dans le tableau 20.

Tableau 20 : Production agricole dans la zone 2

Cultures	Manioc en tonne	Plantain en régimes	Macabo en tonne	Igname en tonne	Maïs en tonne	Patate en tonne	Palmier à huile
Production							
Production annuelle totale	166.8	2740	26.275	13.715	6.72	2.4	21 ha*.
Production moyenne par ménage	4.76	101	1.251	0.86	0.52	0.48	

* C'est la superficie des deux exploitations de moyenne dimension relevées ci-dessus.

Source : Données d'enquête GWP Caf, 2011.

Par ailleurs, d'autres cultures sont pratiquées de manière également marginale. On peut citer : le concombre, l'arachide, le piment et des arbres fruitiers comme le prunier, la citronnelle, etc.

S'agissant de la main d'œuvre, celle-ci est essentiellement familiale, et chaque ménage emploi en moyenne trois (03) membres dans son exploitation. Certains ménages font également appel à de la main d'œuvre extérieur et déboursent en moyenne quatre-vingt-treize mille deux cent quinze (93 215) Fcfa pour la réalisation des travaux tels que le défrichage, l'abatage des arbres, etc.

Pour ce qui est des techniques culturales, celles-ci sont pour l'essentiel archaïques. Toutefois les deux exploitations agricoles de moyenne importance font usage des engrais chimiques, notamment dans leur palmeraie. Tout comme dans la zone I, les ménages pratiquent ici la

culture sur brulis (cf. figure 33) et mettent une partie des terres en jachère pour qu'elles se régénèrent.



Figure 33 : Culture sur brulis

Par ailleurs, l'irrigation est ignorée. Ainsi, *l'agriculture dans la zone 2 tout comme dans la zone 1, n'exploite que l'eau pluviale*. Tout ceci explique la faiblesse du rendement agricole.

I.3.5.1.3 - La destination de la production et revenu agricoles

Dans la zone 2, la grande majorité des ménages agriculteurs (au nombre de 29, soit 80 %), consacre leur production en partie à leur propre consommation et écoule le reste (voir figure 34).

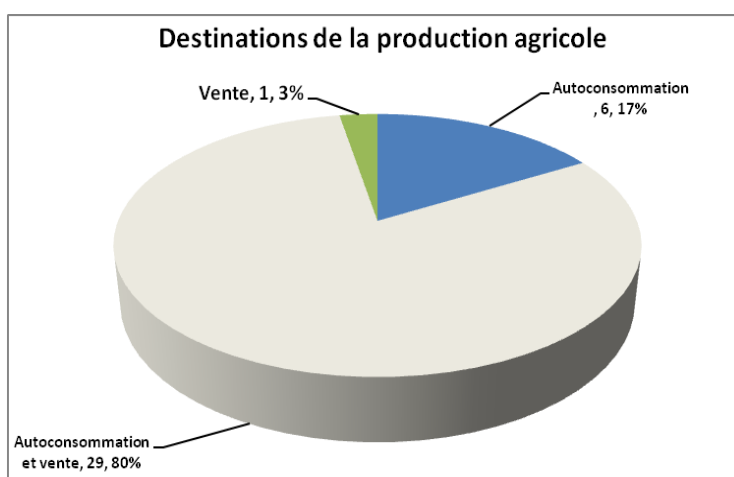


Figure 34 : Destination de la production agricole dans la zone 2

Par contre, 17 % des agriculteurs consacrent l'intégralité de leur production agricole exclusivement à leur propre consommation et un (01) ménage destine la sienne uniquement à la vente.

Concernant les revenus issus de l'agriculture, leur montant est illustré sur la figure 35.

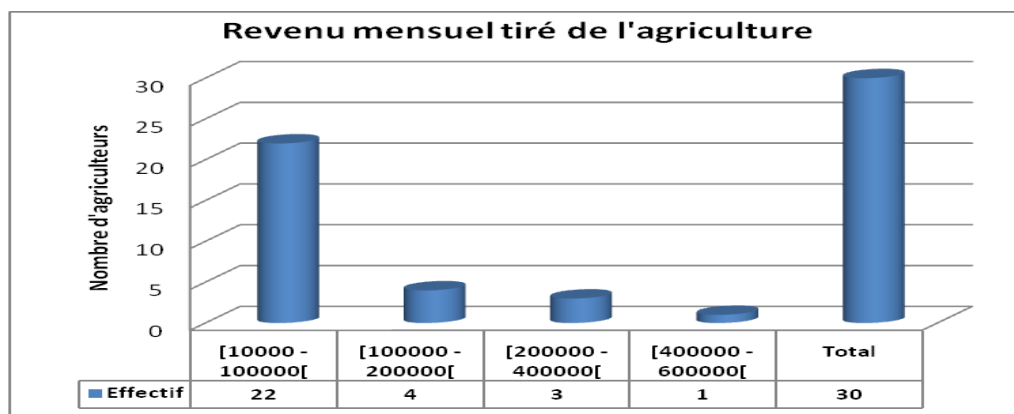


Figure 35 : Revenu issu de l'agriculture dans la zone 2

La classe de revenus prépondérante avec 73, 33 % des agriculteurs, est celle de 10 000 Fcfa à moins de 100 000 Fcfa ; et il y a autant d'agriculteurs gagnant moins que ceux tirant plus 48 000 Fcfa par mois de l'agriculture. Par ailleurs, les trente (30) ménages écoulant leurs récoltes tirent mensuellement en moyenne un revenu de l'ordre de quatre-vingt-douze mille cent quarante (92 140) Fcfa. Ceci confirme la prédominance des très petites et petites exploitations agricoles dans la zone 2.

I.3.5.1.4 - Cartographie des exploitations agricoles

Les exploitations agricoles de la zone 2 sont localisées sur la figure 36.

I.3.5.2 - La pêche

Vingt-huit (28) ménages pêcheurs ont été dénombrés dans la zone 2. Ils exercent la pêche en moyenne depuis vingt-quatre (24) ans. C'est dire que cette activité est fortement ancrée dans leur vie. Son étude nous conduira à examiner :

- Les zones de pêche et la destination du produit de la pêche ;
- La pêche dans les rivières ;
- La pêche en mer.

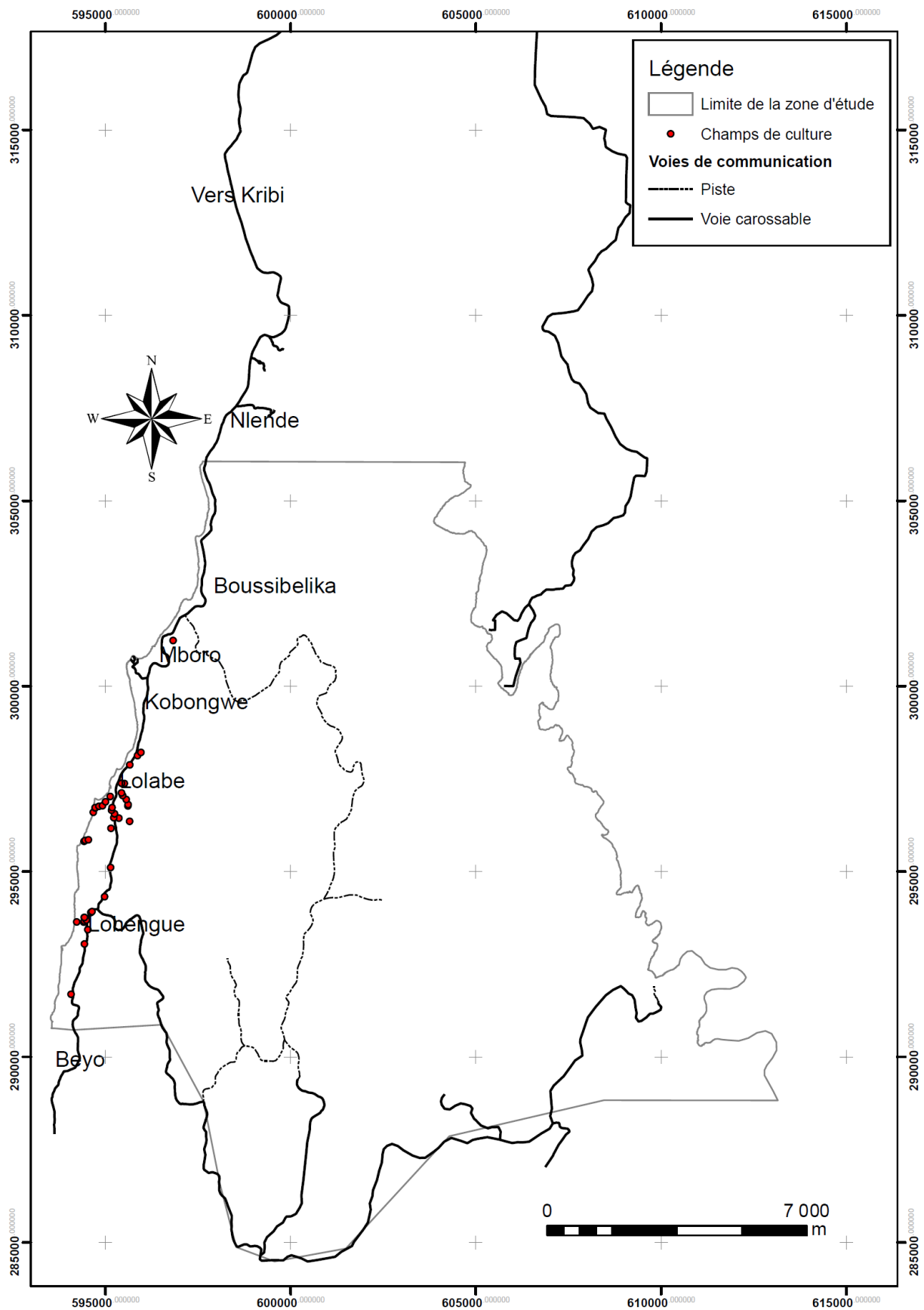


Figure 36 : Exploitations agricoles de la zone 2

I.3.5.2.1 - Les zones de pêche et la destination du produit de la pêche

Pour exercer leur activité, les pêcheurs se rendent pour certains : soit uniquement dans les rivières et cours d'eau continentaux, soit exclusivement en mer, soit enfin en mer et dans les rivières, comme décrit sur la figure 37.

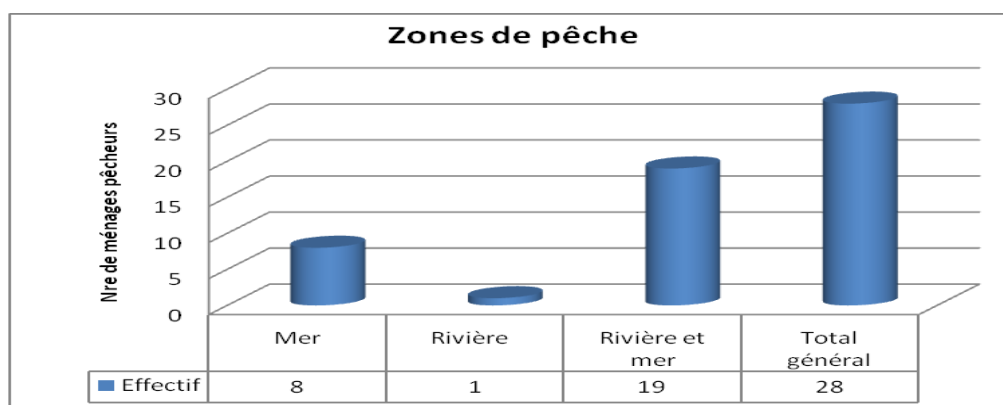


Figure 37 : Zones de pêche

Huit (08) ménages, représentant 28,57 des pêcheurs exercent cette activité uniquement en mer, un (01) exclusivement dans les rivières et dix neuf (19) à la fois en mer et dans les rivières. Ainsi, la grande majorité des pêcheurs (67,85 %) vont aussi bien dans les rivières que dans la mer.

Concernant l'utilisation du produit de la pêche, celle-ci est résumée sur la figure 38.

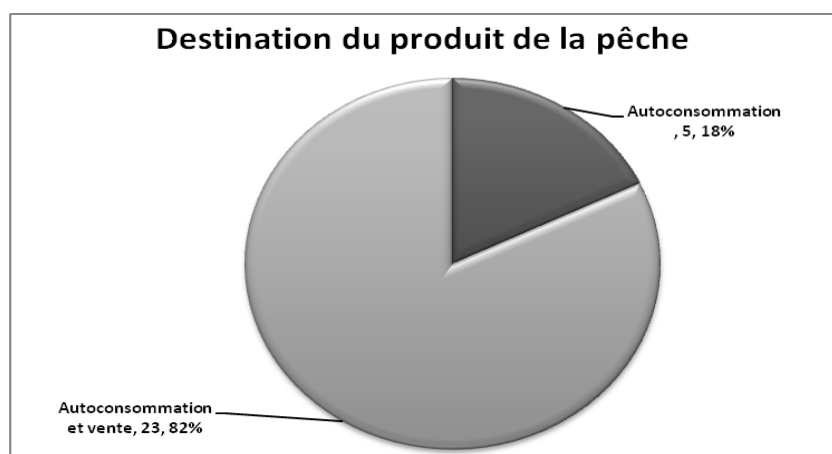


Figure 38 : Utilisation du produit de la pêche

Cinq (05) ménages pêcheurs, soit 18 % de ces derniers, consacrent l'entièreté du produit de leur pêche à leur propre consommation. Par contre, vingt trois (23) d'entre eux, soit 82 % utilisent le produit de leur pêche en partie pour leur propre consommation, le reste étant écoulé.

I.3.5.2.2 - La pêche dans les rivières

La pêche dans les rivières, est exercée par vingt (20) ménages. La fréquence de cette activité est résumée sur la figure 39.

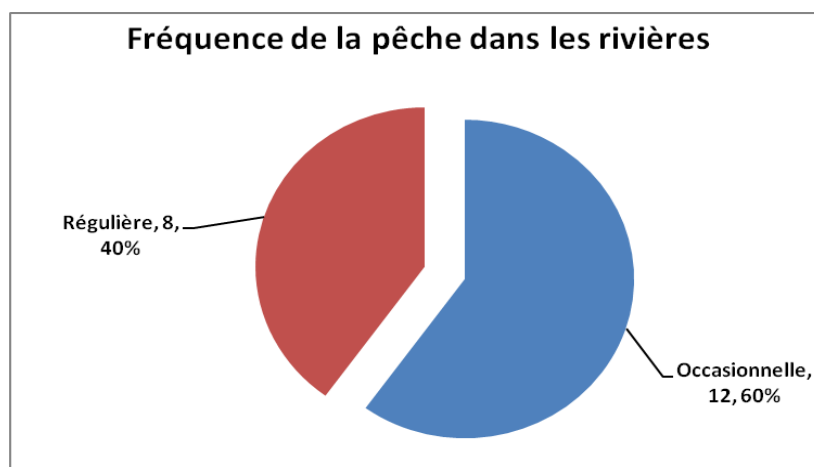


Figure 39 : Fréquence de la pêche dans les rivières

Huit (08) ménages, soit 40 % des intéressés, pêchent régulièrement dans les rivières alors douze (12), représentant 60 %, ne le font qu'occasionnellement.

La pêche dans les rivières procure mensuellement aux douze (12) ménages qui la pratiquent régulièrement 447 kg de poissons, soit une moyenne de 37 kg de poissons par ménage. Dix (10) ménages écoulent une partie de leur production pour en moyenne une recette mensuelle de l'ordre de 37 800 Fcfa.

I.3.5.2.3 - La pêche en mer

Les pêcheurs se rendent en mer en moyenne cinq (05) fois par semaines. En période de pêche c'est-à-dire de septembre à octobre, cette fréquence peut aller jusqu'à six (06) jours par semaine à raison de deux fois par jour.

Pour exercer leur activité, ils font usage d'une variété de matériels : Filet, ligne, nasse, harpon, pirogue, etc. Pour une tournée de bonne pêche, les pêcheurs peuvent en moyenne ramener quatre-vingt-deux (82) Kg de poissons, tandis qu'une tournée de mauvaise pêche peut leur procurer en moyenne huit (08) Kg de poissons.

Comme pour la pêche dans les rivières, une partie du produit de la pêche en mer est écoulée sur le marché. Une bonne pêche peut procurer en moyenne 84 300 Fcfa, tandis qu'une mauvaise pêche peut en moyenne offrir 11 500 Fcfa.

Par ailleurs, sur cinq (05) sorties en mer, les pêcheurs réalisent en moyenne une bonne pêche. Ainsi, la pêche en mer peut assurer en moyenne et par semaine aux vingt sept (27) ménages pêcheurs qui la pratiquent, un revenu de l'ordre de 130 300 Fcfa.

I.3.5.3 - La chasse

Le site projet et ses environs sont une zone giboyeuse. Les espèces animales qui y abondent et qui font l'objet de la chasse, sont : le porc-épique, le lièvre, l'antilope, le rat, le pangolin, le singe, le hérisson, etc.

Pour pratiquer leur activité, les vingt un (21) ménages chasseurs de la zone 2, parmi lesquels figurent les quatre familles pygmées (cf. tableau 21), recourent ici aux matériels et techniques suivants : la lance, les pièges, les chiens, le filet, etc.

Tableau 21 : Chasseur ou non et l'origine ethnique

Chasseur Oui ou Non	Origine ethnique	Effectif	Pourcentage
Non	Total Non	31	81.58
Oui	Eton	1	
	Pygmée	4	
	Yassa	2	
	Total Oui	7	18.42
Total général		38	100

Tout comme dans la zone I, la chasse est pratiquée dans la zone 2, en moyenne environ trois (03) fois par semaine.

L'utilisation qui est faite du produit de la chasse, est résumée sur la figure 40.

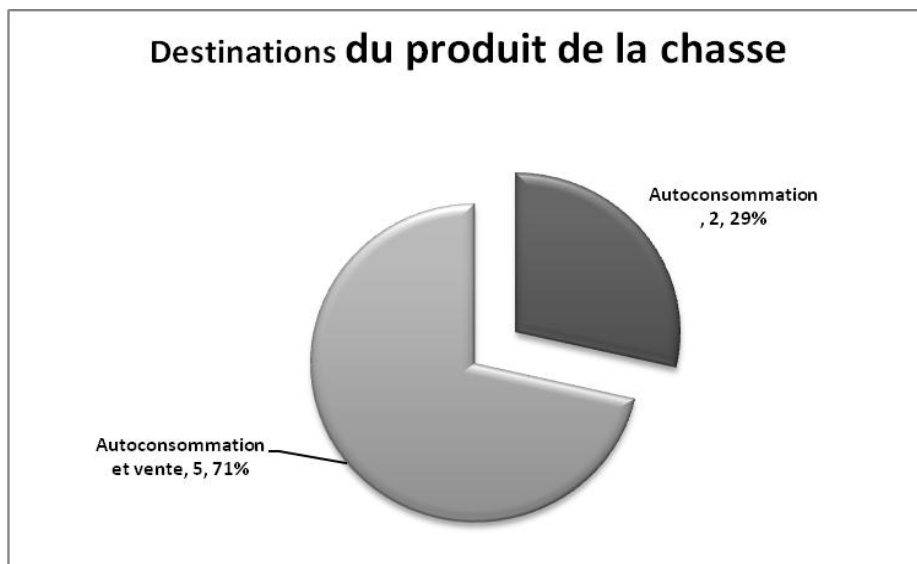


Figure 40 : Utilisation du produit de la chasse

Dans la zone 2, deux (02) ménages chasseurs, soit 29 % de ces derniers, consacrent l'entièreté du produit de leur chasse à leur propre consommation. Par contre, cinq (05) d'entre eux, soit 71 %, utilisent le produit de leur chasse en partie pour leur propre consommation, le reste étant vendu.

Une bonne semaine de chasse peut en moyenne procurer aux cinq (05) ménages de la zone 2 qui la pratiquent et écoulent une partie du fruit de cette activité, une somme de l'ordre de 25 000 Fcfa, tandis qu'une mauvaise semaine de chasse peut en moyenne leur offrir 5 500 Fcfa.

I.3.5.4 - L'élevage et le tourisme

I.3.5.4.1 - L'élevage

Vingt un (21) ménages, soit 55,26% de l'effectif de la zone 2 s'adonnent au petit élevage. Il s'agit principalement de la volaille élevée sur leur cour et des animaux de compagnie comme l'illustre la figure 41.

Douze (12) ménages possèdent exclusivement de la volaille ; trois (03) disposent des chats et chiens ; trois (03) autres detiennent de la volaille, les chats et chiens ; et enfin les chèvre, la volaille et chiens ainsi que la volaille et chat, sont détenus respectivement par un ménage.

Le nombre de têtes d'animaux dénombrés par type d'élevage dans la zone 2 est présenté dans le tableau 22.

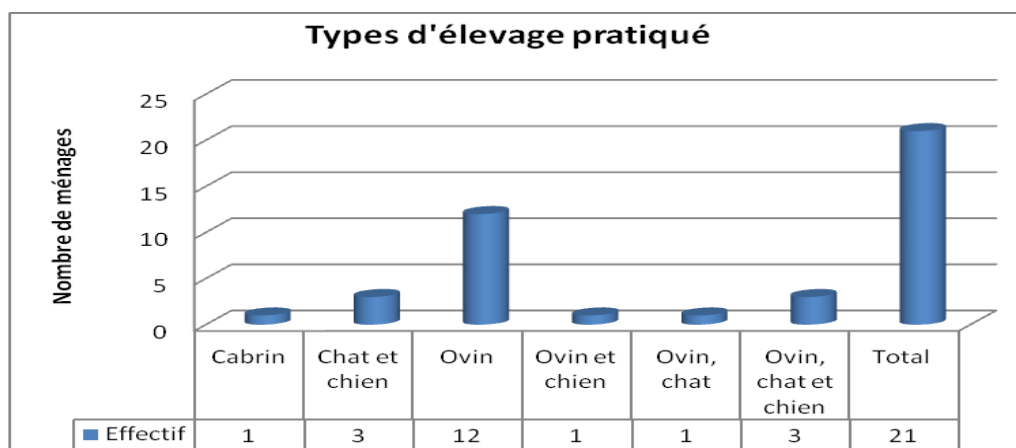


Figure 41 : Types d'élevage pratiqué dans la zone 2

Tableau 22 : Nombre de têtes d'animaux par type d'élevage

Types d'élevage	Ovin	Caprin	Chat	Chien
Nombre de têtes d'animaux	152	2	19	14

La production de l'élevage dans la zone 2 est négligeable. Elle est destinée dans la moitié des ménages s'adonnant à cette activité uniquement à l'autoconsommation comme l'illustre la figure 42. Les animaux, notamment la volaille sont abattus à l'occasion de certaines fêtes. Il s'agit donc d'un élevage essentiellement sentimental.

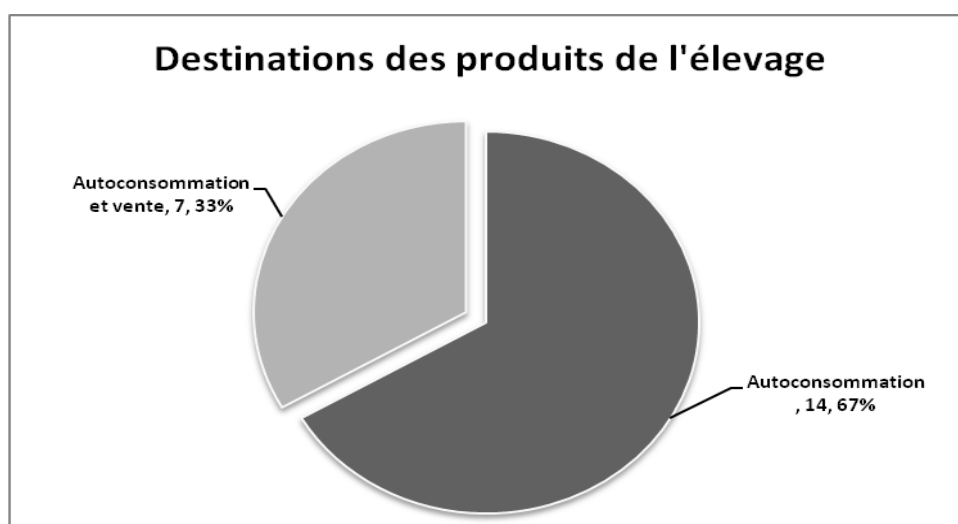


Figure 42 : Destination des produits de l'élevage dans la zone 2

Dans la zone 2, seul le tiers ménages éleveurs écoulent périodiquement ou occasionnellement une partie de la production de leur élevage. Cette activité leur procure en moyenne un revenu annuel de l'ordre de 100 500 Fcfa.

I.3.5.4.2 - Le tourisme

Le site du projet comme l'ensemble de la côte maritime, offre d'énormes potentialités touristiques. La zone abrite un établissement touristique qui avait déjà mis la clé sous le paillason du fait de l'érection de son site en Domaine d'Utilité Publique.

I.3.5.5 – Analyse de la pauvreté dans la zone 2

Au regard de la pluralité des activités économiques entreprises, des revenus qu'elles génèrent ainsi que de l'occupation de l'intégralité de la population active, on peut relever que la pauvreté monétaire¹⁸, est insignifiante dans la zone 2.

Toutefois, ramenée à la précarité, la pauvreté¹⁹ se décline en termes d'inaccessibilité aux services sociaux de base (soins de santé, eau potable, assainissement, électricité, etc.), inaccessibilité avérée dans la zone 2. Ainsi le recul de celle-ci passe par la mise en œuvre de programmes assurant un meilleur accès aux services sociaux de base.

Par ailleurs, au regard du regain d'activités qu'augure la matérialisation du port en eau profonde de Kribi, celui-ci apparaît comme un puissant levier pour l'amélioration du niveau de vie des populations de la zone 2.

I.3.6- Bénéfices escomptés par les populations du projet, leurs craintes et suggestions

Les populations de la zone 2 ont été interrogées sur le projet du Port en eau profonde de Kribi. De leur expression sur ce projet, il se dégage :

- Leur opinion générale sur cet important projet :
- Les bénéfices qu'elles espèrent en tirer ;

¹⁸ Dans les pays en développement, le seuil de pauvreté est de \$1 par jour. Au Cameroun, un ménage est pauvre si en moyenne un équivalent adulte de ce ménage vit avec moins de 269 443 FCFA par an (soit 738 FCFA par jour ou 22 454 FCFA par mois).

¹⁹ C'est aussi la situation d'individus ou de groupes démunis de ressources jugées essentielles et se trouvant dans une grande précarité

- Les craintes vis-à-vis dudit projet ;
- Leurs suggestions pour une prise en compte de leurs préoccupations.

Concernant l'opinion d'ensemble de ces populations à l'égard de ce projet, celle-ci est traduite sur la figure 43.

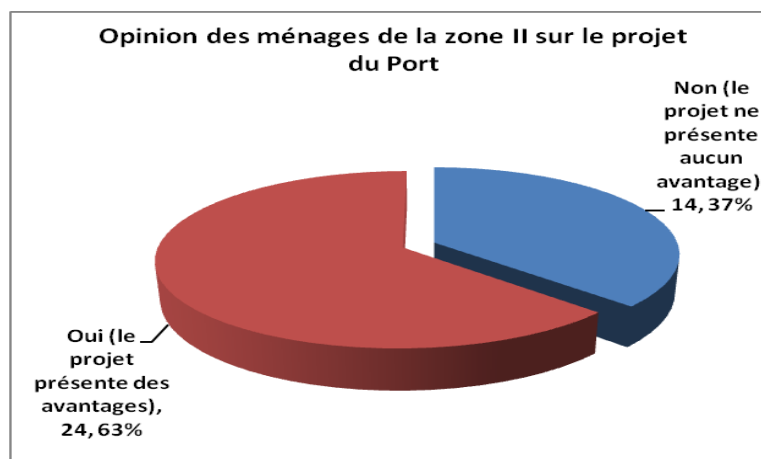


Figure 43 : Opinion des ménages de la zone 2 sur le projet du Port en eau profonde

Près de deux tiers des ménages (63 %) approuvent l'idée du Port en eau profonde. L'autre tiers se montre très septique. Il convient toutefois de relever que ce scepticisme a été amplifié par le mouvement de grève observé par les populations de la zone de terrassement de la DUP au moment de l'enquête. L'optimisme des premiers se fonde sur les motifs exprimés sur le tableau 23.

Tableau 23 : Opinions de ménages de la zone 2 sur le projet et bénéfices escomptés

Le projet du port présente t-il des avantages ?	Si oui lesquels ?	Effectif	Pourcentage
Non	-	13	
	Bénéfice Peut être à long terme	1	
	Total Non	14	36.84
Oui	Développement de la localité	2	5.265
	Emplois, revenus,	9	23.68
	Infrastructures (route, santé, école, eau potable, électricité), emplois	13	34.21
	Total Oui	24	63.16
Total général		38	100

Au nombre des avantages attendus du projet par les populations de la zone 2, le développement des infrastructures et de l'emploi figure en bonne place. Il est suivi de l'accroissement des revenus et dans l'ensemble du développement de la localité.

Pour ce qui est des craintes suscitées par le projet, elles sont recensées sur le tableau 24.

Tableau 24 : Craintes des populations de la zone 2 vis-à-vis du projet

Craintes suscitées par le projet	Nombre de fois exprimées
- Bouleversement des mœurs, remise en cause de l'ordre dans le village, éloignement de la mer ;	3
- Désespoir, déguerpissement sans connaissance du lieu et conditions de recasement, risque de vol du fait de la convoitise ;	4
- Désagrément du déguerpissement, Pollution, destruction des forêts, disparition des espaces fauniques et végétales	5
- Destruction des tombes, éloignement de la mer, méconnaissance du lieu et conditions de recasement, tout recommencé ;	5
- Destruction des plantations, expropriation des terres, perturbation de nos activités, douleur et peine ;	4
- Nous sommes trompez, insuffisance des dédommagements, pygmées oubliés, déguerpissement sans connaissance du lieu et conditions de recasement ;	12
- Retard dans le dédommagement, méconnaissance lieu et conditions de recasement	2
- Risque de vol du fait de la convoitise, Déguerpissement sans connaissance de lieu et conditions de recasement, sans savoir si les nouvelles terres seront aussi fertiles ;	3
Total	38

S'agissant des suggestions des populations de la zone 2 pour une meilleure intégration de leurs préoccupations dans la conduite du projet, elles sont aussi recensées sur le tableau 25.

Tableau 25 : Suggestions des populations de la zone 2 à l'égard du projet

Suggestions	Nombre de fois exprimées
- Embauche jeunes du village dans le cadre de travaux du Port (attribuer à la population locale un quota de la main d'œuvre) ;	2
- Evaluer le patrimoine à sa juste valeur, mise à disposition des terres pour l'agriculture et réunion des conditions pour pratique des autres activités quotidiennes, ne pas trop nous éloigner de la mer ;	19

- Préservation de la faune, Gestion durable des écosystèmes vitaux ;	4
Réévaluation de dédommagement, prise en compte des pygmées ;	4
- Relogement, mise à disposition des terres pour l'agriculture, transparence dans la gestion de l'opération ;	7
- Prise en charge des rites traditionnels inhérents au transfert des restes mortuaires, suite à la destruction des tombeaux.	2
Total	38

I.3.7- Principales conclusions

- La pêche est l'une des principales activités économiques de la zone 2. Elle assure aux ménages qui la pratiquent en mer, notamment saison de pêche de septembre à octobre, un revenu hebdomadaire de l'ordre de 130 300 Fcfa. Une minimisation des perturbations consécutives au déguerpissement des pêcheurs peut passer par l'aménagement de voies d'accès à la mer et un meilleur encadrement de l'activité de la pêche à travers : les facilités accordées pour accéder au matériel de pêche (crédits, subventions), la formation des pêcheurs aux techniques assurant la préservation des ressources marines, etc. ;
- Au même titre que la pêche, l'agriculture est l'une des importantes activités exercées dans la zone 2. Toutefois, l'on relève le recours des populations à des techniques culturales archaïques et l'absence d'irrigation avec pour corollaire de très faible rendements agricoles. L'une des doléances maintes fois exprimées par les ménages, est que mieux que les dédommagements, que des terres soient redistribuées aux populations déguerpies du site projet dans le site de recasement pour leur permettre de poursuivre cette activité ;
- Au regard de la pluralité des activités économiques entreprises, des revenus qu'elles génèrent ainsi que de l'occupation de l'intégralité de la population active, on peut relever que la pauvreté monétaire est insignifiante dans la zone 2. Toutefois, ramenée à la précarité, la pauvreté se décline en termes d'inaccessibilité aux services sociaux de base (soins de santé, eau potable, assainissement, électricité, etc.), inaccessibilité avérée dans la zone 2. Par ailleurs, au regard du regain d'activités qu'augure la matérialisation du port en eau profonde de Kribi, celui-ci apparaît comme un puissant levier de la lutte contre la pauvreté ;

- Face aux taux d'accès à l'eau potable et à un assainissement adéquat quasi nuls observés dans la zone 2, il est impérieux de prévoir dans le cadre du réaménagement du site du projet du Port en eau profonde de Kribi, des investissements dans les services sociaux de base en général et les infrastructures d'eau et d'assainissement en particulier ;
- Eu égard au caractère endémique des maladies hydriques sur le site du projet, l'effort en matière d'investissement dans l'eau et l'assainissement suggéré, devrait être accompagné du développement des programmes de formations formels et non formels sur l'eau, l'hygiène et l'assainissement. Dans la même perspective, l'accent devrait être porté sur l'information, l'éducation et communication (IEC) des populations en matière d'hygiène du milieu et d'hygiène environnementale. Il serait souhaitable que les programmes suggérés soient mis en œuvre concomitamment avec le recasement des populations dans la zone 2 ;
- En matière de santé, la distance moyenne partant de la zone 2 pour accéder au centre de santé le plus proche, celui de l'EPC de NASSO, est de l'ordre de trente (30) Km. Cette grande distance constitue un frein à l'accès aux soins de santé. Pour remédier à cette situation, il importe de doter la zone de recasement d'une infrastructure de santé. Par ailleurs, 81,58 % des ménages s'approvisionnent en médicaments auprès des vendeurs ambulants. Des campagnes d'IEC sur les bonnes pratiques en matière de santé devraient être organisées à l'endroit de ces populations pour éviter cette pratique dangereuse ;
- La population d'âge scolaire s'élève à cent treize (113) âmes dans la zone 2. Il convient de prévoir dans le cadre du réaménagement du site, des infrastructures scolaires pour la poursuite de l'instruction de cette jeunesse. Dans le même ordre d'idée, un effort d'alphabétisation est également à prévoir en direction des vingt-huit (28) personnes non scolarisées constituées en grande majorité des pygmées ;
- La réunion des conditions idoines pour la pratique des activités quotidiennes dans la zone de recasement, passe également par la création des voies devant desservir celle-ci. Dans cette perspective, il y a lieu de procéder à l'ouverture des routes sur le versant Est à partir du Nord et à partir du Sud de la DUP. Ces routes permettront aux populations recasées de vaquer aisément à leurs activités sur le versant ouest ;

- L'essentiel des activités économiques de la zone 2 (agriculture, pêche, chasse) sont fortement liées à la nature. La minimisation de leur perturbation par Port en eau profonde de Kribi et ses activités, passe par l'impératif de préservation de l'environnement et de l'équilibre des écosystèmes vitaux.

Chapitre II : Matériels et méthodes

II.1- Etat des lieux de l'occupation de l'espace par les ressources en eau

II.1.1- Elaboration du réseau hydrographique

Pour la zone d'étude concernée, des cartes actualisées du réseau hydrographique sont quasi inexistantes. Les seules cartes disponibles ne donnent qu'une vue très sommaire du chevelu hydrographique compte tenu de leur échelle (entre 1/50 000 et 1/100 000). Cette lacune interdisait l'élaboration du réseau hydrographique par numérisation, géoréférencement et digitalisation des cartes thématiques. La méthodologie retenue est la modélisation hydrologique à partir de deux MNT dont l'élaboration est présentée plus loin dans ce rapport. Le réseau hydrographique généré avec le module *Spatial Analyst* d'ArGIS a été validé par des investigations de terrain.

II.1.2- Cartographie des zones inondables

Pour la cartographie des zones inondables, des relevés GPS des zones inondées ont été prises sur le terrain. A partir du MNT, une carte des pentes a été élaborée avec le logiciel ArcGIS. La superposition des points GPS relevés sur le terrain et de la carte des pentes montre que les zones inondables correspondent aux pentes inférieures ou égale à 3%. Les zones de pente inférieure à 3% ont donc été vectorisés.

II.1.3- Etude botanique relative aux ressources en eau

II.1.3.1- Objectifs de l'étude botanique

La végétation par l'évapotranspiration renvoie la vapeur d'eau dans l'atmosphère. Par le phénomène de condensation, la vapeur d'eau se transforme en eau liquide qui tombe sous forme de pluies. Une partie de cette eau est absorbée par les poils absorbants, etc. Mais les rapports entre la végétation et l'eau sont loin de se limiter à ce rôle nutritif que cette dernière exerce sur la première. En effet, il existe des essences végétales à l'instar des *Phytolacca dodecandra* dont les fruits ont des propriétés destructrices pour les larves de la bilharziose. De même, la présence du genre *Rhizophora* sur la côte indique l'existence d'une zone de balancement des marées dans laquelle la mer élimine beaucoup de déchets. Il crée ainsi un milieu épurateur des eaux au niveau des embouchures de certains cours d'eau. Il existe également les plantes épuratrices des eaux usées comme *Pistia stratioides* et les plantes,

asséchantes comme *Eucalyptus* spp qui absorbent beaucoup d'eau. Il est alors question pour la botanique de :

- Présenter le contexte botanique régional qui comprend la végétation originelle, les facteurs de la sécondarisation et la destruction des forêts ;
- Décrire succinctement la végétation de la DUP. Cette description se fera sur la base des observations de terrain et des documents disponibles ;
- Commenter sur la sécondarisation et la destruction des forêts, le rôle de la végétation dans la pollution de la plage, l'influence de la mer sur la végétation, le rôle joué par la végétation et l'interaction homme-planté dans le maintien du régime de l'eau, en fonction des observations de terrain et de la littérature.

II.1.3.2- Méthodologie de l'étude botanique

La zone 2 est une superficie de 26000 ha qui correspond aux installations annexes du port et à la zone de recasement des populations. L'inventaire des espèces végétales qui y a été mené, a été réalisé selon la méthode de transects de longueurs variables (500 m à 3 km), placés dans toutes les formations végétales et surtout dans les endroits à forts peuplements d'arbres. Le positionnement des transects dans les zones de forte richesse spécifique, vise le recensement de beaucoup d'espèces en peu de temps dans un milieu fortement perturbé. Au total 18 transects en, ont été échantillonnés. Tous les arbres et arbrisseaux ont été pris en compte, ainsi que les types de sous-bois.

Le transect 1 était placé le long de la côte ; deux transects (2 et 5) étaient placés dans une vieille forêt secondaire. Le transect 3 traversait une vieille forêt secondaire, les cours d'eau Grand Kobongwe et Na'lambo, un marécage et le champ de plantain. Les transects 4 et 6 étaient localisés dans une jeune forêt secondaire. Le transect 5 était placé dans une vieille forêt secondaire à relief très accidenté constituée d'une alternance de collines abruptes et des bas-fonds. Le transect 7 part des rives de la rivière Tatalé et traverse une vieille forêt secondaire côtière. Le transect 8 est placé à la limite sud de la zone 1 au niveau de la rivière Bekanjo. Le transect 9 est placé dans une vieille jachère et va jusqu'au bord de la mer. Le transect 10 est placé dans une succession des forêts secondaires vieilles et ripicoles. Le transect 11 traverse une colline et un marécage. Le transect 12 est dans une forêt périodiquement inondée. Le transect 13 est placé dans la succession forêt périodiquement inondée, vieille forêt secondaire et forêt ripicole. Le transect 14 est placé uniquement sur nue

vielle forêt secondaire sur terre basse. Les transects 15 et 16 traversent une vielle forêt secondaire, un marécage et une jachère dérivée des champs communautaires. Le transect 17 est placé le long de la limite sud, de la route jusqu'à l'Océan. Enfin le transect 18 atteint la colline au niveau de la carrière (Annexe 1 : plan de sondage).

Plusieurs espèces ont été également collectées le long de la Lobe, de la côte et ça et là dans la zone, notamment dans les embouchures des cours d'eau, les champs, les jachères et les palmeraies. Cette méthodologie permet d'identifier le plus grand nombre d'espèces possibles. Elle peut mieux aider à détecter les caractéristiques spécifiques des formations végétales. Ces caractéristiques permettent de mieux répartir les forêts en fonction des espèces dont elles regorgent.

Les observations et les enquêtes auprès des guides locaux ont permis de déterminer les influences de ces faciès de végétations ou de certaines de leurs espèces sur l'eau douce ou sur l'eau de mer. Les observations ont également permis d'identifier des matériaux végétaux qui polluent la côte d'une part et l'influence de la mer sur les plantes d'autre part. Les enquêtes ont également permis de rechercher les interactions hommes-plantes pouvant influencer la gestion de l'eau dans la zone.

L'identification des échantillons des plantes, accompagnés des notes de terrain ont été confirmés au Musée Ecologique du Millénaire. Les familles dominantes des plantes ont été déterminées, ainsi que la répartition des espèces en fonction des habitats et des familles. Le support informatique utilisé est le logiciel Excel.

II.2- Evaluation du potentiel en eau du site

II.2.1- Eaux météoriques et eau de surface

II.2.1.1- Collecte et contrôle des données pluviométriques et hydrométriques

Collecte des données pluviométriques

La collecte des données pluviométriques s'est faite à la fois à partir des postes pluviométriques de la Direction Nationale de la Météorologie (DNM) qui fonctionnent dans la zone de l'étude et, à partir des postes propres installés dans la DUP pour des besoins d'un suivi plus fin des événements pluvieux sur le site.

L'acquisition des données a concerné les postes de Kribi, Campo et Nyabessan. La collecte des données a entraîné l'implantation des pluviomètres dans les localités d'Eboundja et Lolabé dans la DUP puis à Kilombo, derrière la plantation Socapalm de Kienké pour couvrir la versant Est de la DUP.

L'atmosphère ambiante dans le milieu environnant de la DUP est assez agressive, compte tenu de la proximité de l'Océan. Ceci a incité à porter le choix du matériel parmi ceux qui sont résistants à la corrosion. Ainsi le pluviomètre à lecture directe de type S.P.I.E.A breveté S.G.D.G N° 1 269 277 a été préféré au pluviomètre traditionnel Association avec un seau en tôle. Le support retenu a été fabriqué avec un tuyau galvanisé (figure 44 et 45).



Figure 44 : Fabrication du support galvanisé



Figure 45 : Fabrication du support galvanisé

Le choix du pluviomètre à lecture directe relève du fait qu'il présente des avantages particuliers dont la lecture par transparence, sans transvasements préalables dans une éprouvette de mesure. Il permet également d'opérer rapidement et de réduire les causes d'erreurs. Avec ce pluviomètre, la lecture est d'autant plus précise que les hauteurs d'eau sont plus faibles. La figure 46 ci-dessous montre une phase d'installation de ce pluviomètre.



Figure 46 : Installation d'un pluviomètre à lecture directe

Les normes d'installation d'un pluviomètre ont été respectées à savoir :

- La hauteur définitive du pluviomètre a été fixée à un mètre et demi (1.50m) du sol ;
- Le site également a été choisi en fonction de l'importance de la flore et des infrastructures (bâtiments). La distance entre ces obstacles et le pluviomètre est au moins de trois fois la hauteur de l'obstacle.

Contrôle des données pluviométriques

Les données reçues ont été validées après un contrôle pour en extraire les erreurs occasionnelles ou systématiques. La mesure pluviométrique n'étant jamais renouvelable, il

convenait de contrôler les données pluviométriques pour que les traitements statistiques à entreprendre ultérieurement soient fiables.

Deux méthodes ont généralement utilisées à cette fin : la méthode de la moyenne mobile et la méthode du double cumul. Pour la méthode de la moyenne mobile, on a dressé la moyenne mobile sur $(2n + 1)$ années c'est-à-dire la moyenne de $2n + 1$ valeurs entourant l'année i . Pour la méthode des doubles cumuls basée sur le principe qu'en absence d'anomalie, deux stations voisines mesurent chaque année une pluviométrie annuelle dans un rapport sensiblement constant d'une année à l'autre (année sèche ou humide. S'il y a une erreur systématique, la droite de la corrélation des points entre les deux stations va présenter une rupture à l'année i d'introduction de l'erreur. La méthode a été utilisée avec Kribi comme étant la station de référence pour Campo et pour Nyabessan.

Deux méthodes ont été utilisées pour le comblement des données manquantes : le remplacement de la valeur manquante par celle de la station la plus proche ou le remplacement de la valeur manquante par la moyenne des stations voisines.

Collecte des données hydrométriques

Cinq stations limnimétriques ont été installées. Le choix des sites a été dicté par le souci de faire une évaluation exhaustive d'une part des apports des eaux de surface provenant des bassins versants situés en amont de la DUP et, d'autre part, de la restitution que la DUP fait de cette ressource au versant occidental et à la Lobé.

En fonction du marnage de la section transversale du cours d'eau concerné et du marnage qui s'y fait, les stations limnimétriques ont été équipées d'un limnimètre (Lolabé, Eboundja, Eboundja Malalé) ou deux (Lolo Amont, Lolo Aval). Ces stations se sont ajoutées aux deux premières installées lors de la Phase 1, ce qui porte à sept, le nombre total des stations implantées à ce jour pour les besoins de l'étude.

L'accessibilité des sites a posé quelques problèmes qui ont nécessité de camper. La figure 47 ci-dessous montre un aspect de l'un des camps dressé pour arriver à la station de Lolo aval.



Figure 47 : Une vue du premier campement dressé

Les éléments d'échelles proposés sont les mires limnimétriques MIST, de fabrication française, réalisées en tôle émaillée. Elles présentent une bonne résistance à la corrosion mais ne doivent pas être soumises à des chocs. Elles sont livrées en éléments de 1 mètre divisés en centimètres et chiffrés tous les décimètres. La lecture est facile grâce à la différence de taille entre le chiffre des mètres (m) et celui des décimètres (dm). L'émaillage est réalisé en noir sur fond blanc.

Chaque élément, de largeur 13cm et de poids 1,45kg, comporte 6 trous de fixation de 9mm de diamètre et une cambrure de 8mm sur les côtés. Les éléments de longueur 1m sont disponibles avec les chiffraisons où les grands chiffres représentent les mètres et où les petits chiffres représentent les décimètres.

Les échelles limnimétriques en tôle émaillée offrent une lecture directe du niveau d'eau. Ces éléments standards permettent la constitution de toute échelle à partir d'un stock minimal et la réutilisation si nécessaire sur d'autres sites, leur démontage étant rapide.

Les mires sont fixées sur des supports en UPN 080 de 2m, à l'aide des boulons et des plaquettes fabriquées en fer plat de 025. Ces supports sont enfoncés par battage dans le lit de la rivière avec une masse de 7kg et/ou scellés au sol à l'aide du ciment sur une longueur de 1m. C'est le mètre libre à la surface du sol qui accueillera la mire.

Le raccordement entre les différents éléments d'échelle d'une même station limnimétrique se fait par nivellement topographique. Les stations ont ensuite été rattachées à une borne qui

servira de repère, si la station arrivait à être détruite. La figure 48 ci-dessous montre une phase d'installation d'une station limnimétrique.

Deux observateurs ont été formés pour le suivi de ces stations.



Figure 48 : Installation de la station limnimétrique de Lolo aval

Contrôle des données hydrométriques

Le contrôle des données hydrométriques s'est limité aux simples vérifications d'usage, n'ayant pas pu avoir le fichier des hauteurs d'eau qui a servi à la transformation des débits qui étaient mis à notre disposition. Ces débits ont d'ailleurs été exploités avec beaucoup de prudence.

II.2.1.2- Analyse statistique des données pluviométriques et hydrométriques

La population totale de l'événement n'est généralement pas connue en hydrologie, mais on ne dispose que d'échantillons non exhaustifs tirés dans cette population. A partir de cet échantillon, nous nous avons choisi la forme mathématique de la loi de probabilité pour une meilleure adéquation et d'en calculer le mieux possible les paramètres numériques de cette loi pour un meilleur ajustement

Deux méthodes d'ajustement ont été choisies et comparées. Il s'agit de la méthode des Moments qui consiste à estimer d'après l'échantillon autant de moments que la loi a de paramètres et à évaluer ces estimations aux valeurs théoriques qui ne sont fonctions que des paramètres à estimer. On obtient alors un système de n équations à n inconnues.

La deuxième méthode utilisée est la de Gumbel dite loi des extrêmes. Les résultats sont similaires et, dans la suite des travaux, seule la loi de Gumbel sera utilisée.

La notion du « Danger d'apparition » a été abordée avec le calcul des périodes de retour que le contrat imposait. Mais ici le problème est posé de façon inverse. Nous avons le temps de retour qui intéresse le promoteur, nous connaissons donc la probabilité P et on cherche la valeur x_F qui a la probabilité P d'être atteinte au moins une fois en n années.

$$P = 1 - (F)^n \text{ soit } F = (1 - P)^{1/n}$$

II.2.1.3- Evaluation du potentiel en eau de surface

Cette évaluation a été envisagée par transposition des données. Les deux coefficients de transposition généralement utilisés sont :

$$C1 = (P_s \times A_s)/(P_r \times A_r) \text{ ou, si } P_s/P_r > 10\%, C2 = (H_s \times A_s)/(H_r \times R_r) \text{ avec :}$$

- P : pluviométrie moyenne annuelle (mm/an) ;
- A : superficie du bassin versant (km²) ;
- H : hauteur de La Lame d'eau écoulée (mm/an), avec $H = P - E$;
- E : évaporation moyenne annuelle (mm/an) ;
- r : indice au site de référence ;
- s : indice au site d'étude considéré.

Mais comme le site étudié ne dispose pas encore de données de pluviométrie ni d'hydrométrie propres et, étant donné que la spatialisation des données en fonction des postes disponible replace le site sous le contrôle du poste météorologique de Kribi, nous nous limiterons au transfert de données de bassin jaugé (Lobé à Kribi) aux bassins non jaugés (ceux de la DUP). Un usage généreux sera fait de la notion de débit spécifique.

II.2.1.4- Spatialisation des données pluviométriques

La spatialisation des données pluviométriques concernaient surtout le bassin de la Lobé pour le lequel la partie Est de la DUP représente 7 % en superficie ; Cette spatialisation avait pour but de déterminer la pluie moyenne du bassin versant à partir des précipitations ponctuelles mesurées aux postes pluviométriques de Kribi, Campo, et Nyabessan (figure 49). Lorsque le nombre de poste pluviométrique est important sur et autour d'un bassin versant, les précipitations peuvent être interpolées par krigeage. Dans le cas de cette étude, les données disponibles ne concernent que les trois stations citées ci-dessus. Dans ce cas la méthode indiquée pour le calcul de la pluie moyenne est celle des polygones de Thiessen. Ces

polygones sont formés autour de chaque point par les médiatrices des lignes qui relient deux points voisins. Ils permettent de matérialiser la zone de desserte de chaque point. La pluie moyenne est calculée par la relation :

$$P_m = P_i \cdot A_i / A$$

- P_m : précipitation moyenne dans le bassin ;
- P_i : précipitation enregistrée à la station i ;
- A_i : superficie du polygone associé à la station i ;
- A : superficie totale du bassin.

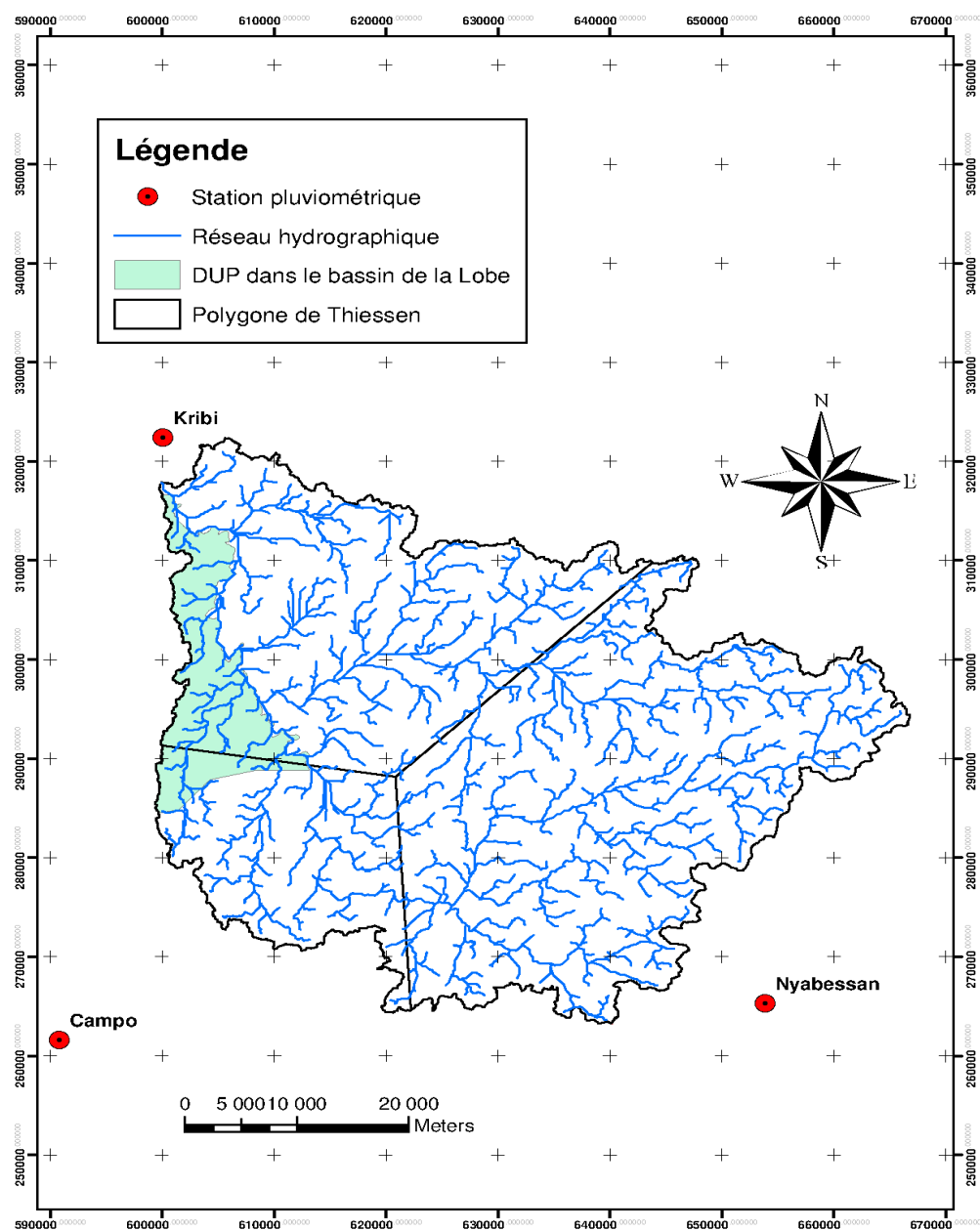


Figure 49 : Polygone de Thiessen pour le bassin de la Lobe

II.2.1.5- Calcul du bilan hydrologique

Le calcul du bilan hydrologique suivra trois étapes à savoir :

- La reconstitution des débits sur la zone 2 ;
- Le calcul de la lame écoulée ;
- Le calcul du bilan hydrologique.

Une chronique de débits mensuels est disponible sur 30 ans sur la Lobé à la station hydrométrique de Kribi. Ces données couvrent la période allant de 1953 à 1983. Les modules annuels sont disponibles aussi sur la même période. Ces derniers ont été reconstitués jusqu'à l'année 2010, portant ainsi la chronique des moyennes annuelles à une taille de 56 ans. La chronique des moyennes annuelles ainsi constituées servira de base à l'élaboration des modules annuels sur la zone 2.

Disposant des modules annuels, de la pluviométrie et de la superficie des différents bassins versants, le calcul de la lame écoulée devient évident ainsi que celui du bilan hydrologique. La méthode de double masse sera utilisée chaque fois qu'il faudra lier les données pour leur rendre leur saisonnalité, la relation entre pluie et débit étant liée et dépendant des facteurs fortement liés à la saison. La détermination des variations saisonnières se fera sur les modules mensuels reconstitués.

Le détail de ces résultats se fera sur transfert dans les petits bassins de la DUP, autant que faire se pourra et se limitera au déficit d'écoulement.

II.2.2- Eaux souterraines

II.2.2.1- Caractérisation du contexte géologique

II.2.2.1.1- Contexte géologique régional

Sur la base des travaux antérieurs nous savons que les formations géologiques de la région de Kribi ou plus globalement celles du Sud-ouest Cameroun appartiennent à quatre grandes unités lithologiques et structurales (carte géologique du SW du Cameroun au 1 / 500 000 de P. MAURIZOT ; 1986):

- Le noyau ou socle archéen du Ntem (craton du Congo) ;
- Les unités du Bas Nyong ;
- La couverture Néo-protérozoïque ou groupe de Yaoundé ;

- Les formations sédimentaires représentant la couverture sédimentaire post Panafricaine.

Le socle archéen du Ntem

Il fait partie d'un vaste ensemble d'âge archéen (3300 - 2500 Ma) connu sous le nom de Craton du Congo et partagé entre le Sud-Cameroun, le Sud de la République Centrafricaine, le Nord du Congo, du Gabon, et la Guinée Equatoriale.

Lithologiquement, il est dominé par trois grands groupes de roches :

- le cortège de roches basiques ou ultrabasiques (green stones belts) et la série rubanée (gneiss granulitiques, leptynites, charnockites et enderbites);
- le complexe de roches intrusives (syénites, granites, granodiorites, tonalites et trondhjémites);
- les formations ferrifères (roches basiques et quartzites ferrifères).

Sur le plan structural et métamorphique l'unité du Ntem porte l'empreinte de deux principales phases de déformation synmétamorphique (Libérienne et Eburnéenne).

Les unités du Bas Nyong

Dans ses bordures NW (unité du Bas Nyong) et NE (unité de l'Ayna), les anciennes roches archéennes du socle du Ntem ont subi les effets de l'orogénèse Eburnéenne (2400 – 1800Ma), postérieurement à l'orogénèse Libérienne.

Au Sud-Ouest du Cameroun, l'unité du Bas Nyong est constituée de roches affleurant dans les régions de Kribi, Akom II, Lolodorf, Mvengué, Ngomedzap etc. Lithologiquement, il est dominé par deux grands groupes de roches :

- la série feuilletée (gneiss, amphibolites, quartzites et autres formations ferrifères)
- le complexe de roches intrusives (syénites, gabbros, dolérites, granites, granodiorites, tonalites et trondhjémites).

Sur le plan structurale et métamorphique la tectonique post Libérienne de rajeunissement du socle est marquée par une réorientation des structures selon des directions N40 à subméridienne, par une blastomylonitisation générale et par une reprise métamorphique dans

les faciès granulite et amphibolite. Cette restructuration s'est accompagnée d'une migmatisation.

La couverture néo-protérozoïque ou groupe de Yaoundé

Les formations panafricaines (625-530 Ma) ou groupe de Yaoundé se développent essentiellement au Nord de Kribi, dans la zone littorale sous forme d'étroits synclinaux de direction subméridienne, discordant sur le socle Archéen et Paléo-protérozoïque. Ces formations représentent un ensemble homogène et peu varié, essentiellement formé de gneiss, de micaschistes, de migmatites et de quartzites. La phase majeure de déformation qui s'y développe est D₂. Elle se caractérise par une foliation S₂ plate à légèrement pentée vers le nord, s'accompagnant d'un déversement vers le Sud ou le Sud-Ouest des plis isoclinaux P₂ indiquant un chevauchement de grande ampleur de tout le groupe de Yaoundé sur le socle du Ntem. La linéation d'étirement L₂ qui accompagne ces plis est de direction N150 à N170. Cette tectonique s'est accompagnée d'un métamorphisme dans les faciès amphibolite (cœur de la nappe) et schiste vert (semelle de nappe).

Les formations sédimentaires (couverture post panafricaine)

Au SW du Cameroun, la couverture sédimentaire est connue dans deux régions : au Sud de Kribi, dans la région de Campo, et à l'Ouest d'Edéa dans le bassin de Douala.

Dans la région de Campo, la série est d'âge Crétacé (Aptien) ; elle recouvre le socle en discordance et les faciès rencontrés sont :

- les dépôts fluviatiles et littoraux, à l'embouchure du Nyong et de la Lokoundjé ;
- la pile sédiment (conglomérats, grès, siltites et shales) d'âge Crétacé supérieur à Pliocène inférieur représentée par des affleurements peu étendus sur la rive du Nyong et par une bande littorale de 2 Km de large dans la région de Campo.

Dans la région à l'Ouest d'Edéa les formations sédimentaires représentent un ensemble peu varié constitué de conglomérats, de marnes et de calcaires d'âge Sénonien, de grès et de marnes Eocènes, puis de sables Pliocènes.

En conclusion, les diverses descriptions faites à partir de la carte géologique du SW du Cameroun au 1/500 000 montrent que les formations géologiques de cette région sont variées et présentent des âges allant de l'Archéen au Crétacé.

Les formations du socle (Craton du Ntem) ont été affectées par l'orogénèse Libérienne (3300 - 2500 Ma). Par la suite, elles ont subi à leur bordure (unités du Bas Nyong et de l'Ayna), les effets de l'orogénèse Eburnéenne (2400 - 1800 Ma).

Les formations du groupe de Yaoundé appartiennent à la couverture Néo-protérozoïque mise en place sur le socle du Ntem entre 630 - 550Ma, et ont subi l'influence de l'orogénèse Panafricaine.

La couverture sédimentaire Phanérozoïque est présente dans la région de Campo et à l'Ouest d'Edéa (rive du Nyong)

Données sismiques régionales

La région de Kribi et ses environs ont été soumis à une activité sismique modérée. Le plus fort tremblement de terre jusqu'alors rapporté est de magnitude 6 environ sur l'échelle de Richter. Au cours des 100 dernières années, 7 tremblements de terre ont été enregistrés. Depuis l'installation en 1984 du réseau de sismographes du Mt Cameroun, 6 secousses sismiques non ressenties par les populations ont été enregistrées pour la région de Kribi. Notons que la plupart des séismes ayant affecté Kribi avaient une origine peu profonde et quelques uns avaient des épicentres situés dans l'océan Atlantique. A titre d'exemple, le séisme du 23 juillet 2002 fut ressenti dans la région de Kribi et son épicentre se situait dans l'océan à 75 km à l'Ouest de Kribi.

Les tremblements de terre de Kribi seraient probablement associés aux deux structures tectoniques majeures caractéristiques de la région. Ces structures comprennent d'une part, une série de failles constituant l'extension du système de failles de la Sanaga, et de l'autre celui de la ceinture de failles qui limite le craton du Congo (au Sud) et une zone au Nord du craton généralement appelé zone mobile, mise en place dans une dynamique cisailant de grande ampleur.

II.2.2.1.2- Méthodologie

L'étude géologique se propose d'identifier et de caractériser les différentes formations pétrologiques qui composent le substratum rocheux du site, de décrire leur structure et leur tectonicité (état de fracturation) et d'établir les relations qui existent entre elles, et aussi de déterminer leur répartition spatiale sur la zone d'étude. C'est ce sous sol rocheux qui est le creuset, le support de tous les phénomènes hydriques qui s'y passent, le pourvoyeur du sol (par sa décomposition) nécessaire au développement des plantes.

Les caractéristiques des formations rocheuses du substratum telles que la porosité et le degré de fracturation, la présence de grandes failles, seraient des grands indicateurs sur l'importance de leur réserve en eau et la circulation souterraine de cette eau.

L'étude géologique sera exécutée suivant une méthodologie axée sur trois points essentiels que sont la recherche bibliographique qui s'intéressera particulièrement aux publications traitant des formations géologiques qui se rencontrent dans la zone d'étude, la recherche, l'observation et la description des affleurements, et enfin la présentation des résultats.

La recherche bibliographique consiste à rechercher et à exploiter les travaux antérieurs sur la géologie de la région. Ceci permet d'avoir une idée globale sur les types de roches et de structures que l'on trouvera éventuellement sur le site.

Les observations de terrain se résument à la recherche, l'observation et la description des affleurements rocheux. Il s'agit d'identifier les affleurements rocheux, de relever leurs éléments de structure, et leurs coordonnées géographiques au GPS pour un positionnement facile sur la carte géologique qui sera faite à l'issue des travaux. Cette méthode pose tout de même problème, à cause du couvert végétal important dans le secteur situé en forêt équatoriale. Nous disposons cependant d'un système de layons ouvert pour faciliter la circulation. Ainsi suivant les objectifs du jour et aidé par un personnel local (2 personnes pour la géologie) nous parcourons le layon approprié à la recherche des affleurements.

Les quelques pistes carrossables surtout à l'ouest, le long de la côte océanique et au sud de la zone d'étude ont été d'un très grand secours. L'occasion était ainsi donnée pour la recherche des affleurements sur les tranchés routiers et dans les cours d'eau que ses pistes traversent. Le

long de la côte océanique a été exploré et les affleurements qui s'y rencontrent étudiés. Souvent aussi les pistes piétonnes ont été utilisées pour une circulation plus aisée, grâce à l'assistance des guides locaux, recrutés parmi les populations locales qui pratiquent la chasse.

Le matériel utilisé comporte : une boussole, un marteau de géologue, un GPS, et un appareil photographique numérique.

La synthèse des données (interprétation et carte géologique) a consisté à les étudier afin de définir la nature pétrographique du substratum rocheux de la zone d'étude, et les faciès pétrologiques reportées sur une carte géologique de synthèse en s'inspirant aussi des données bibliographiques.

II.2.2.2- Etude de formations pédologiques

Pour accéder à un nombre d'informations raisonnables sur la perméabilité des différents types de sols de la zone 2, l'expert a utilisé la méthode de prospection de reconnaissance. Cette méthode envisage la prospection des vastes zones comme celle de la DUP qui ne sont pas familières. Il s'agit d'une méthode de prospection pédologique rapide visant à obtenir des informations essentielles sur la zone d'étude à couvrir. Cette étude débouchera sur la détermination des différents types de sols.

L'étude de la reconnaissance pédologique sera effectuée en cinq étapes successives que sont:

- ✚ La synthèse bibliographique ;
- ✚ L'interprétation des photos aériennes et des supports topographique et géologique ;
- ✚ L'étude de reconnaissance proprement dite sur le terrain incluant les observations générales à la tarière, l'ouverture et la description des profils pédologiques couplés du prélèvement des échantillons de sol ;
- ✚ L'analyse des échantillons de sol au laboratoire ;
- ✚ L'interprétation des résultats : classification et cartographie des différents types de sols.

II.2.2.2.1-Synthèse bibliographique

Plusieurs études ont été menées dans les domaines variés des sols de Kribi. Le premier travail consistait à rassembler toutes ces informations disponibles (rapports, photographies aériennes,

images satellitaires, cartes topographiques, etc.) nécessaires à la collecte et à l'exploitation des données à rechercher. Le GWP a fait des efforts énormes dans ce domaine, notamment à travers la géomatique qui a mis à la disposition de l'expert un support (cartes de synthèse pédologique, géologique et topographique et photographies aériennes de la zone) plus ou moins adéquat pour faciliter les travaux sur le terrain. Ce travail documentaire a permis à l'expert de mieux connaître la zone d'étude à la lumière des travaux antérieurs effectués dans le domaine pédologique. Ce qui a contribué à faire un travail de fond, évitant ainsi la perte de temps et tout chevauchement possible.

II.2.2.2-Interprétation des photos aériennes et des supports topographique et géologique

Différents types de formations végétales, topographiques ou géologiques pourraient traduire des types de sols différents. La photo-interprétation permettait ainsi de faire un lien entre ces formations et de le transcrire sur un fond de carte topographique. Les différentes unités physiographiques (unités cartographiques) étaient configurées sur la carte topographique de base. Ces unités étaient caractérisées sur le fond topographique ou de photos a par la position, le relief, la composition et des limite des caractéristiques. Par définition, chaque unité physiographique représentait une unité taxonomique ou type de sol donné et d'une manière générale les unités physiographiques ayant les mêmes caractéristiques constituaient par hypothèse un même type de sol, la confirmation de cette hypothèse sur le terrain restant un critère de décision finale. La carte pédologique provisoire obtenue renfermait les types de sols facilement identifiables, mais également des zones d'ombre dont l'estimation restait douteuse. Dans le cas des sols facilement identifiables sur les supports, les zones témoins étaient choisies sur la carte topographique pour vérifier et confirmer sur le terrain les résultats obtenus à partir de l'interprétation. Par contre, la majeure partie de l'exercice difficile revenait aux zones d'ombre où l'expert n'avait aucune base de données. Dans ce cas, la descente sur le terrain jusqu' à chaque zone d'ombre différente devenait indispensable.

II.2.2.2.3-Etude de reconnaissance pédologique proprement dite sur le terrain

Observations pédologiques

Au cours de l'étape précédente, un certain nombre d'informations a été obtenu sur l'interprétation des documents disponibles, notamment les photos aériennes et la carte

topographique. Ces informations ont permis d'identifier différents types de sols et de mettre en relief certaines zones d'ombre qu'il valait la peine de vérifier sur le terrain. Afin de faciliter cette étape de travail, des layons espacés d'un kilomètre étaient ouverts d'Est en Ouest sur la zone. Cependant, compte tenu de la taille de la zone étudiée et des contraintes de temps, les observations étaient faites à la tarière sur les layons espacés de trois kilomètres. Les observations étaient faites d'une manière systématique sur les endroits préalablement repérés sur la carte topographique et/ou pédologique. A chaque point d'observation, les coordonnées GPS étaient relevées, les caractéristiques de sol (texture et profondeur des horizons, présence de gravillons ou de cuirasses lateritiques, état de drainage et/ou présence de la nappe phréatique, etc.) décrites. Au cours de cet exercice, les observations visuelles étaient également faites sur la couleur du sol dont le ton et l'intensité étaient déterminés par le Munsell Soil Color Chart.

 Ouverture et description des profils pédologiques, collecte des échantillons de sol, test de perméabilité in situ et détermination de la porosité.

Compte tenu de leur coût et de la difficulté de leur mise en place, les profils pédologiques n'étaient ouverts qu'au niveau de chaque type de sol, celui-ci étant défini au départ comme représentatif d'un ensemble d'unités cartographiques ayant les mêmes caractéristiques pédologiques. Un profil de deux mètres de long sur un mètre et demi de large était creusé jusqu'à 1,20 mètre de profondeur. Chaque profil était décrit systématiquement en tenant compte de l'environnement et de la presque totalité des caractéristiques physiques du sol énumérées en (b) horizon par horizon. Au terme de cette description, les échantillons de sol étaient prélevés pour les déterminations physico chimiques au laboratoire.

Pour connaître la perméabilité de chaque type de sol, un test *in situ* était fait à proximité de chaque profil. La méthode retenue pour ces tests était celle de Porchet selon la relation :

$$K_{\text{sat}} = - p (2,3R/2) \text{ où}$$

- K_{sat} : perméabilité (en cm.s^{-1}) ;
- R : rayon du trou (en cm) ;
- P : pente de la droite représentative du test d'infiltration $\log (h + R/2) = f (t)$.

Les échantillons de sol étaient également prélevés pour déterminer la porosité totale obtenue selon la relation :

$$f = (1 - \rho/2.65) * 100 \text{ où}$$

- f est porosité totale (%) ;
- ρ est la densité apparente de l'échantillon du sol à tester (g.cm^{-1}).

II.2.2.2.4-Analyse des échantillons de sol au laboratoire

L'analyse des échantillons de sol comprenait la caractérisation physique (densités apparentes, porosité et granulométrie) et chimique (pH, CEC, somme de bases échangeables, taux de saturation, etc.) des sols.

Cette étape était importante dans la mesure où les résultats d'analyse constituaient un apport important d'arguments à l'interprétation des résultats obtenus sur le terrain. En effet, certaines caractéristiques du sol telle que la perméabilité ne sauraient être mieux expliquées en absence des résultats d'analyse granulométrique des sols.

D'autre part, le recasement des populations locales dans la zone 2, par exemple, impliquera à long terme certaines activités anthropiques telles que l'agriculture, la sylviculture et l'élevage. La connaissance chimique des sols de la zone devient indispensable pour déterminer le niveau initial de leur fertilité. Ce qui contribuera à mener le suivi à tout moment pour évaluer la durabilité des systèmes de cultures.

II.2.2.2.5-Interprétation des observations de reconnaissance et établissement de la carte d'aptitude des terres

L'utilisateur des résultats de prospection s'intéresse à connaître non seulement les caractéristiques des différents types de sols identifiés, mais également leurs potentialités et leurs limitations par rapport aux caractéristiques physico-chimiques observées. Cette phase mène à l'interprétation de ces caractéristiques par type de sol afin d'en déterminer leur suffisance ou leur déficience. Cette phase aboutit à l'établissement de la carte d'aptitude des terres. Il s'agit de mettre à la disposition du Maître d'Ouvrage une carte d'aptitude des terres dans DUP lui permettant de connaître leurs différentes potentialités et leurs limitations. Ce qui lui sert d'outil d'aide à la décision.

II.2.2.3- Prospection géophysique

Le site à aménager est une portion du siège du cycle de l'eau en action permanente dans la sous-région et la modification de la structure naturelle du site ne sera pas sans conséquences sur les paramètres qui ajustent le mécanisme du dit cycle à savoir :

- La diffusion du rayonnement local à cause de la mise à nu d'un certain nombre de périmètres ;
- L'évapotranspiration à cause de décapage d'une fraction importante de la strate végétale ;
- L'infiltration de l'impluvium à cause des terrassements qui affecteront la zone ;
- L'augmentation des flux de drainage des eaux de surface ;
- La salinisation des aquifères d'eaux douces à cause des pompages non réglementés ;
- Les pollutions potentielles induites par les activités agro-industrielles et minières futures des riverains.

Les distorsions subies par ces paramètres fondamentaux qui régulent les flux naturels des ressources hydriques dans la zone auront une incidence quantitative et qualitative sur la disponibilité en eau et tout ce qui en dépend (vie terrestre et aquatique- activités humaines).

Le souci de prospective impose qu'une évaluation in fine de la ressource en eau dans le site soit dressée et que les mesures d'atténuation des impacts négatifs sus évoquées soient précisées pour une mise en œuvre qui garantisse la pérennité de la ressource à long terme.

Une identification exhaustive des menaces potentielles qui pèseront sur les ressources en eau de la zone d'aménagement et des zones affectées par le projet ne saurait se passer d'une description complète de l'état actuel des lieux en ressource hydrique dont une des composantes stratégiques est emmagasinée dans le sous-sol de manière renouvelable.

L'évaluation hydrogéologique dont il est question ici fait appel à une multitude de techniques et méthodes parmi lesquelles figurent en bonne place les investigations géophysiques qui contribueront notamment à donner une bonne lisibilité de la géométrie souterraine, notamment sur l'importance et l'extension des aquifères dans le sous-sol objet de l'étude.

La composante géophysique mobilisée devait donc notamment contribuer à :

- La caractérisation des aquifères du point de vue de leur géométrie ;
- L'élaboration d'un modèle 3D de chaque aquifère par spatialisation des données de sondage électrique ;
- La cartographie de chaque aquifère en courbes isobathes et/ou isopaches.

Pendant la phase d'acquisition des données sur le terrain, l'accent a été mis sur la réalisation de levés géo électriques (sondages électriques verticaux) tel que prescrit par les Termes de Référence et la coordination scientifique du projet.

Les sites sondés ont été présélectionnés sur étude au bureau avec indication de leurs coordonnées respectives de manière à les repérer sur le terrain à l'aide d'un GPS. Ces sondages verticaux ont été réalisés sur des sites plus ou moins proches des sites théoriquement définis et le dispositif de sondage subissait une variation d'envergure du dispositif de mesure de $AB/2=4m$ à 300m pour obtenir des données de résistivité apparente du proche sous-sol à la verticale des points sondés.

L'accès sur les sites à prospecter, qui s'est généralement avéré périlleux, était facilité malgré de nombreux obstacles, par l'existence de layons et d'anciennes voies forestières et le recours à un excellent outil de navigation mis à la disposition de l'expert.

En rapport aux mesures géo électriques, les équipements suivants ont été utilisés :

- Un transmetteur IPC-8/250w de type générateur de tension à signal primaire de type rectangulaire avec inversion automatique de polarité et durée de pulsion réglable à 1 ; 2 ou 4 secondes. Les tensions de sorties sont réglables à 150 ; 212 ; 300 ; 425 ; 600 ou 850v selon la nature des terrains à investiguer ;
- Un receveur IPR-10A avec une impédance d'entrée de $3M\Omega$, doté d'un filtre de rejet de signaux électriques parasites de 50 à 60 Hz et d'une échelle de mesure de tension allant de 30 μ v à 30v étalée sur 12 positions ; sa précision de lecture étant de $\pm 3\%$ et une résolution de 0,1% ;
- Des accessoires de mesures constitués de deux grandes bobines, deux petites bobines, des massettes, des électrodes et des pièces de rechange.

En rapport à la navigation sur le terrain, les instruments suivants ont été utilisés :

- Une boussole de type SUNTO'O qui a surtout servi aux opérations de layonage et des mesures azimutales des linéaments ;
- Un GPS de marque GARMIN Etrex pour la géo référenciation des sites particuliers tels que les points de sondages électriques verticaux et la localisation des points de repère permettant d'accéder aux sites d'intérêt.

II.2.2.4- Calcul du bilan hydrique

Le bilan hydrique permet de suivre l'évolution des réserves en eau du sol d'un mois à l'autre. Le bilan simplifié de Thornthwaite est le plus s'adapter aux conditions de la région de Kribi.

Cette méthode est basée sur la notion de réserve en eau facilement utilisable (notée par la suite RFU). On admet que le sol est capable de stocker une certaine quantité d'eau (la RFU) ; cette eau peut être reprise pour l'évaporation par l'intermédiaire des plantes. La quantité d'eau stockée dans la RFU est bornée par 0 (la RFU vide) et RFU max (capacité maximale de la RFU qui est de l'ordre de 0 à 200 mm suivant les sols et sous-sols considérés, avec une moyenne de l'ordre de 100 mm). On admet que la satisfaction de l'Etp a priorité sur l'écoulement, c'est-à-dire qu'avant qu'il n'y ait d'écoulement, il faut avoir satisfait le pouvoir évaporant ($E_{tp} = E_{tr}$). Par ailleurs, la complétion de la RFU est également prioritaire sur l'écoulement. On établit ainsi un bilan à l'échelle mensuelle, à partir de la pluie du mois P, de l'Etp et de la RFU.

Si $P > E_{tp}$, alors :

- $E_{tr} = E_{tp}$
- Il reste un excédent ($P - E_{tp}$) qui est affecté en premier lieu à la RFU, et, si la RFU est complète, à l'écoulement Q.

Si $P < E_{tp}$:

- On évapore toute la pluie et on prend à la RFU (jusqu'à la vider) l'eau nécessaire pour satisfaire l'ETr soit :
 - $E_{tr} = P + \min(RFU, E_{tp} - P)$
 - $RFU = 0$ ou $RFU + p - E_{tp}$

Si $RFU = 0$, la quantité ($Da = ETP - Etr$) représente le déficit agricole, c'est-à-dire sensiblement la quantité d'eau qu'il faudrait apporter aux plantes pour qu'elles ne souffrent pas de sécheresse.

La station météorologique de Kribi a été choisie comme station de référence grâce à la fois à la proximité de cette station au site étudié et, à la continuité et à la qualité des observations qui y sont faites. Les quantiles des pluies et températures ont été calculés suivant la méthode dite des moments. Ces résultats ont été comparés à ceux obtenus par le calcul des mêmes quantiles par la loi de Gumbel. Les résultats sont similaires et, dans la suite des travaux, seule la loi de Gumbel dite loi des extrêmes sera utilisée. Le transfert des données se fera ensuite en ne tenant compte que de la taille des bassins versants.

Le calcul de ces paramètres est effectué suivant l'organigramme de la figure 50. Les plus intéressants de ces paramètres sont le "water surplus" ou excédent pluviométrique (WS) et l'écoulement souterrain (QW) dont l'évolution permet de déterminer les périodes de recharge et de vidange de la nappe.

N.B. Les stations retenues dans la présente étude pour le calcul du bilan hydrique dans la zone affectée au projet de construction du port en eau profonde sont celles de Kribi située au nord de la zone et celle de Campo située au sud.

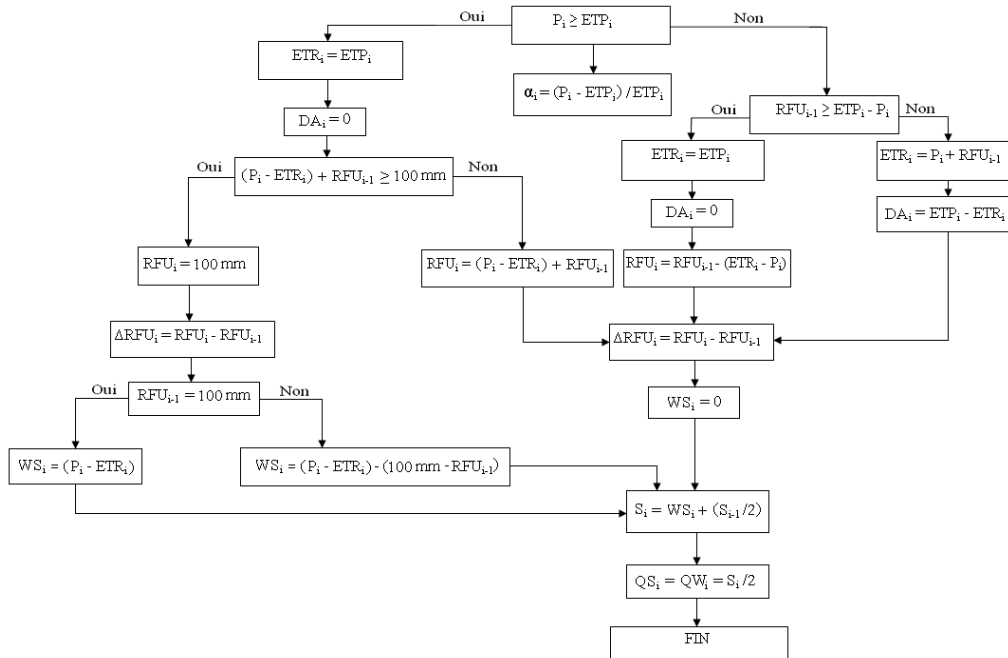


Figure 50 : Organigramme du calcul du bilan hydrique selon la méthode de THORNTHWAITE (Kalla, 2007)

II.2.2.5- Détermination des paramètres hydrodynamiques en zone non saturée : essais d'infiltration de Porchet

Le processus de recharge des aquifères par les précipitations est conditionné par la perméabilité des formations superficielles. De ce fait des essais de perméabilité à saturation ont été effectués à l'emplacement des différents piézomètres du site afin d'établir une carte de perméabilité pour les formations superficielles.

La méthode retenue pour ces essais est celle de Porchet qui consiste à suivre, en fonction du temps, l'infiltration d'une quantité d'eau versée dans un trou circulaire (Banton et Bangoy, 1997). Les trous sont réalisés à l'aide d'une tarière manuelle de diamètre extérieur 63 mm. Le trou et son environnement immédiat sont préalablement saturés d'eau. Il est ensuite rempli d'eau et on y mesure la vitesse d'infiltration par le relevé du niveau de l'eau en fonction du temps sur une fiche préconçue (Annexe). Les mesures sont effectuées à l'aide d'un chronomètre et d'un décimètre. 32 trous régulièrement distribués dans la zone 2 et d'une profondeur moyenne de 0,60 m ont été réalisés sur le site d'intérêt.

II.2.2.6- Détermination des paramètres hydrodynamiques en zone saturée : essais du trou de tarière

La perméabilité est l'aptitude d'un réservoir à conduire l'écoulement de l'eau, dans des conditions hydrodynamiques imposées (Castany, 1982). L'importance qu'elle revêt pour la description de la dynamique de la phase fluide fait de sa détermination un aspect essentiel de l'évaluation des processus de transfert des fluides (Musy et Soutter, 1991).

Ces essais de perméabilité ont été également exécutés sur les mêmes sites que précédemment, les points étant distants de quelques mètres seulement afin de considérer le même environnement physique et lithologique des sols testés. Le choix s'est porté sur les essais de perméabilité à charge variable car ils sont plus fiables et donnent plus d'informations que les essais à niveau constants. Le principe de ces essais consiste à enregistrer l'abaissement du niveau de la nappe ou la remontée dans le piézomètre en fonction du temps au cours d'un pompage. Les niveaux d'eau peuvent également être mesurés après l'arrêt du pompage.

Sur le site, ces essais ont consisté à prélever de l'eau dans les différents piézomètres à l'aide d'un téflon ou d'une bouteille en verre lestée et à suivre leur remontée en fonction du temps.

On mesure la vitesse de l'eau dans le piézomètre par le relevé du niveau de l'eau à l'aide d'une sonde piézométrique sonore en fonction du temps sur une fiche préconçue.



Figure 51 : Dispositif de mesure

II.3- Etude de la dynamique des écoulements

II.3.1- Ecoulement de surface

II.3.1.1- Délimitation et caractérisation des bassins versants

En tout point d'un cours d'eau, on peut être amené à définir un bassin versant et à caractériser le comportement hydrologique dudit cours d'eau. Le bassin versant en une section d'un cours d'eau est défini comme étant la surface drainée par ce cours d'eau et ses affluents en amont de la section. Tout écoulement prenant naissance à l'intérieur de cette surface doit donc traverser la section considérée, appelée exutoire, pour poursuivre son trajet vers l'aval.

Selon la nature des terrains, on peut considérer deux définitions :

- Le bassin versant topographique si le sous-sol est imperméable, le cheminement de l'eau ne sera déterminé que par la topographie. Le bassin versant sera alors limité par des lignes de crêtes et des lignes de plus grande pente. C'est cette définition que nous retiendrons pour cette étude ;
- Le bassin versant hydrogéologique dans le cas d'une région au sous-sol perméable, il se peut qu'une partie des eaux tombées à l'intérieur du bassin topographique s'infilte puis sorte souterrainement du bassin (ou qu'à l'inverse des eaux entrent souterrainement dans le bassin). Dans ce cas, nous serons amenés à ajouter aux considérations topographiques des considérations d'ordre géologique pour déterminer les limites du bassin versant.

Même comme cette distinction entre bassin topographique et hydrogéologique se justifie surtout pour les petits bassins, nous avons estimé que la taille de nos bassins permet une compensation entre les apports et les pertes souterraines. De plus, on peut admettre que le débit des cours d'eau est proportionnel à la surface du bassin, les échanges souterrains se font, eux, aux frontières et varient donc sensiblement comme le périmètre. Lorsque la taille du bassin augmente, la surface croît plus vite que le périmètre et la valeur relative des échanges souterrains par rapport au débit de surface tend à devenir négligeable.

Les bassins versants se distinguent entre eux par leurs caractéristiques morpho métriques que sont la surface, le périmètre, le « coefficient K_c de Gravelius » qui se définit comme le rapport du périmètre du bassin versant au périmètre du cercle ayant même surface (appelée aussi coefficient de compacité) et par les caractéristiques des altitudes (hypsométrie).

On aura une idée du relief des bassins versants rencontrés à travers la détermination de

Indice de pente globale I_g , l'indice de Roche étant trop long à évaluer pour des études rapides comme celle-ci. $I_g = D/L$

- D étant la dénivelée $h_5\%$ - $h_{95}\%$, définie sur la courbe hypsométrique ou même directement à l'oeil sur la carte topographique ;
- L étant la longueur du rectangle équivalent.

Cet indice, très facile à calculer, est des plus utilisés. Il sert de base à une des classifications O.R.S.T.O.M. pour des bassins versants dont la surface est de l'ordre de 25 km^2 . A titre de rappel :

R1	Relief très faible	$I_g < 0,002$
R2	Relief faible	$0,002 < I_g < 0,005$
R3	Relief assez faible	$0,005 < I_g < 0,01$
R4	Relief modéré	$0,01 < I_g < 0,02$
R5	Relief assez fort	$0,02 < I_g < 0,05$
R6	Relief fort	$0,05 < I_g < 0,1$
R7	Relief très fort	$0,1 < I_g$

Les différents bassins versants ont été délimités par modélisation hydrologique à partir de l'application ArcGIS. La superficie et le périmètre de chaque bassin versant a été calculée ; ces données ont permis de déterminer le coefficient de compacité de gravelius pour les bassins les importants. Le réseau hydrographique a été hiérarchisé suivant la classification de Strahler selon laquelle :

- Tout cours d'eau n'ayant pas d'affluent est dit d'ordre 1 ;
- Au confluent de deux cours d'eau de même ordre n , le cours d'eau résultant est d'ordre $n + 1$;
- Un cours d'eau recevant un affluent d'ordre inférieur garde son ordre, ce qui se résume par : $n + n = n + 1$ et $n + m = \max(n, m)$

Mais le calcul du rapport de confluence R_c a obéi aux lois de Horton qui sont empiriques et relient le nombre, la longueur moyenne et l'ordre des cours d'eau. On constate que pour un

bassin versant homogène, le "rapport de confluence" R_c , rapport du nombre N_i de cours d'eau d'ordre i au nombre N_{i+1} de cours d'eau d'ordre $i + 1$, est sensiblement constant.

La densité de drainage D_d qui se définit par le rapport de la longueur totale des cours d'eau à la surface du bassin versant a également été déterminée.

II.3.1.2- Description de la dynamique fluviale

La description de la dynamique fluviale s'est appuyée sur la recherche bibliographique qui nous a permis d'avoir des données météorologiques de la zone de projet, les données cartographiques qui nous ont permis de déterminer les bassins versant. Quelques stations de jaugeage ont été installées sur certains cours d'eau, les plans d'aménagement ont également été consultés. Une descente sur le terrain a permis de procéder à l'observation des différents cours d'eau de la zone de projet.

II.3.2- Ecoulement souterrain

II.3.2.1- Implantation et installation des piézomètres

L'implantation consiste à rechercher les sites adéquats devant être utilisés pour la réalisation des piézomètres. Les critères suivants ont guidé l'implantation des piézomètres :

- La représentativité spatiale des piézomètres : Les piézomètres sont disposés selon un maillage déterminé en fonction de la précision recherchée pour la carte piézométrique à établir ;
- L'accessibilité sur le site : certains layons ont été choisis pour servir d'accès aux zones d'implantations et de suivi des piézomètres ;
- La morphologie du site : les piézomètres ont été positionnés préférentiellement en zone de rupture de pente. En effet, les pentes élevées caractérisant le site d'intérêt ont fortement orienté l'implantation des piézomètres dans la zone de rupture de pente car il est difficile de réaliser à l'aide d'une tarière manuelle des trous de plus de 4 mètres de profondeur pour atteindre la nappe phréatique.

Au niveau du socle, les possibilités d'écoulements souterrains et leurs directions sont conditionnées par la nature des roches, l'orientation des couches et leur fracturation naturelle (diaclasses, clivage, fractures diverses,...), ainsi que la topographie de l'interface socle/sol. On peut a priori considérer que les directions des plans de stratification, des plans de clivage et

des failles qui déterminent la fissuration en grand de ces formations, correspondent aux principales directions d'écoulements potentiels dans le socle. Les irrégularités locales de la surface du socle liées à la pénéplanation pourraient localement donner aux écoulements souterrains une orientation préférentielle. Toute fois, la détermination des écoulements souterrain lors de cette étude ne prend en compte que l'aquifère superficiel poreux.

A l'issue des implantations des piézomètres conformément aux critères ci-dessus présentés, 32 piézomètres ont été réalisés à l'aide d'une tarière manuelle de diamètre 63 mm (figure 52 et figure 53). Lors du fonçage des piézomètres, les *cuttings* (échantillons de sols) ont été collectés à la profondeur de venue d'eau pour la détermination des propriétés hydrodynamiques au laboratoire et confrontation éventuelle avec les valeurs de terrain. La profondeur de chaque venue d'eau a systématiquement été identifiée, puis le fonçage s'est poursuivi sur une profondeur de 0,50 à 1,00 mètre voir plus, avant tout équipement.

Ces piézomètres ont ensuite été équipés des tuyaux en PVC crépinés sur toute la hauteur mouillée. Le piézomètre ainsi réalisé a été bouché pour éviter toute entrée de l'eau ou chute d'objet à l'intérieur du tubage. Les logs lithologiques sont ensuite établis pour chaque piézomètre.

Pour chaque piézomètre implanté, les informations suivantes sont notées :

- Coordonnées géographiques ;
- Profondeur totale ;
- Profondeur de la venue d'eau ;
- Diamètre du piézomètre ;
- Hauteur de la margelle.

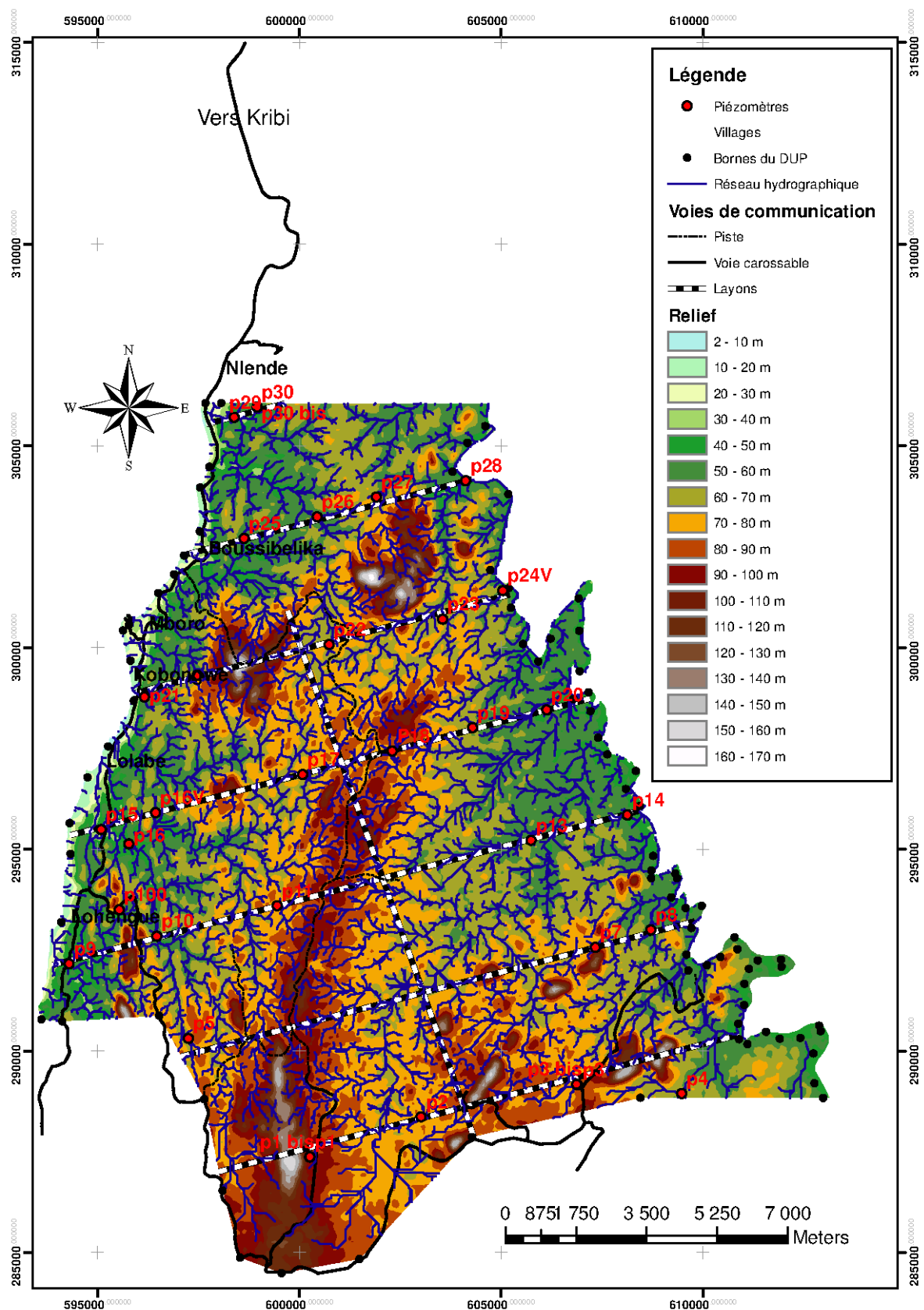


Figure 52 : Distribution spatiale des piézomètres et des trous utilisés pour les essais d'infiltration dans la zone 2



Figure 53 : Fonçage, collecte de cuttings et équipement des piézomètres

II.3.2.2- Suivi piézométrique

Le suivi piézométrique consiste à mesurer les niveaux piézométriques à une cadence déterminée selon les objectifs à atteindre et/ou la disponibilité de l'opérateur. Le niveau piézométrique est l'altitude du plan d'eau dans un piézomètre. Il est calculé par différence entre la cote du sol (repère sur l'ouvrage) Z , et la profondeur p :

$$H = Z - p$$

- H : niveau piézométrique (en m) ;
- Z : altitude du repère sur l'ouvrage (en m) ;
- p : profondeur du plan d'eau dans le piézomètre (en m).

Dans les ouvrages artésiens, $H = Z +$ élévation du niveau d'eau au-dessus du sol (figure 54). La profondeur du niveau d'eau, dans l'ouvrage, est mesurée par une sonde électrique lumineuse et sonore. L'altitude du repère sur l'ouvrage est calculée en ajoutant la hauteur de la margelle à la cote du sol extraite du MNT :

$$Z = Z_{\text{sol}} + h$$

- Z : altitude du repère sur l'ouvrage (en m) ;
- Z_{sol} : altitude du sol (en m) ;
- h : hauteur de la margelle (en m).

Le suivi piézométrique réellement dit n'a pas été possible compte tenu de l'immensité de la zone d'étude et des difficultés d'accès aux sites. Les données piézométriques utilisées ici sont celles obtenues lors de l'implantation des piézomètres. La liste des piézomètres implantés est présentée dans le tableau 26 et leur distribution spatiale est donnée par la figure 52 ci dessus.

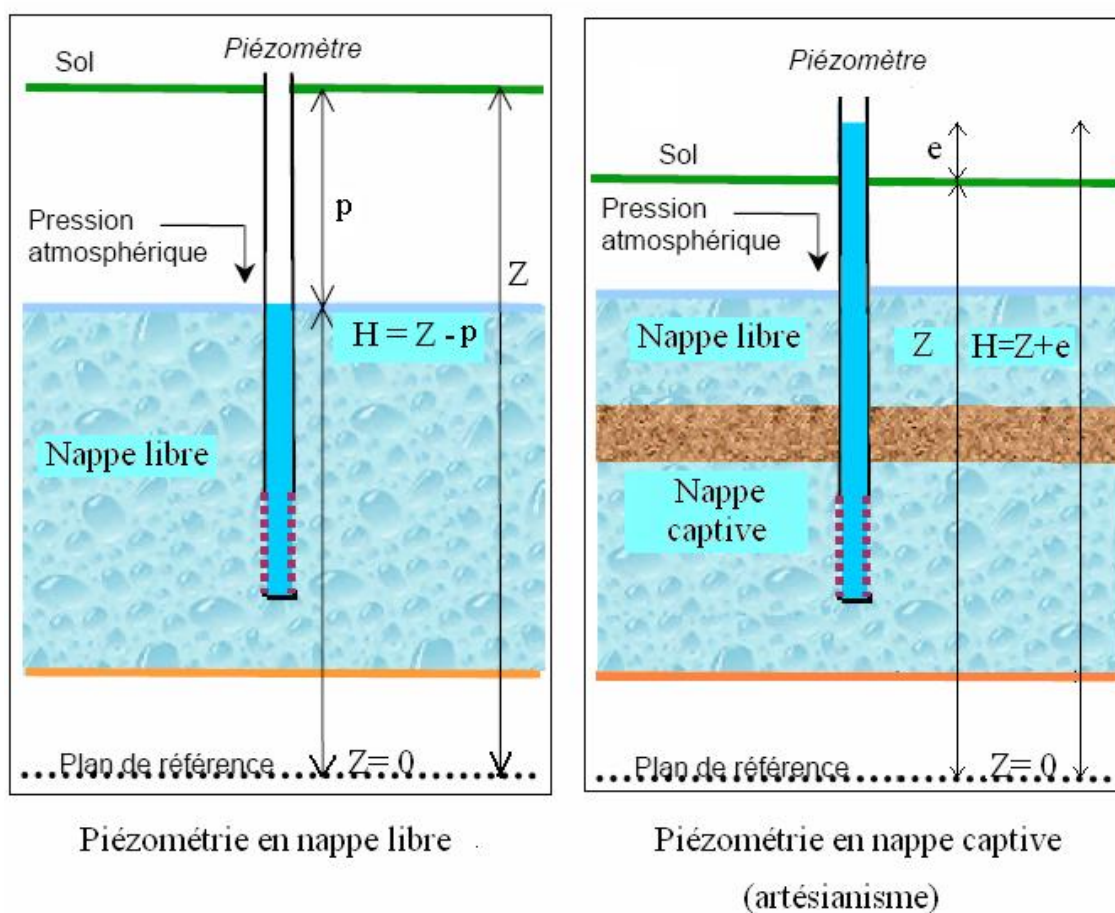


Figure 54 : Mesure du niveau piézométrique (Albouy et Seguin, 2004 ; modifié)

Tableau 26 : Liste des piézomètres implantés pour le suivi de la nappe phréatique dans la zone 2

Piézomètres	X	Y
p1	600262	287370
p1 bis	600260	287362
p10	596472	292839
p100	595541	293495
p13	605744	295220
p14	608133	295849
p15	595089	295482
p16	595772	295132
p16V	596438	295904
p17	600080	296847
p19	604297	298013
p2	603018	288363
p20	606131	298451
p21	596163	298770
p22	600741	300069
p23	603555	300701

p24V	605043	301405
p25	598635	302700
p26	600445	303237
p27	601913	303728
p28	604122	304132
p29	598385	305703
p3	606896	289155
p3 bis	606876	289168
p30	598954	305954
p30 bis	598955	305959
p4	609477	288939
p5	597255	290306
p7	607334	292566
p8	608715	292996
p9	594297	292155
P18	602301	297428

Les données piézométriques collectées ont permis d'élaborer une carte en courbes isopièze. Une corrélation forte ayant été observée entre les niveaux piézométriques et les altitudes des piézomètres (par rapport au sol) la carte a été élaborée par cokrigage avec l'application ArcGIS.

II.4- Cartographie des facteurs influençant la variabilité spatiale et temporelle des ressources en eau

Les facteurs qui contrôlent la variabilité spatiale et temporelle des processus hydrologiques ainsi que la disponibilité des ressources en eau sont :

- La topographie ;
- L'état d'occupation des sols ;
- Le réseau hydrographique ;
- La pédologie ;
- La géologie.

L'élaboration du réseau hydrographique, la pédologie et la géologie et ayant déjà été présentée ci-dessus, seuls les autres facteurs seront abordés dans cette partie.

II.4.1- Elaboration d'un Modèle Numérique de Terrain (MNT)

Le MNT a été élaboré par spatialisation des semis de points obtenus à partir des données LIDAR avec le logiciel GLOBAL MAPPER. Cependant, ces données ne couvrent qu'une

partie du site d'intérêt. Les données RADAR SRTM3 ont été mises à contribution pour disposer d'un MNT couvrant toute la zone d'étude. Le traitement de ces données RADAR s'est fait en deux étapes avec la calculatrice spatiale du logiciel ArcGIS. Il s'agit de :

- La correction des valeurs aberrantes du signal RADAR ;
- Du comblement des lacunes dans l'acquisition des données.

II.4.2- Elaboration de la carte d'occupation des sols

Le cycle de l'eau est fortement tributaire de l'état d'occupation des sols. La carte d'occupation des sols de la zone I a été élaborée par photo-interprétation de photographies aériennes suivant trois étapes :

- Analyse visuelle des photographies aériennes ;
- Descente de terrain et d'identification des différentes strates végétales qui constituent les interfaces de la carte d'occupation des sols ;
- Interviews avec les populations locales afin de faire un inventaire des activités passées susceptibles d'avoir influencé l'état d'occupation actuelle ;
- Digitalisation des différentes interfaces avec une application SIG ;
- Saisie des données relatives à chaque interface dans les tableaux attributaires ;
- Calcul des paramètres géométriques (superficie et périmètre) de chaque strate végétale.

II.4.3- Elaboration des cartes géologique et pédologiques

Pour l'élaboration des cartes géologiques et pédologiques, les cartes thématiques ont été collectées, puis scannées. Elles ont ensuite été géoréférencées dans le système de projection UTM WGS84. Les différentes formations géologiques et pédologiques ont ensuite été digitalisées. Les données relatives à chaque formation ont été collectées par recherche bibliographique et sur le terrain, puis, saisies dans les tableaux attributaires.

II.5- Evaluation qualitative et quantitative des ressources en eau

II.5.1- Ressources en eau de surface

II.5.1.1- Installation des stations hydrométriques

Les éléments d'échelles installés sont les mires limnimétriques MIST, de fabrication française, réalisées en tôle émaillée. Elles présentent une bonne résistance à la corrosion mais

ne doivent pas être soumises à des chocs. Elles sont livrées en éléments de 1 mètre divisés en centimètres et chiffrés tous les décimètres. La lecture est facile grâce à la différence de taille entre le chiffre des mètres (m) et celui des décimètres (dm). L'émaillage est réalisé en noir sur fond blanc.

Chaque élément, de largeur 13cm et de poids 1,45kg, comporte 6 trous de fixation de 9mm de diamètre et une cambrure de 8mm sur les côtés. Les éléments de longueur 1m sont disponibles avec les chiffraisons où les grands chiffres représentent les mètres et où les petits chiffres représentent les décimètres.

Les échelles limnimétriques en tôle émaillée offrent une lecture directe du niveau d'eau. Ces éléments standards permettent la constitution de **toute échelle à partir d'un stock minimal** et la réutilisation si nécessaire sur d'autres sites, leur démontage étant rapide.

Les mires sont fixées sur des supports de 2m UNP 080 battus dans le lit de la rivière, à l'aide des boulons et des plaquettes fabriquées en fer plat de 025. Ces supports sont enfoncés par battage et/ou scellés au sol à l'aide du ciment sur une longueur de 1m. C'est le m libre à la surface du sol qui accueillera la mire.

Le raccordement entre les différents éléments d'échelle d'une même station limnimétrique se fait par nivellement topographique. Les stations ont ensuite été rattachées à une borne qui servira de repère, si la station arrivait à être détruite.

II.5.1.2- Jaugeages volumétriques

Un jaugeage est une mesure quasiment instantanée du débit d'un cours d'eau. Les techniques utilisées sont nombreuses et généralement complémentaires ; elles s'appuient sur des principes très différents selon les cas. La technique adoptée pour les cours d'eau de la zone 1 est celle des jaugeages par exploration du champ des vitesses.

Soit une section droite S d'un cours d'eau ; le débit dans cette section se définit comme le flux du vecteur vitesse à travers S.

$$Q = \int_S \mathbf{V} \cdot d\mathbf{s} \quad \text{ou plus explicitement} \quad Q = \int \int \int_{\Omega} \mathbf{V}(x,y) \cdot \mathbf{RGRDf}(x,y) \, dy \cdot dx \, dx \, dy \cdot V(x,y) \mathbf{RGRDf}(x,y)$$

Les jaugeages par exploration du champ des vitesses consistent à étudier la fonction $V(x,y)$ en l'échantillonnant suivant différentes valeurs de x et de y. Généralement, on se fixe

différentes abscisses (des "verticales") $x_1, x_2, \dots, x_i, x_n$ et sur chaque abscisse x_i , on échantillonne à différentes profondeurs $y_{i1}, y_{i2}, \dots, y_{ij}, \dots, y_{ip}$, la vitesse $V(x_i, y_{ij})$; cette technique est appelée jaugeage "point par point".

Le paramètre à mesurer est la composante normale à la section de la vitesse de l'eau. Le capteur utilisé est une hélice. Si on introduit cette hélice dans l'écoulement, la vitesse longitudinale de l'eau va provoquer la rotation de l'hélice. La relation entre la vitesse de rotation n (en tours/seconde) et la vitesse de l'eau V (en m/s) dépend du pas p de l'hélice, des frottements et des perturbations des vitesses dues au support de l'hélice. L'étalonnage est fait au laboratoire dans les conditions réelles d'emploi et la relation $V[f(n)]$ est du type :

$$V = a.n + b$$

Dans laquelle :

- V est la vitesse de l'eau sur le point exploré. V s'exprime en m/s ;
- a représente le pas réel de l'hélice c'est-à-dire la dimension relative à son diamètre : a s'exprime en m ;
- n est le nombre de tours par seconde sur le point exploré : n est inversement proportionnel au temps qui lui est exprimé en secondes ;
- b est la force dû au frottement c'est-à-dire la résistance de l'hélice au démarrage : b est adimensionnel.

On a été amené à utiliser l'hélice 1 – 70944 dont l'étalonnage a deux formules, suivant les plages de vitesses : les formules d'étalonnage sont les suivantes :

$$\text{Si } n < 0.64, \text{ alors } V = 0.2455 n + 0.014 \text{ et si } n \geq 0.64, \text{ alors } V = 0.2595 n + 0.005$$

Le moulinet utilisé est le C 31 – 00 65852. Il a été monté sur une perche coulissante. Le moulinet transforme le mouvement de rotation de l'hélice en impulsions électriques aisément transférables et enregistrables. Le principe en est simple ; un axe auquel est fixée l'hélice est entraîné dans son mouvement de rotation. La partie arrière de cet axe porte, soit une vis sans fin qui par un système d'engrenage ferme un circuit électrique à chaque tour, soit un aimant dont la rotation provoque la fermeture d'un contacteur magnétique. L'axe du moulinet est porté par des paliers de haute précision à très faible frottement. Les éléments mécaniques sont

dans un bain d'huile spécial dont les variations de viscosité avec la température sont négligeables. Des joints empêchent la pénétration des substances en suspension : il n'y a donc qu'une très faible usure des paliers.

Le moulinet est relié à un compteur qui totalise les impulsions électriques émises par le moulinet. Le compteur utilisé est un compteur Z210 à présélection permettant le choix de la durée Δt de la mesure (présélection du temps). Le temps présélectionné était de 50 secondes, compte tenu de la faiblesse des vitesses. Le compteur s'arrête alors automatiquement soit au bout de Δt en affichant le nombre d'impulsions enregistrées. Ce modèle comporte une alimentation électrique par piles sèches. La cadence maximale d'enregistrement est de 10 hHz (10 impulsions/seconde).

Le moulinet était monté sur une perche graduée cylindrique (d'un diamètre $\varnothing$ 9 mm à $\varnothing$ 30 mm) coulissante qui est maintenue verticalement dans l'écoulement. Un coulisseau coaxial permet de déplacer le moulinet suivant la verticale. Ce système ne permet que des jaugeages point par point et était le type d'appareil qui répondait le mieux aux besoins de ce jaugeage à gué encore appelé jaugeage en bottes. La mesure est aisée, plus rapide et plus précise.

L'opérateur est rentré dans le cours d'eau avec la perche moulinet, le compteur et le carnet de jaugeages. On conçoit aisément que cette technique se limite au cours d'eau peu profond ($h < 1$ m) et surtout à faible courant ($V < 2$ m/s). La section était matérialisée par un double décamètre tendu perpendiculairement à l'écoulement général. L'opérateur place la perche verticalement à la hauteur du décamètre, ce qui permet de repérer l'abscisse de la verticale. Dans la mesure du possible, il se tient le plus en aval et jambes écartées de façon à ne pas perturber l'écoulement au niveau du moulinet. La perche est tenue de manière que le moulinet soit bien dans le sens du courant. Le jaugeage est alors effectué point par point.

Le nombre de verticales a été dicté par les hétérogénéités de la section. Il a été chaque fois suffisant pour bien définir la section mouillée et la répartition des vitesses. Ce nombre est variable et il est bien difficile de fixer une règle stricte.

Il est arrivé des situations où l'épaisseur de la lame d'eau dans la rivière a dépassé la hauteur du nombril de l'opérateur, condition *sine qua non* pour la réalisation des jaugeages de ce type. Il a alors été procédé aux jaugeages aux flotteurs. Ce type de jaugeage s'appuie essentiellement sur la maîtrise des conditions hydrauliques en surface.

Certains jaugeages aux flotteurs ont été exécutés dans des conditions de très faibles vitesses qui ne permettaient pas de vaincre les conditions d'inertie de l'hélice. Les flotteurs choisis se sont alors limités à ceux naturels qu'on repérait au gré de leur passage. Cette méthode a rallongé le temps de la mesure, mais elle restituait au mieux les conditions hydrauliques en ces moments.

Les conditions hydrauliques en surface dépendent essentiellement du profil en long du bief qui abrite la station limnimétrique et de la section transversale de cette dernière. Le bief est considéré de l'amont vers l'aval. Le profil en long est représenté dans le plan vertical qui suit la ligne des profondeurs maximales de chaque profil en travers. Deux lignes composent le profil : l'une, inférieure correspond à la trace du fond du lit sur le plan vertical, l'autre supérieure est la trace de la surface libre de l'eau.

On trace deux lignes d'eau correspondant l'une à un débit faible (basses-eaux), l'autre à un débit important (hautes-eaux). Le profil de hautes-eaux est généralement plus régulier que le profil de basses-eaux qui prend l'allure d'une ligne brisée, comme la trace du fond du lit. Le profil des hautes eaux n'a pas été tracé, la période des investigations ayant plutôt été celle des basses eaux.

Dans le bief d'une station hydrométrique, la mesure de la pente du fond a été faite par nivellement du fond du lit de part et d'autre de l'échelle. On a ainsi pu déterminer les deux seuils qui doivent être utilisés pour le calcul de la pente du fond I . La pente du fond, est une caractéristique géométrique peu variable dans le temps, même pour les lits à fond mobile, puisqu'elle dépend surtout de la topographie de la région.

La section transversale est une section verticale de direction perpendiculaire aux rives. Les éléments géométriques de la section transversale sont définis en fonction du niveau de l'eau et varient donc avec lui. Le repère de niveau habituellement choisi est la profondeur maximale. Dans la section transversale qui contient l'échelle limnimétrique, appelée section de l'échelle, on utilisera toujours la hauteur lue sur l'échelle, encore appelée cote limnimétrique.

Les éléments géométriques de la section transversale sont:

- La section mouillée, partie de la section transversale occupée par l'eau, dont la surface mouillée S (aire abc) est exprimée en m^2 ; la surface mouillée a été calculée par la méthode des trapèzes, exprimée par la formule suivante avec le logiciel Excel :

$$\Delta S = \frac{I_i + I_{i-1}}{2} (h_i - h_{i-1})$$

ΔS étant l'accroissement de surface mouillée entre les deux profondeurs h_{i-1} et h_i auxquelles correspondent les largeurs I_{i-1} et I_i , la première valeur de S correspondant à la plus basse cote est obtenue par décompte des mm^2 sur le graphique millimétré ;

1. Le périmètre mouillé p , longueur de la ligne de contact entre la surface mouillée et le lit (exprimée en mètres) : le périmètre mouillé est la somme des distances réelles au sol; cette distance, entre deux points côtés, est égale à la racine carrée de la somme des carrés de la dénivelée et de la distance horizontale (théorème de Pythagore) ;
- Le rayon hydraulique $R = S/p$, quotient de la surface mouillée par le périmètre mouillé, homogène à une longueur exprimée en mètres ;
 - La largeur superficielle L , mesurée à la surface (ligne ac) exprimée en mètres ;
 - La profondeur moyenne $hm = S/L$, quotient de la surface mouillée par la largeur superficielle exprimée en mètres.

Surface mouillée et rayon hydraulique sont d'une utilisation constante dans l'élaboration des courbes de tarage. Il est donc important de les calculer correctement. Le profil en travers est utilisé pour la mesure de la largeur superficielle à différentes hauteurs choisies a priori.

Les jaugeages ont été dépouillés suivant les règles de l'art avec le logiciel Excel, en fonction du type de jaugeage réalisé.

II.5.1.3- Prélèvement et analyse des échantillons d'eau de surface

Le prélèvement des échantillons s'est fait de deux manières suivant la destination de ceux-ci. Les échantillons destinés à l'analyse minéralogique ont été prélevés dans des flacons d'un litre en plastique et ont subi des tests *in situ* des paramètres physico chimiques, alors que ceux destinés à l'analyse bactériologique ont été prélevés dans des bouteilles en verre conditionnées au préalable par le Centre Pasteur de Yaoundé. Les analyses minéralogiques ont été faites à l'Institut de la Recherche Agronomique pour le Développement (IRAD) à Yaoundé.

Les points de prélèvement ont été prioritairement les stations installées durant la campagne de la phase 2. Mais, pour une meilleure couverture de la zone d'étude, ces points ont été élargis à d'autres cours d'eau non équipés, mais choisis en fonction de la position de ceux-ci dans la DUP et la taille de leur bassin versant.

Les prélèvements ont aussi été faits aux stations installées pendant la phase 1 quand il a été question de mesurer les matières en suspension (MES). Cette dernière mesure s'est faite plusieurs fois sur les mêmes stations, pour pouvoir établir des courbes d'étalonnage. Les analyses bactériologiques et minéralogiques se feront une seule fois.

II.5.2- Ressources en eau souterraine

II.5.2.1- Modélisation 3D du réservoir d'altérites

La modélisation 3D du réservoir d'altérites se fait d'une part à partir des données géophysiques qui caractérisent le toit du substratum, du Modèle Numérique du Terrain (MNT) et des paramètres hydrodynamiques de l'aquifère d'autre part. La superposition de ces cartes thématiques dans un SIG permet de représenter et de visualiser l'aquifère dans toutes ses dimensions afin de mieux l'appréhender. A cet effet, les réserves en eau du bassin et les scénarii de gestion optimale de la ressource peuvent alors être envisagés.

La réserve en eau est l'excédent d'eau mobilisable emmagasinée dans le sol. Elle est fonction de la superficie de la zone concernée, l'épaisseur de l'aquifère et les caractéristiques hydrodynamique des couches de sol. La réserve en eau souterraine se définit par le volume d'eau disponible et emmagasiné à un instant donné dans un aquifère déterminé (Castany, 1982).

Trois catégories de réserve peuvent être envisagées :

- la réserve totale ;
- la réserve régulatrice ;
- la réserve permanente.

La réserve en eau souterraine W est évaluée à l'aide de deux paramètres importants:

- Le volume V , de la couche d'aquifère considéré ($V = A_e \cdot b_m$) ;
- La porosité efficace, n_e , ou le coefficient d'emmagasinement, s , pour les aquifères à nappe captives.

La réserve totale, WT, qui sera déterminée pour cette zone d'étude est la quantité d'eau disponible contenue dans le volume d'aquifère délimité dans tous les cas à la base par le toit du socle. La limite supérieure est la surface piézométrique maximale pour l'aquifère à nappe libre. Elle peut être estimée par interpolation, à l'aide d'un logiciel approprié, de l'épaisseur de l'aquifère compris entre les limites précédemment décrites et modulé du coefficient n_e , ou à l'aide de la formule suivante:

$$WT = Z \cdot A_e \cdot n_e$$

Où Z : épaisseur de l'aquifère, A_e : surface de l'aquifère et n_e : porosité efficace

II.5.2.2- Prélèvement et analyse des échantillons d'eau souterraine

La connaissance de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux du site d'étude est nécessaire pour le monitoring environnemental futur lors de l'exploitation du site comme Port en eau profonde. Ainsi, il est envisagé l'analyse physico-chimique et bactériologique des eaux au niveau de certains points d'eau recensés et sélectionnés sur la base d'une représentativité dans le rayon d'influence du projet décrit dans les TDR.

Les échantillons d'eau ont été ainsi prélevés dans différents piézomètres et puits sélectionnés en fonction de leur représentativité spatiale, lithologique et anthropique (figure 55). Les prélèvements se sont effectués avec un téflon préleveur ou une bouteille en verre lestée, ceci après un pompage permettant de s'assurer de la représentativité des échantillons. Ces échantillons d'eau ont ensuite été repartis et conservés dans deux types de flaconnage préalablement conditionnés, rincés à l'eau distillée au laboratoire puis trois fois à l'eau d'échantillonnage sur le terrain.

- La première aliquote qui est conservée dans les flacons en PVC est destinée aux analyses géochimiques (cations, anions et éléments en traces) ;
- Quand à la deuxième aliquote conservée dans des flacons en verre de 1000 ml stérilisés, elle va servir aux analyses bactériologiques.

Tous ces échantillons ont été conditionnés dans des glacières munis (analyse physico chimique) ou non (analyse bactériologique) de copeaux de glaces avant leur acheminement dans différents laboratoires de Yaoundé.



Figure 55 : Suivi piézométrique et échantillonnage des échantillons de sol et d'eau

Les paramètres suivants ont été ensuite notés pour tous les prélèvements :

- Le site de prélèvement (coordonnées géographiques de chaque point) ;
- Le type d'ouvrage ;
- L'heure de prélèvement ;
- L'origine de l'eau prélevée ;
- Les conditions atmosphériques ;
- La température, la conductivité et le pH au moment du prélèvement ;
- La date de prélèvement.

Les travaux menés en laboratoire ont consisté aux analyses physico chimiques et bactériologiques des eaux souterraines et de surface dans différents laboratoires assermentés de Yaoundé.

Il s'agit :

- Des paramètres physico chimiques tels que les cations majeurs (Na^+ , Ca^{2+} , K^+ , Mg^{2+}) , anions majeurs (Cl^- , NO_3^- , CO_3^{2-} , HCO_3^- , SO_4^{2-}), les éléments en traces et métaux lourds tels que (Zn, Cu, Mn et Fe,), les Matières En Suspension (MES). Ils ont été analysés au Laboratoire des sols, eau et atmosphère de l'IRAD à Nkolbisson (Yaoundé) ;
- Des paramètres bactériologiques et indicateurs de pollutions fécales tels que les coliformes totaux et fécaux, les streptocoques totaux et fécaux. Ils ont été analysés au Laboratoire du Centre Pasteur de Yaoundé.

II.5.2.3- Analyse des sédiments de la zone saturée

Au laboratoire, les échantillons de sol prélevés dans la zone saturée vont servir pour l'analyse granulométrique et pour la détermination de la porosité efficace.

II.5.2.3.1- Analyse granulométrique des sols

La granulométrie est la répartition pondérale de grains en fonction de leur dimension. Elle permet de déterminer les pourcentages pondéraux respectifs des différentes familles de grains constituant l'échantillon en fonction de la classification d'Atterberg qui suit une progression géométrique de raison 10.

- Blocs : $D > 200 \text{ mm}$;
- Cailloux : $20 \text{ mm} < D \leq 200 \text{ mm}$;
- Graviers : $2 \text{ mm} < D \leq 20 \text{ mm}$;
- Sables grossiers : $0.2 \text{ mm} < D \leq 2 \text{ mm}$;
- Sables fins : $0.02 < D \leq 0.2 \text{ mm}$;
- Limons : $0.002 < D \leq 0.02 \text{ mm}$;
- Argiles : $0.0002 < D \leq 0.002 \text{ mm}$;
- Ultrargiles : $D \leq 0.0002 \text{ mm}$.

D = Diamètre des particules des sols.

Les paramètres granulométriques ont été déterminés par la méthode de tamis classiques. Une colonne de tamis a été faite par un ensemble de huit tamis avec un maillage variant de 0,28 à 5,6 mm pour les particules plus grossières au laboratoire de sol de l'Institut International d'Agriculture tropicale (IITA) de Yaoundé.

La taille de la partie fine (diamètre inférieur à 2 mm) est déterminée par la méthode hydrométrique (figure 56). Pour cela, un réactif de dispersion est ajouté à 50 g de sol et l'ensemble est remué à l'aide d'une machine Multimix. La suspension est ensuite transférée dans un cylindre et les lectures de l'hydromètre et de la température sont effectuées à 40 secondes d'intervalle pendant trois heures. Les pourcentages de Sable, Limon et Argile sont par la suite déterminés. Ces résultats seront ensuite interprétés par construction des diagrammes granulométriques qui permettront de désigner, de façon objective, une formation par un terme lithologique précis.

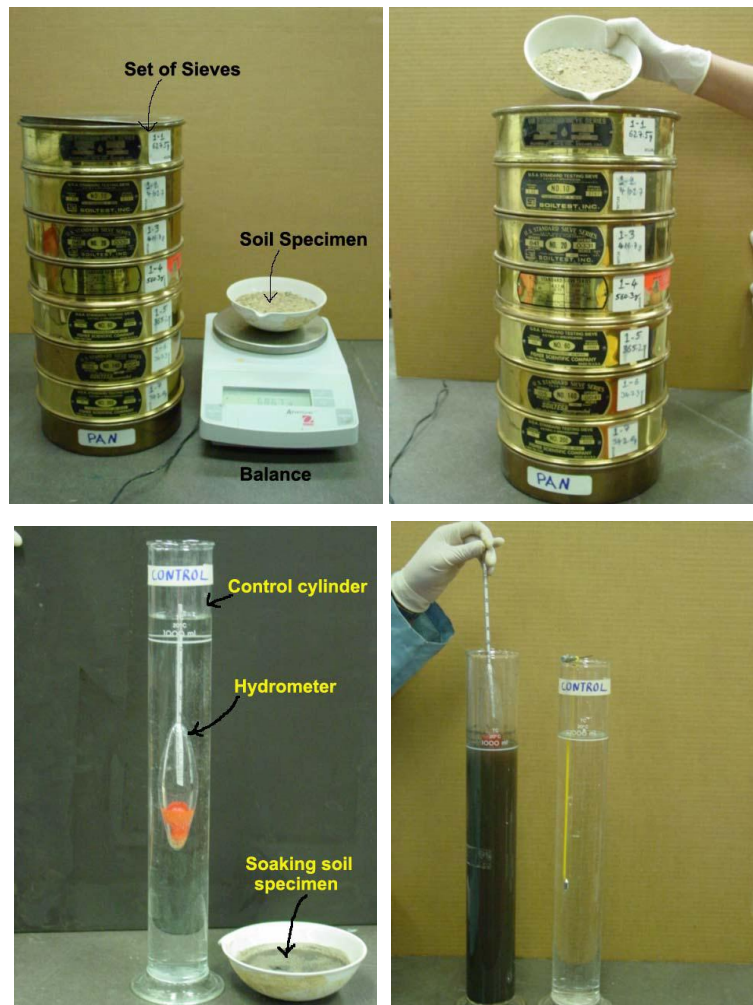


Figure 56 : Dispositif d'analyse granulométrique et hydrométrique des échantillons de sol

II.5.2.3.2- Détermination de la porosité efficace ou coefficient d'emmagasinement

Au laboratoire, une autre partie des échantillons de sol prélevés dans la zone saturée est immergée dans de l'eau pendant quatre jours, la base et le sommet de chaque cylindre étant fermés par un grillage fin. Ensuite, chaque échantillon de sol est posé sur un récipient. L'eau commence à s'égoutter sous l'action de la gravité. L'égouttage dure au moins 24 h. Le volume d'eau recueilli est mesuré grâce à une éprouvette.

La porosité efficace, notée n_e , est le rapport du volume d'eau gravitaire, que peut contenir un réservoir saturé, au volume total, V_t , du réservoir. Elle exprime la fonction capacitive du réservoir (Castany, 1982).

$$n_e = \frac{V_w}{V_t} \cdot 100$$

- n_e : porosité efficace (en %) ;
- V_w : volume d'eau gravitaire libéré (en cm^3) ;
- V_t : volume de l'échantillon de sol (en cm^3).

N.B. Pour évaluer les ressources en eau souterraine, les travaux effectués en laboratoire ont consisté à :

- L'analyse des échantillons de sols ;
- La cartographie des principaux aquifères en courbes isopaches et isobathes ;
- L'élaboration des cartes piézométriques par spatialisation des données issues des campagnes de mesure hebdomadaire ;
- L'analyse des cartes piézométriques afin de déterminer les principales directions de l'écoulement souterrain, les aires d'alimentation de la nappe et les principales zones de captage;
- La détermination des paramètres hydrodynamiques (perméabilité, transmissivité)
- L'étude de la lithologie des aquifères par exploitation des données lithologiques des forages existants et/ou par prélèvement et analyse des échantillons de sols de la zone saturée ;
- L'évaluation des réserves en eau des aquifères (détermination du volume de chaque aquifère à partir des algorithmes appropriées et des modèles 3D obtenus)
- La description des mécanismes de recharge des aquifères ;
- L'analyse géochimique et bactériologique des aquifères.

II.6- Détermination des mesures d'atténuation

II.6.1- Evaluation des impacts

II.6.1.1- Impacts sur l'hydrologie

Les impacts sur l'hydrologie concernent surtout la qualité de l'eau. Ils ont été évalués par rapport à l'aspect socio économique pour ce qui est du choix de la zone de recasement et du quotidien des populations.

Ces impacts ont également été évalués par rapport aux travaux de génie civil que ne manqueront pas d'entraîner les activités liées à l'installation du port.

L'activité agricole a aussi été auscultée. Cet examen a conduit à faire des propositions pour atténuer les Matières En Suspension (MES).

II.6.1.2- Impacts sur l'hydrogéologie

En vue de booster son développement, le gouvernement camerounais a entrepris de construire dans la zone de Kribi et de ses environs un complexe industriel portuaire qui va entraîner un développement de zones industrielles, commerciales et urbaines associées aux installations portuaires.

La réalisation de ce complexe entraînera des bouleversements au niveau des différentes composantes de l'environnement dans cette zone et des eaux souterraines en particulier (déforestation, urbanisation, pollutions des eaux souterraines, bouleversement du cycle de l'eau, recasement des riverains, etc...). Il sera donc question dans cette partie d'identifier les impacts potentiels générés par ces installations et bouleversements du milieu physique et humain sur l'hydrogéologie (paramètres hydrodynamiques, infiltration, écoulement souterrain, pollutions des eaux souterraines, assèchement des nappes,...). Ces impacts pourront être ainsi positifs, négatifs, cumulatifs, directs ou indirects. On tentera par la suite de proposer quelques solutions adéquates et recommandations qui permettront d'atténuer les impacts négatifs et protéger ces ressources naturelles.

II.6.2- Elaboration d'une base de données SIG (Système d'Information Géographique)

Un SIG (Système d'Information Géographique) est un système informatique permettant, à partir de diverses sources, de rassembler et d'organiser, de gérer, d'analyser et de combiner, d'élaborer et de présenter des informations localisées géographiquement, contribuant notamment à la gestion de l'espace. Dans le cadre du projet de construction du port en eau profonde de Kribi, c'est un outil indispensable pour la gestion efficiente des différentes ressources.

Le développement de la base de données s'est fait en plusieurs étapes :

- La conception de l'architecture de la base de données ;
- La collecte es données ;
- La mise au format des données.

II.6.2.1- Conception de l'architecture de la base de données

Pour ce qui de la conception de l'architecture de la base de données, il a fallu :

- Identifier les différentes interfaces ou couches thématiques ;
- Concevoir la structure des tableaux attributaires de chaque interface ;
- Choisir un format qui puisse être utilisé par un grand nombre d'application.

II.6.2.2- Collecte des données

Une fois l'architecture de la base de données conçue, l'étape suivante est la collecte des données de natures diverse (géologie, pédologie, végétation, hydrographie, démographie, organisation administrative, etc.) en établissant des procédures rigoureuses pour le contrôle de la qualité desdites données. Certaines données ont été collectées au cours des travaux de terrain. Il s'agit notamment des données hydrogéologique, botanique, hydrologique, hydraulique, géologique et pédologique.

II.6.2.3- Mise en format

La mise au format a consisté à :

- La numérisation des cartes ;

- Le géoréférencement des cartes dans un référentiel géodésique commun : UTM WGS84 ;
- La digitalisation de ces cartes afin d'obtenir des couches thématiques au format vecteur ;
- La spatialisation des données par krigeage pour les couches thématiques au format raster.

Chapitre III : Résultats et interprétation

III.1- Etat des lieux de l'occupation de l'espace par les ressources en eau

III.1.1- Réseau hydrographique

La figure 57 donne le réseau hydrographique obtenu par modélisation hydrologique. Ce réseau est très dense et s'organise en deux grands ensembles :

- Les affluents de la lobé ;
- Les cours d'eau qui se jettent directement dans la mer.

La zone 2 est couverte par une centaine de bassin versant dont les superficies varient de 6.10^{-6} km² à 60 km² dans la zone 2 (certains bassins étant comprises entre plusieurs zones, cependant que d'autres sont partiellement externes à tout le DUP. Les deux bassins les plus importants sont Lolo (60 km²) qui se jette dans la lobé, lolabé (45 km²) qui rejoint directement la mer. Il convient de signaler que bien que faiblement représentés dans la zone d'étude, certains bassins versants sont nettement supérieurs à ceux mentionnés ci-dessus.

III.1.2- Zones inondables

Les zones inondables sont données par la figure 58. Cette figure donne les zones pour lesquelles les pentes sont inférieures ou égales à 3 %. Les zones susceptibles d'être inondées représentant à peu près **30 %** de la zone 2. Cette prédisposition à l'inondation s'explique par :

- Les faibles pentes ;
- Les faibles perméabilités des formations de surface (de l'ordre de 10^{-6} m/s) qui limitent l'infiltration ;
- La fréquence élevée des pluies en saison pluvieuse.

La partie Est de la zone est plus prédisposée aux inondations.

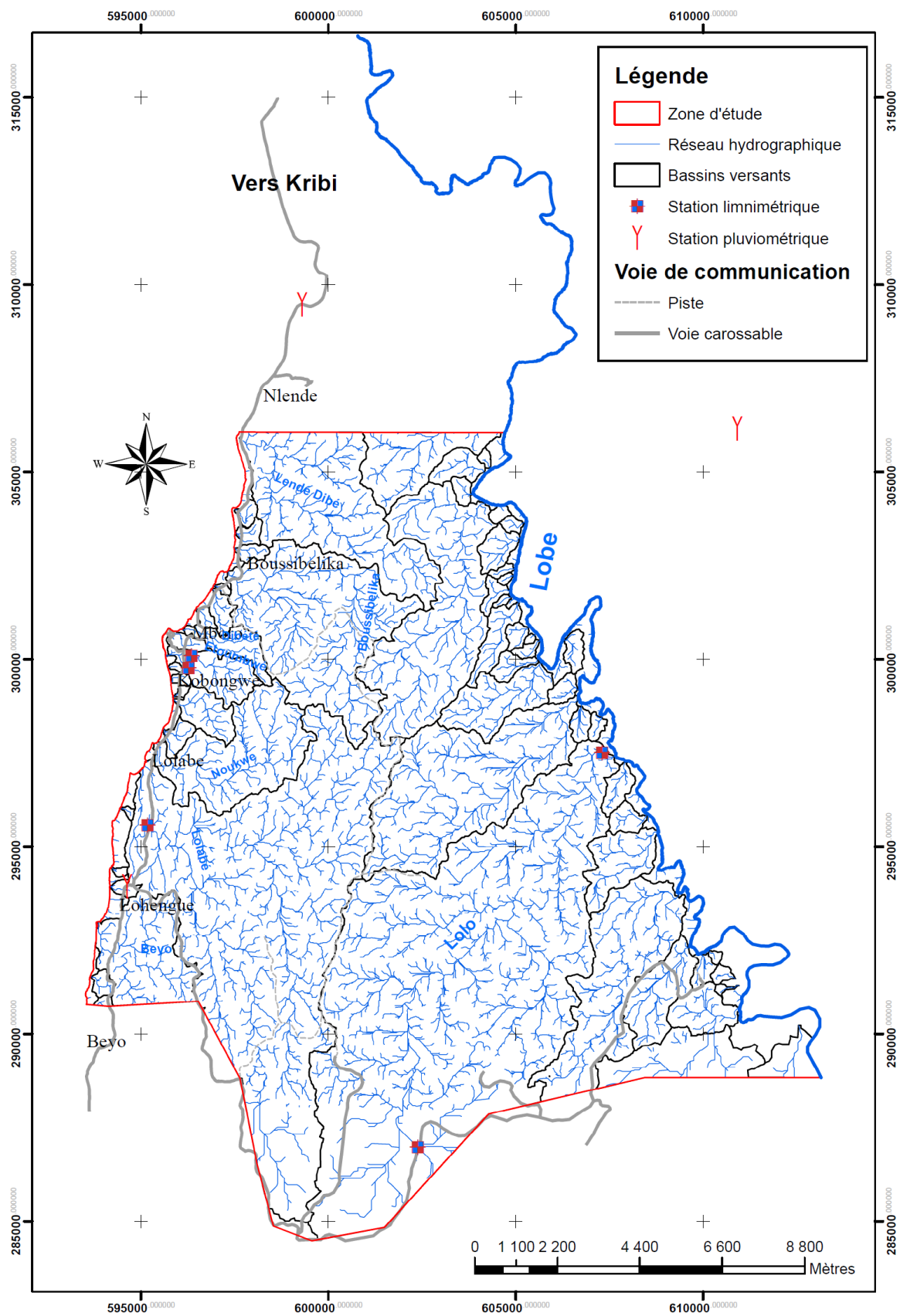


Figure 57 : Réseau hydrographique

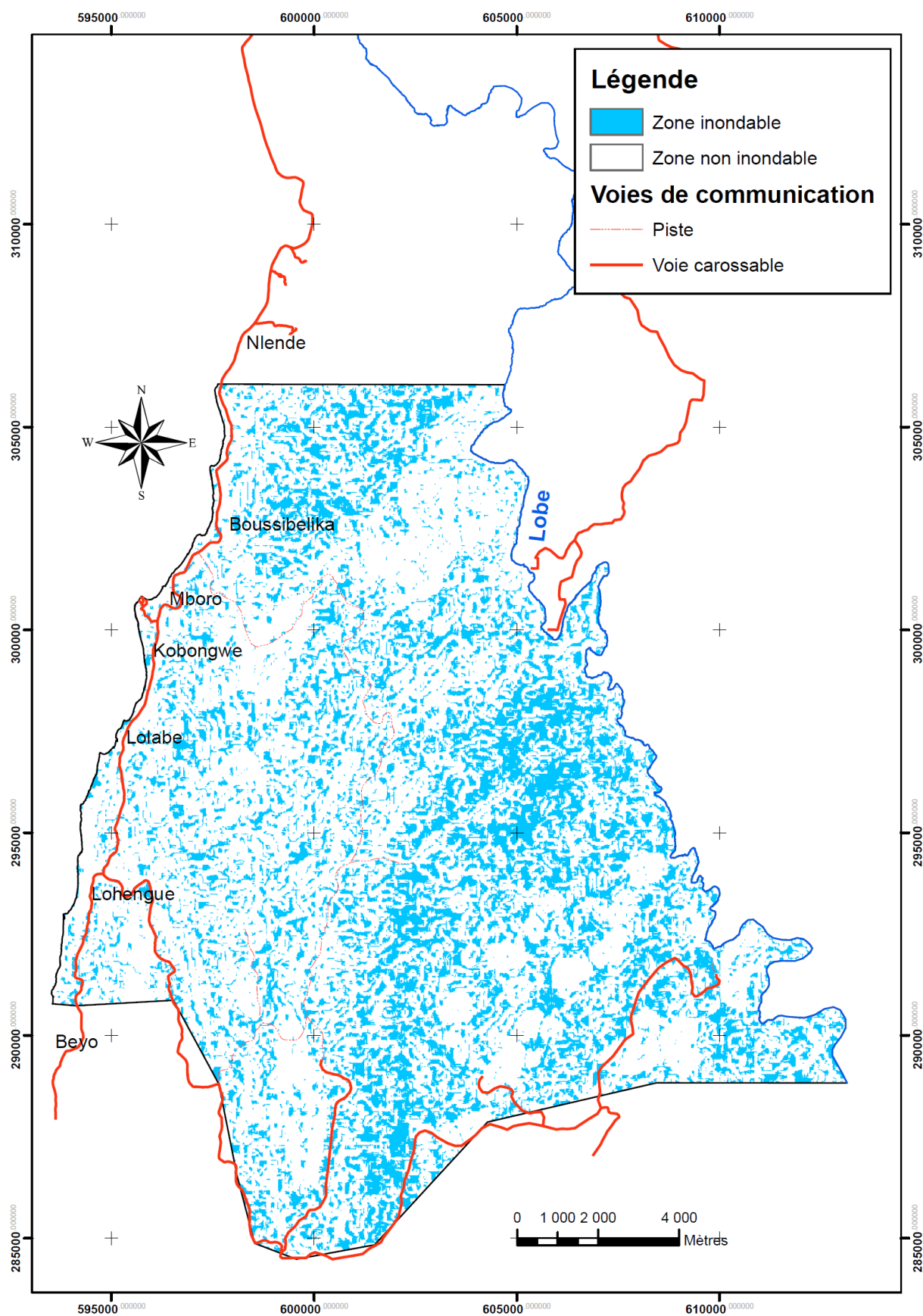


Figure 58 : Zones inondables

III.1.3- Botanique

III.1.3.1- Aperçu phytogéographique global

La zone du projet présente une réelle richesse et une réelle variété floristique. Cela vient du fait que l'ensemble de la zone a servi de refuge aux espèces d'Afrique Centrale pendant la dernière glaciation du quaternaire, ainsi que l'ont montré des recherches récentes (Tchouto *et al.*, 2009).

Selon la classification de Letouzey, la végétation naturelle de cette zone appartient au domaine de la forêt dense humide sempervirente guinéo-congolaise, secteur forestier sempervirent nigéro-camerouno-gabonais, district atlantique biafréen riche en Caesalpiniaceae. Cette végétation s'étend sur au moins 100 km de la côte du Nigeria en Guinée-Equatoriale. Mais elle est de nos jours bien rasée dans la zone 1 et perturbée dans la zone 2, notamment plus dans le versant de la mer qu'au versant de la Lobé. A la faveur de cette perturbation avancée, plusieurs formations végétales se sont mises en place. Elles diffèrent par leurs physionomies et leurs compositions spécifiques. Sur la carte satellitaire ces formations végétales ne seraient pas toujours bien individualisées. Ce qui rend difficile la détermination de leur dominance en termes de surface de recouvrement.

III-I.3.2- Caractéristiques actuelles de la végétation

Treize formations végétales principales se rencontraient dans la zone 1. Dix d'entre-elles sont dérivées principalement des activités humaines à savoir l'agriculture, l'exportation du bois et le tourisme.

III-I.3.2.1- Formations végétales fortement influencées par l'Homme : espèces caractéristiques et types de sous-bois

Les forêts sempervirentes secondaires vieilles avec prédominance des espèces caractéristiques comme *Pycnanthus angolensis*, *Zanthoxylum heitzii* et *Zanthoxylum tessmannii* se retrouvent sur toute la DUP. La canopée discontinue est dominée par des espèces comme *Occhthocosmus calothyrsus*, *Coelocaryon preussii*, *Calpocalyx dinklagei*, *Anthonotha fragrans*, *Aphanocalyx margininervatus*, *Brachystegia cynometroides* et *Afzelia bipindensis*. Le sous-bois est arbustif. Il est formé notamment de *Meiocarpidium lepidotum*, *Anchomanes diformis* et des rotangs comme *Calamus deerratus*, *Ancistrophyllum secundiflorum* et *Leptonychia* sp (figure 59).



Figure 59 : Peuplement de rotang dans le sous-bois

Egalement rencontrées dans la DUP :

- Les forêts sempervirentes secondaires jeunes (figure 60) avec prédominance des espèces comme *Lophira alata*, *Pycnanthus angolensis*, *Uapaca* spp, *Sterculia tragacantha*, *Spathodea campanulata*, *Albizia adianthifolia*, *Tabernaemontana crassa* et *Anthocleista vogelii*.
- Le sous-bois est constitué d'herbacées comme *Nephrolepis biserrata* et *Scleria boivinii* et diverses espèces de jeunes rotangs dont *Oncocalamus mannii*, *Lacosperma opacum* et *L. secundiflorum* ;



Figure 60 : Forêt secondaire jeune

- Les forêts ripicoles (figure 61) à *Berlinia bracteosa*, *Tetraberlinia bifoliolata* et *Santiria trimera* ;



Figure 61 : Forêts ripicoles

➤ Les forêts marécageuses : ces formations ont une canopée dominée par des espèces comme *Anthostema aubryanum*, *Maesobotrya staudtii*, *Pausinystalia yohimbe*, *Santiria trimera* et *Uapaca paludosa*. Le sous-bois est boueux avec par endroits des herbacées comme *Amorphophallus* sp. et *Cyrtosperma senegalense* ;

➤ Les jachères (figure 62) à *Musanga cecropioides*, *Alchornea cordifolia* et *Harungana madagascariensis*, *Musa sapientum*, *Manihot esculentha*



Figure 62 : Jachère à *Alchornea cordifolia*

➤ La forêt atlantique biafrae : c'est la forêt littorale proprement dite. Elle débouche sur la mer avec une frange caractéristique au bord de celle-ci. Elles longent la mer sur le sable. La canopée discontinue est dominée par des espèces comme *Calophyllum inophyllum*, *Terminalia catappa*, *Lebreniodendron leptathum*, *Ficus* sp, *Manilkara lacera*, *Manilkara obovata*, *Mezoneuron penthamianum* et *Milletia* sp. *Syzygium guineense* var. Littorale ;

Diverses formations secondaires se sont développées à la faveur des activités agricoles. Ce sont :

- Les champs de plantain dont le plus grand en zone 1 avait environ 10 ha. Ils sont dominés par endroits par des espèces pionnières comme *Trema orientalis* et *Alchornea cordifolia*.
- Les champs de manioc dont le plus grand d'une superficie supérieure à 1 ha est localisé à la limite Nord de la zone 1. Les arbres comme *Desbordesia glaucescens*, *Vitex* sp, et *Ficus* sp y sont conservés.

III-I.3.2.2- Formations végétales propres au versant maritime

L'agroforêt (site valorisé par l'homme) : c'est une formation la plus distincte sur la carte satellite. Elle est le domaine des espèces introduites (arbre fruitiers et ornementaux). Il s'agit de *Citrus aurantifolia*, *Citrus grandis*, *Ficus* sp, *Terminalia memtaty*, *Ravenala madagascariensis* et *Eucalyptus* sp ;

Trois formations végétales dérivent de l'influence de la mer :

- La formation monospécifique à *Sclerosperma mannii* : elle a été rencontrée à l'embouchure de la rivière Tatalé, à la limite Nord de la zone 1. Cette espèce a été également rencontrée dans la mangrove de l'embouchure de la rivière Bekadjo.
- La formation monospécifique à *Podococcus barteri* (figure 63) : elle se forme à coté de la mangrove, à quelques dizaines de mètres de l'embouchure du grand Kaboungwe, là où les eaux saumâtres terminent leur course.
- La mangrove à *Rhizophora racemosa* (figure 64) : elle se forme au niveau des embouchures du grand Kaboungwe (mangrove d'au moins 1 500 m²). Elle est exclusivement composée de *Rhizophora racemosa* (plante à racines échasses enchevêtrées très développées).



Figure 63 : Peuplements de *Podococcus barteri*



Figure 64 : Mangrove à *Rhizophora racemosa*

La formation monospécifique à *Podococcus barteri* et la mangrove à *Rhizophora racemosa* forment la zone de balancements des marées la plus importante rencontrée. Ce sont les zones intertidales ou d'étage médiolittoral, soumises à des submersions périodiques et vivantes sur des substrats particuliers comme les vases, le sable et le rocher, très différents des sols continentaux.

III-I.3.2.3- Formations végétales propres à la zone 2

Parmi les formations végétales propres à la zone 2 on rencontre :

- Les palmeraies (figure 65) sont des formations homogènes qui ne renferment pas des espèces autres que le palmier à huile.



Figure 65 : Palmeraie

- Les forêts périodiquement inondées du sud-est de la zone 2 à *Duguetia confine*, *Guibourtia ehie*, *Macaranga assas*, *Spondianthus preussii*, *Aningeria robusta* ;
- Les forêts marécageuses à *Cyrtosperma senegalense* développées sur les endroits mal drainés du bord de la Lobé et le long de certains cours d'eau ;
- Les forêts à *Anthonotha macrophylla* de certains endroits du bord de la Lobé ;
- Les formations sur terre rocheuse à *Lovoa trichiloides* ;
- Les formations de certains sommets rocheux de collines à *Monopetalanthus pellegrini*, *Allanblackia gabonensis* ;

III-I.3.3- Impacts du déblayage de la zone 1 sur les formations végétales

La zone de balancement des marais a disparu avec la destruction de la mangrove à *Rhizophora racemosa*. L'élimination des déchets observée dans ces zones par la mer deviendra difficile de ce fait. La mer perdra alors son lieu poubelle de grande importance.

Certaines espèces de la zone 1 n'ont pas été recensées en zone 2. Elles peuvent donc disparaître dans la zone. Il s'agit des plantes de sous-bois comme *Meiocarpidium lepidotum* et ornementales comme *Ravenala madagascariensis*, *Ficus* sp et *Eucalyptus* sp. D'autres comme *Citrus aurantifolia*, *Citrus grandis* et *Terminalia memtaty* pourront devenir rares. L'absence de *Meiocarpidium lepidotum* dans la zone 2 indique la perturbation des forêts surtout dans le versant de la mer.

III-I.3.4- Analyse des résultats

III-I.3.4.1- Importance des familles et des espèces dans les formations végétales

En zone 1, 150 espèces appartenant à 55 familles ont été inventoriées (Annexe 1). Les familles les plus importantes sont les Césalpiniacées, les Euphorbiacées, les Irvingiacees, les Méliacées, les Mimosacées et les Olacacées (figure 1). *Azalia bipindensis*, *Brachystagia cynometroides* et *Tetraberlinia bifoliata* sont parmi les Caesalpiniaceae les espèces dominantes.

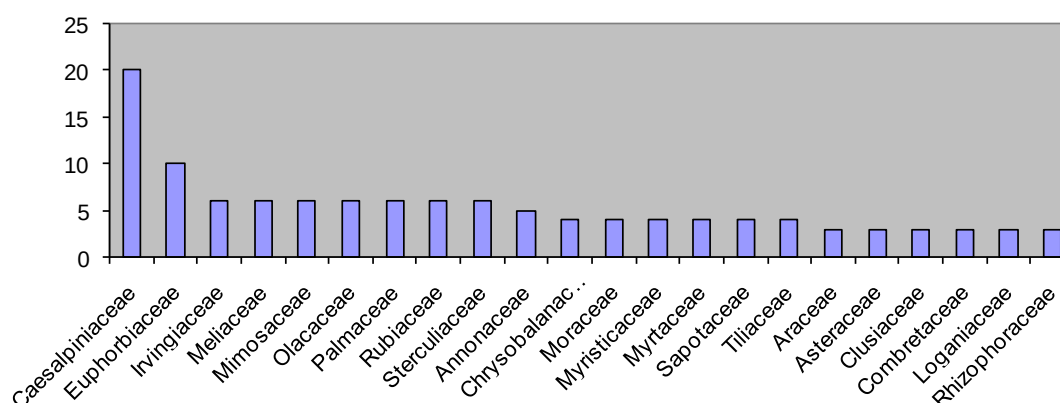


Figure 66 : Les familles les plus représentées en zone 1

En zone 2, 303 espèces appartenant à 73 familles ont été inventoriées (Annexe 1). Les familles les plus importantes sont encore les Césalpiniacées, suivies des Rubiaceae, Annonaceae, des Loganiaceae, des Sterculiacées et des Irvingiaceae (figure 67). *Anthonothea*

fragrans, *Brachystegia cynometroides* et *Strombosia pustulata* sont rencontrées dans 5 faciès de végétation. *Xylopia hypolampra*, *Aningeria robusta*, *Anthocleista vogelii*, *Anthonotha macrophylla*, *Irvingia gabonensis*, *Olex gambecola*, *Penianthus longifolus* sont rencontrées dans quatre formations végétales. *Strombosia grandifolia*, *Anthocleista Schweinfurthii*, *Calpocalyx dinklagei*, *Discoglyprena caloneura*, *Duboscia macrocarpa*, *Duquetia mannii*, *Harungana madagascariensis* et *Hymenostegia afzelii* sont présentent dans au moins trois faciès de végétation.

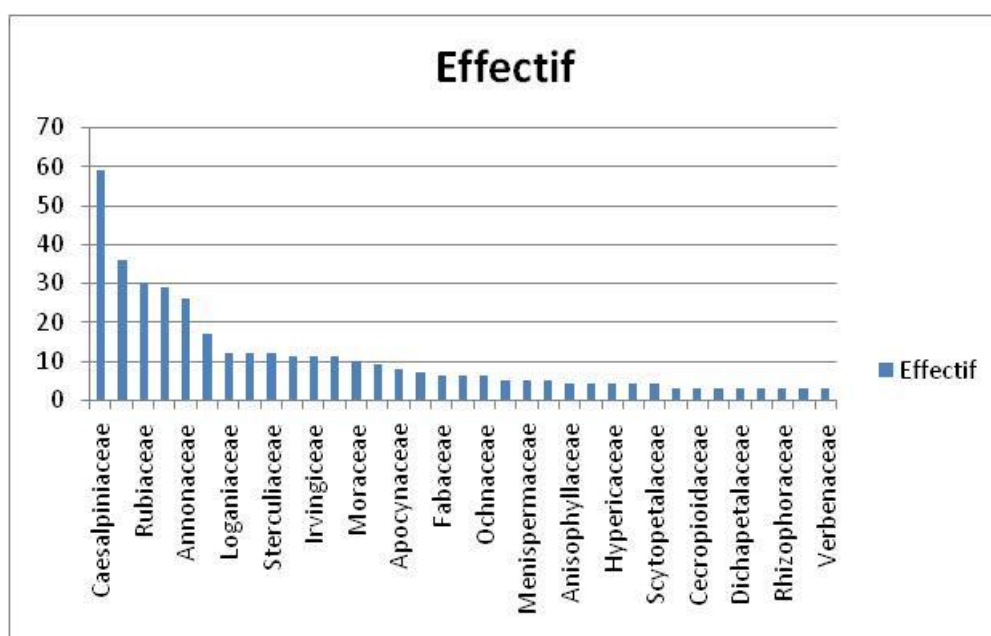


Figure 67 : Les familles les plus représentées en zone 2

La zone 2 renferme encore une grande variété de familles parce qu'elle est moins perturbée et sa grande superficie inhabitée ne facilite pas la pénétration de l'homme dans certains endroits.

III-I.3.4.2- Répartition des espèces en fonction des types des formations végétales

Le tableau de la répartition des espèces en fonction des formations végétales en zone 1 montre que les forêts secondaires vieilles (FSV) regorgent 98 espèces, contre 45 pour les forêts secondaires jeunes (FSJ), 15 bords de la mer (BM), 11 vieilles jachères (VJ) et 10 Forêts marécageuses (FM).

La mangrove (M) est la formation végétale la plus pauvre avec ses deux espèces. Les espèces comme *Anthocleista schweinfurthii*, *Anthocleista vogelii*, *Zanthoxylon heitzii*, *Z. tessmannii*, *Lophira alata* sont rencontrées dans presque toutes les formations végétales.

Le tableau de la répartition des espèces en fonction des formations végétales en zone 2 (annexe 3) montre que les forêts secondaires vieilles (FSV) regorgent 187 espèces, contre 60 pour les forêts secondaires jeunes (figure 68) ou vieilles jachères (FSJ ou VJ) (figure 69), 26



Figure 68 : Sous-bois d'une forêt secondaire jeunes



Figure 69 : *Cnestis ferruginea*, une espèce de jachères

bords de la mer (BM), vieilles jachères (VJ) et 12 Forêts marécageuses (FM), 26 forêts ripicoles, 48 forêts périodiquement inondées (FPI).

Les espèces comme *Anthocleista schweinfurthii*, *Anthocleista vogelii*, *Zanthoxylon heitzii*, *Z. tessmannii*, *Lophira alata* sont rencontrées dans presque toutes les formations végétales.

La comparaison de la composition spécifique dans les 2 zones montre que la zone 2 est plus riche en biodiversité végétales notamment au versant de la Lobe très éloigné. Cette observation traduit bien la très importante dégradation humaine perpétrée dans la zone 1 et sa faible superficie (100 ha), ainsi que la grande étendue de la zone 2 (26 000 ha).

III-I.3.4.3- Espèces à plusieurs habitats

Le tableau 3 de l'annexe 1 montre que certaines plantes de la zone 1 avaient au moins deux habitats. *Milicia excelsa*, *Pycnanthus angolensis*, *Saccoglottis gabonensis*, *Sterculia tragacantha* et *Symphonia globulifera* vivaient en forêt secondaire jeunes (FSJ) et vieilles (FSV). *Anthocleista schweinfurthii*, *A. vogelii* et *Lophira alata* étaient à la fois dans les forêts secondaires jeunes, les forêts secondaires vieilles et les vieilles jachères.

La végétation des bords de mer était dominée par *Calophyllum inophyllum* (Figure 70) dans ce secteur de la côte.



Figure 70 : *Calophyllum inophyllum*

Le tableau 3 de l'annexe 1 montre que certaines plantes de la zone 2 ont au moins deux habitats. *Milicia excelsa*, *Pycnanthus angolensis*, *Saccoglottis gabonensis*, *Sterculia tragacantha* et *Symphonia globulifera* vivent en forêt secondaire jeunes (FSJ) et vieilles (FSV). *Anthocleista schweinfurthii*, *A. vogelii* et *Lophira alata* sont à la fois dans les forêts secondaires jeunes, les forêts secondaires vieilles et les vieilles jachères. *Guibourtia ehie*, *Duguetia mannii*, *Spondianthus preussii* et *Uapaca staudtii* sont des espèces des forêts ripicoles et périodiquement inondées.

La végétation des bords de mer est dominée par plusieurs plantes comme *Calophyllum inophyllum*, *Manilkara lacera*, *Terminalia catappa*, *Aningeria robusta*, *Millettia sp* et *Lebruniendendron leptandra*.

III-I.3.4.4- Faciès de végétation à protéger et/ou à renforcer

Espèces utiles et dérivés

➤ Plantes médicinales et culinaires

Les principales espèces médicinales et culinaires et leur(s) zone(s) de recensement sont décrites dans le tableau 27. La plupart sont difficiles à acquérir dans un environnement à dégradation humaine fortement avancée. Le tableau ci-dessous présente 69 plantes utilisées dans la pharmacopée et en alimentation, 30 sont recensées dans les deux zones, 15 en zone 1 et 24 en zone 2, tandis que le tableau 28 montre que 11 plantes plus importantes interviennent dans la construction des maisons.

Tableau 27 : Plantes médicinales et culinaires

Nom local	Nom scientifique	Famille	Zone	Organe	Usages médicaux et culinaires
1-Abang	<i>Milicia excelsa</i>	Moraceae	1	Ec.	Déparasite le lait des bébés ou soigne les seins des femmes
2- Akak	<i>Duboscia macrocarpa</i>	Tiliaceae	1 et 2	Ec., Fr	Maladies de la peau
3- Raphia	<i>Raphia spp.</i>	Arecaceae	1 et 2	Tronc mort	Les larves des palmiers sont comestibles
4- Akodo	<i>Nauclea diderrichii</i>	Rubiaceae	1 et 2	Ec.	troubles menstruelles
5-Lane, Nbolo Mbang	<i>Alchornea cordifolia</i>	Euphorbiaceae	1 et 2	Fll	Anémie des enfants
6-Alep, Oman	<i>Desbordesia glaucescens</i>	Irvingiaceae	1 et 2	Ec.	Œdème

7-Amvim, Nsyale	<i>Meiocarpidium lepidotum</i>	Annonaceae	1	Ec.	Rhume, toux
8-Ando'o, Ntoua, Nadoda	<i>Irvingia gabonensis</i>	Irvingiaceae	1 et 2	Ec.	Diarrhée
9-Angalé, Moga	<i>Poga oleosa</i>	Olacaceae	1 et 2	Ec.	Faiblesse sexuelle
10-Angokong	<i>Myrianthus arboreus</i>	Cecropiaceae	1 et 2	Fil	Antibiotique
11-Apkwaé	<i>Tetrapleura tetraptera</i>	Mimosaceae	1 et 2	Ec.	Condiment
12-Assam, Sambi, Lessambo	<i>Uapaca spp.</i>	Euphorbiaceae	1 et 2	Ec., Fil	Fruits comestibles
13- Assas	<i>Macaranga sp.</i>	Euphorbiaceae	1 et 2	Ec.	maladies infantiles
14- Asseng	<i>Musanga cecropioides</i>	Cecropiaceae	1 et 2	Ec.	Mal d'estomac
15- Ata'a	<i>Hypodaphnis zenkeri</i>	Lauraceae	1 et 2	Ec.	Maux de tête
16- Avoe	<i>Psychotria sp.</i>	Rubiaceae	1 et 2	Fil	Maladies infantiles
17- Avom	<i>Cleistopholis glauca</i>	Annonaceae	1 et 2	Ec., Fil	Epilepsie, rhume
18- Beyeme élock	<i>Clerodendron volubile</i>	Verbenaceae	1	Fil	Chasse les mauvais esprits
19- Dilik	<i>Canthium sp.</i>	Rubiaceae	1 et 2	Ec.	Blessure, maladies infantiles
20- Bidou	<i>Saccoglotis gabonensis</i>	Humeriaceae	1 et 2	Ec.	Améliore le vin de palme
21- Elolom	<i>Anthocleista sp.</i>	Loganiaceae	1 et 2	Ec.	Maux de ventre
22- Elon	<i>Erythrophloeum ivorense</i>	Caesalpiniaceae	1	Ec.	Gale
23- Enak	<i>Anthonotha macrophylla</i>		1	Ec., Fil	Jaunisse
24- Esomé	<i>Rauwolfia macrophylla</i>	Apocynaceae	1	Ec.	Maux de ventre
25- Essop	<i>Bridelia micrantha</i>	Euphorbiaceae	1 et 2	Ec.	Courbature, vers
26- Essoula	<i>Plagiostyles africana</i>	Euphorbiaceae	1	Ec.	Maux de ventre
27- Eteng	<i>Pycnanthus angolensis</i>	Myristicaceae	1 et 2	Sève	Améliore la qualité du lait maternel et blessure
28- Etouen, Touanyaan	<i>Tabernaemontana crassa</i>	Apocynaceae	1 et 2	Ec.	Blessure
29- Ewomé	<i>Coula edulis</i>	Olacaceae	1 et 2	Ec.	Mal de dents
30- Mbie (Rotin)	<i>Calamus sp.</i>	Palmaceae	1 et 2	Fil	Brûlure

31- Mebema (Engokom)	<i>Barteria fistulosa</i>	Passifloraceae	1 et 2	Ec.	Impuissance
32- Mevini	<i>Diospyros sp.</i>	Ebenaceae		Ec.	Angine, grippe
33- Mfô	<i>Enantia chlorantha</i>	Annonaceae	1 et 2	Ec.	Fièvre jaune, paludisme
34- Miamingmo	<i>Oncoba welwitschii</i>	Flacourtiaceae	1	Ec.	Mal de dents, tue les poux
35- Miane	<i>Costus afer</i>	Costaceae	1	Fll	Allaitement
36- Minsi	<i>Calpocalyx dinklagei</i>	Fabaceae	1	Ec.	Blessure, maladies infantiles
37- Nditip	<i>Olex gambecola.</i>	Olcaceae	1	Fll	Soigne les yeux
38- Nfendek	<i>Desplatsia dewevrei</i>	Tiliaceae	1 et 2	Fr	Maux de ventre
39- Ngone	<i>Klainedoxa gabonensis</i>	Irvingiaceae	1 et 2	Ec.	Filaires
40- Nkanla	<i>Maesopsis eminnii</i>	Rhamnaceae	1	Ec.	Maux de ventre
41- Okoa	<i>Lophira alata</i>	Ochnaceae	1	Ec.	Mal de dos
42- Onong	<i>Carpolobia lutea</i>	Polygalaceae	1 et 2	Ec.	Impuissance
43- Oyang, Nkalan	<i>Xylopi aethiopicum</i>	Annonaceae	1 et 2	Ec.	condiment
44- Letono, Atodok	<i>Harungana madagascariensis</i>	Hypericaceae	2	Ec	Paludisme, érythème fessier
45- Aseng	<i>Musanga cecropioides</i>	Cecropiaceae	2	Ec	Anémie, filaire
46-Ebap, Ilôkoe	<i>Santiria trimera</i>	Burseraceae	2	Fr	Consommé
47- Ndaboué aillé	<i>Zanthoxylon macrophylla</i>	Rutaceae	2	Ec rapée	Mal de dents
48- Lessambolebe ntoungoumba	<i>Buchholzia coriacea</i>	Capparidaceae	2	Fr	Consommé par les animaux
49- Lebanga	<i>Hymenostegia afzelii</i>	Caesalpiniaceae	2	Ec. grattée	Laver la face le macéré d'écorce comme charme
50- Kemolo	<i>Strombosia grandifolia</i>	Olcaceae	2	Ec.	Anémie
51- Ndoa	<i>Irvingia gabonensis</i>	Irvingiaceae	2	Fr	Consommable
52- lonteinsé	<i>Olex latifolia</i>	Olcaceae	2	Ec	Macéré antivenimeux
53- Massamakouze	<i>Memecylon sp</i>	Melastomataceae	2	Ec	Macéré antivenimeux
54- Mabin Manku	<i>Blighia welwitschii</i>	Tiliaceae	2	Ec.	Fruits consommé
55- Miro	<i>Calpocalyx heitzii</i>	Mimosaceae	2	Ec.	Améliorant du vin de palme
56- Soli	<i>Garcinia mannii</i>	Clusiaceae	2	Ec	Vermifuge

57- Liguilnzie	<i>Abrus precatorius</i>	Fabaceae	2	Ec	Soin du mal de tête
58- Ebai	<i>Pentaclethra macrophylla</i>	Mimosaceae	2	Ec.	Améliorant du vin de palme
59- Nkenguio	<i>Icacina micrantha</i>	Icacinaceae	2	R	Carminatif en décoction
60- Nkaalôh	<i>Xylopia hypolampra</i>	Annonaceae	2	Fr	Condiment
61- Leguelenzie	<i>Anisophila meniaudii</i>	Anisophyllaceae	2	Fr	Bain intime
62- Bibolo	<i>Lovoa trichiloides</i>	Caesalpiniaceae	2	Ec.	Mal de poitrine
63- Mbele	<i>Pterocarpus soyauxii</i>	Fabaceae	2	Ec	Anémie
64- Louambo	<i>Hallea stipulosa</i>	Rubiaceae	2	Ec	Folie
65- Egogoba	<i>Anthocleista spp</i>	Loganiaceae	2	Ec	Mal de dos
66- Idong	<i>Harungana madagascariensis</i>	Hypericaceae	2	Ec	Teigne sèche
67-	<i>Maproumia africana</i>	Euphorbiaceae	2	Tige	Brosse à dents
68- Lo'o	<i>Pausinystalia yohimbe</i>	Rubiaceae	1 et 2	Ec	Faiblesse sexuelle
69- Ewome,	<i>Coula edulis</i>	Olacaceae	1	Gr	Graines utilisées dans la sauce et consommées

Tableau 28 : Plantes utilisées dans la fabrication des meubles et la construction des maisons

Nom local	Nom scientifique	Famille	Zone	Usage
1- Aseng, Lesseng, lyedjeh	<i>Musanga cecropioides</i>	Cecropiaceae	1 et 2	Fabrication des pirogues
2- Oyang	<i>Xylopia hypolampra</i>	Annonaceae	1 et 2	Lattes, écorce entre dans la construction des murs de maison.

3-	<i>Pychotria</i> sp	Rubiaceae	1	Poteaux des maisons
3- Iroko	<i>Terminalia superba</i>	Combretaceae	1	Bois de construction pour charpente
5-Rotangs	<i>Lacosperma secundiflorum.</i> , <i>Calamua deerratus</i>	Arecaceae	1 et 2	Fabrication des armoires, fauteuils, paniers, corbeilles
6-	<i>Raphia</i> spp.	Arecaceae	1 et 2	Les larves des palmiers sont comestibles, Feuilles utilisées en nattes pour les toitures des cases
7- Ebai	<i>Pentaclethra macrophylla</i>	Mimosaceae	1	Tam-tams et tambours
8- Ngolon	<i>Khaya ivorensis</i>	Meliaceae	1	Fabrication des fenêtres
9- Ewome,	<i>Coula edulis</i>	Olacaceae	1 et 2	Poteaux de construction
10- Fraké	<i>Terminalia superba</i>	Combretaceae	1 et 2	Poteaux de construction
11- Akondo	<i>Nauclea diderrichii</i>	Rubiaceae	1 et 2	Poteaux angulaires Mortiers, pilons, balafons

Plantes utilisées comme bois de chauffage

Dans la zone 1 du port en eau profonde de Kribi, tous les arbres sont utilisés comme bois de chauffage exceptions faites des espèces comme *Erythrophleum ivorens* (lounge en Ewondo), *Pycnanthus angolensis* (Eteung en Ewondo) reconnues par les populations comme produisant des fumées toxiques.

➤ Dérives d'*Elaeis guineensis*

Les troncs de palmier en décomposition produisent des larves comestibles surtout utilisées dans le site d'étude pour la pêche aux grands filets. Leur collecte est l'activité des femmes. Mais les crabes sont les plus utilisés car plus disponibles. Ces crabes justement sont très abondants entre les embouchures du grand Kobongwe et de Bikanjo.

➤ Plantes antiérosives

Les plantes antiérosives rencontrées de la zone 1 sont les *Rhizophora* spp. Grâce au développement des puissantes racines échasses, ces plantes freinent les assauts de la mer sur la côte en pleine marée haute. Les fortes vitesses des cours d'eau sont enrayées par ces racines dans les embouchures.

Tableau 29 : Autres usages

Nom local	Nom scientifique	Famille	Zone	Organe	Usages
1-Moindje	<i>Polyalthia suaveolens</i>	Annonaceae	2	Ec	Piège à oiseaux
2- Aseng	<i>Musanga cecropioides</i>	Cecropiaceae	2	Ec	Flotteur de pêche (bois)
3-Soleasseean	<i>Synphonia globulifera</i>	Clusiaceae	2	Sève	Colle les trous sur les pirogues
4-Toumbo	<i>Coelocaryon preussii</i>	Myristicaceae	2	Fr	Appât de pêche
5-Raphia	<i>Raphia spp.</i>	Arecaceae	1 et 2	Fill	Feuilles utilisées sous forme de nattes pour les toitures des cases
6-Kaa	<i>Duboscia macrocarpa</i>	Tiliaceae	2	Ec	Sorcellerie
7- Azala	<i>Drypetes sp.1</i>	Euphorbiaceae	1	Ec.	Envoûtement
8- Poure	<i>Cola sp</i>	Sterculiaceae	2	Tige	Levier de piège
9- Djumo	<i>Brenania</i>	Rubiaceae	2	Fr	Poison de pêche

Ce tableau montre que neuf plantes interviennent dans les usages divers.

Toutes les plantes utilisées de la zone 1 sont retrouvées en zone 2. Ainsi le déblayage ne pourra pas occasionner la disparition des plantes utilisables.

III-I.3.5- Commentaires des résultats

Toutes les formations végétales recensées sont irrégulièrement distribuées. Ainsi la forêt dans la zone 1 est une mosaïque. Les 2/3 de la forêt ont été coupés et sont par endroits en reconstruction. De ce fait la forêt secondaire vieille, quoique peu représentée, serait le refuge des espèces. C'est ce qui explique sa richesse spécifique.

L'abondance des jachères surtout dans le nord et le sud moins accidentés que la zone du milieu traduit la déforestation poussée dans le but de viabiliser les espaces déjà achetés. Mais la déclaration de la zone d'utilité publique a freiné beaucoup d'activités dans la région.

Le milieu côtier impose à la végétation des conditions liées à l'humidité atmosphérique, aux embruns qui peuvent atteindre la terre et aux conditions édaphiques. Ainsi la pauvreté spécifique de la mangrove et sa faible superficie seraient liées au sol à roches peu profondes, défavorables au développement des plantes à racines échasses.

Plusieurs espèces ont une utilité. C'est le cas de *Saccoglottis gabonensis* appelé Bidou dont les écorces améliorent le vin de palme. Leur disparition posera pas mal de problèmes aux populations locales. Elles développeront à coup sûr des alternatives comme la pêche pour vivre.

Les Caesalpiniaceae constituent la famille la plus importante. Ce résultat est en conformité avec les travaux de Letouzey. En effet la zone 1 fait partie de la vaste région des forêts littorales riches en Césalpiniaées (1985) dont un grand nombre d'individus comme *Afzelia bipindensis*, *Brachystagia cynometroides* et *Tetraberlinia bifoliata* sont dominants.

L'exploitation du bois a vidé la forêt de ses essences de grande valeur. Elle a contribué à secondariser la forêt. La création récente des plantations de plantains et de manioc et la construction des maisons et hangars par des particuliers qui ont acheté des terrains dans la zone sont venus accélérer la déforestation.

La végétation des zones de balancement des marées est soumise à des submersions périodiques. Elle est située à la limite extrême des marées sur de la vase, le sable ou le rocher. À ce niveau la mer lui fournit une humidité atmosphérique particulière. Ces conditions donnent à ce milieu une originalité qui l'oppose à la végétation de la terre ferme. Cette originalité traduit une relative indépendance vis-à-vis du climat général et se manifeste par l'homogénéité relative de sa composition et de sa structure dans les territoires différents. Il se développe des groupements des plantes arborescentes qui constituent une véritable forêt amphibie de très petites dimensions dans la zone 1. C'est la mangrove.

Les espèces de la mangrove ont une très forte pression osmotique. Ainsi elles peuvent réduire la transpiration et l'accumulation du chlorure dans les tissus. Ces capacités d'adaptation permettent aux plantes de supporter les conditions de salinité des sols des milieux saumâtres. Ces milieux sont peu fréquents dans les côtes sablonneuses. C'est pourquoi ils sont d'importance moindre du point de vue étendue et composition spécifique.

La mer élimine le plus de déchets dans les zones de balancements des marées (figures 71, 72 et 73). On peut les considérer comme la « poubelle » de la mer. Elle limite ainsi la pollution de la plage par certains déchets (débris végétaux, diaspores, débris plastiques, tissus, tisons de bouteille, chaussures, cuillères, sacs, etc.).



Figure 71 : Déchets divers sur la plage



Figure 72 : Déchets divers sur la zone de balancements des marées



Figure 73 : Déchets de fruits divers

Ce nettoyage naturel est d'une importance capitale pour une côte considérée comme l'un des pôles de développement économique. Le phénomène devient très intéressant car le cours d'eau repousse à son tour les déchets vers la côte. En marées hautes, la mer barre totalement le cours d'eau par le dépôt d'une quantité impressionnante du sable. En ce moment précis la mer est au-dessus du cours d'eau. C'est pourquoi poussés par des vagues les déchets viennent se déposer massivement dans ces zones de balancement des marées. L'eau de mer remonte dans le cours d'eau. Elle crée les conditions de développement des mangroves. Fermée par la mer, l'eau douce devenue salée en ces endroits précis coule parallèlement à la mer (figure 74).



Figure 74 : Cours d'eau après l'embouchure

Le degré de salinité du milieu est maximal à l'embouchure, puis décroît aussi bien en amont qu'en aval là où le cours d'eau forme des inondations temporaires. Ainsi il se développe les espèces de *Rhizophora* et à moindre mesure *Sclerosperma mannii* dans l'embouchure et *Podococcus barteri* dans la zone d'inondations temporaires.

Parmi les déchets les diaspores du *Nypa fruticans* (figure 75) espèce inféodée dans la mangrove sont les plus représentés.



Figure 75 : Diaspores de *Nypa fruticans* allant vers la zone d'inondation temporaire

On appelle diaspoire une unité de dissémination. Elle peut être une graine, un fruit, une bulbille, les bourgeons, les propagules de mousses ou les plantes entières.

La diaspoire de *Nypa fruticans* (espèce de la mangrove) est un fruit qui germe sur l'arbre. Les cours d'eau traînent ces fruits en grande quantité dans la mer, qui assure par la suite le transport. On parle d'une dispersion hydrochore ou hydrochorie. Ces fruits vont du sud au le nord. Les diaspoires de *Nypa fruticans* proviennent des mangroves plus importantes du sud de la zone du futur port. Cette espèce et ses nombreuses diaspoires ont été aperçues dans une de ces mangroves à Eboge, village situé au sud du site du port. Cependant le *Nypa n'a pas été* rencontré.

La raison de la non fixation des diaspoires de *Nypa* dans le sol vaseux, boueux ou sableux des embouchures des rivières dans le secteur du port reste probablement les sols peu profonds, différents de ceux de leur provenance. Le sol serait asphyxique dans les embouchures des cours d'eau du site du port. C'est l'une des raisons pour lesquelles le développement de la mangrove est très moins fructueux dans la zone.

La mer assure aussi le transport des diaspoires de plusieurs autres plantes. On peut citer par ordre d'importance les fruits de *Mucuna* sp qui proviennent de loin et de tous les arbres qui sont en bordure de la mer.

La mer alimente en sel les espèces exigeantes en Na ou poussant dans les conditions de forte salinité comme *Rhizophora* spp, *Avicennia* spp, *Laguncularia racemosa*, *Conocarpus erectus* et *Drepanocarpus lunatus*.

La canalisation des cours d'eau et des torrents limitera l'érosion et maintiendrait le régime des eaux. Le renforcement des capacités naturelles d'élimination des déchets dans l'eau de mer rendrait la côte plus propre et plus attrayante.

III.2- Potentiel en eau du site

III.2.1- Eaux météoriques

Les nombreux travaux réalisés sur le bassin du Nyong et ceux des fleuves côtiers ont montré la similitude qu'il y a entre les écoulements dans cette zone. La compacité de So'o, affluent inférieur du Nyong, se rapprochant de celle des petits bassins de la zone 2 (tableau 30), la tentation est grande de considérer les résultats acquis à cette station pour un transfert de

données entre ces bassins « homogènes ».

Cependant toutes choses étant égales par ailleurs, la similitude entre les compacités de Nsimi (1,13) qui est la station pluviométrique de la So'o et Kribi (1,15) qui est la station de référence de la zone 2, ainsi que le rapport des surfaces des deux bassins versants (tableau 30), font pencher la balance du côté de Kribi. Les données pluviométriques et hydrométriques qui serviront dans la suite de ces travaux proviendront donc uniquement des stations qui se trouvent dans cette localité.

Tableau 30 : Données morphométriques comparatives

Stations		Superficies (Km ²)	Périmètres (Km)	Indices (KG)
	Bombingwé	1,45	6,18	1,45
	Boussibelika	15,1	23,4	1,70
	Dibété	1,42	8,24	1,95
ZONE 2	Etoumbwé	2,16	8,40	1,61
	Lendé_Dibé	15,6	25,1	1,79
	Lolabé	46,4	51,3	2,12
	Lolo	94,7	58,8	1,70
	Mboro	0,40	3,23	1,44
LOBE	Kribi	2305	195	1,15
NYONG	Nsimi	0,6	3,1	1,13
	So'o	3120	293	1,47

III.2.1.1- Variabilité saisonnière des précipitations

Les précipitations sur la zone deux sont soumises au climat qui régit les saisons à Kribi considéré comme poste pluviométrique et non comme station hydrométrique, la pluviométrie de cette dernière étant composée par le poste de Kribi pris comme station pluviométrique et, les postes de Campo et de Nyabessan (tableau 31).

Tableau 31 : Pluviométrie moyenne mensuelle sur le bassin de la Lobé

Stations	Jr	F	Ms	Al	M	Jn	Jt	At	S	O	N	D
Kribi	64,1	76,3	185,8	251,3	358,8	240,0	150,0	305,5	514,4	530,5	172,4	60,8
Campo	42,1	61,9	148,9	219,5	358,7	157,0	148,4	330,0	406,6	441,6	115,8	34,8
Nyabessan	29,2	48,3	151,4	210,5	291,2	112,1	79,5	277,2	316,3	377,8	67,7	23,1

La zone est donc soumise à un climat équatorial où alternent quatre saisons : une grande saison sèche qui couvre les mois de novembre, décembre, janvier et février ; une petite saison

de pluies qui s'étend du mois de mars au mois de juin ; une petite saison sèche qui couvre le mois de juillet et une grande saison de pluies qui arrose les mois d'août, septembre et octobre. La figure 76 montre ces variations.

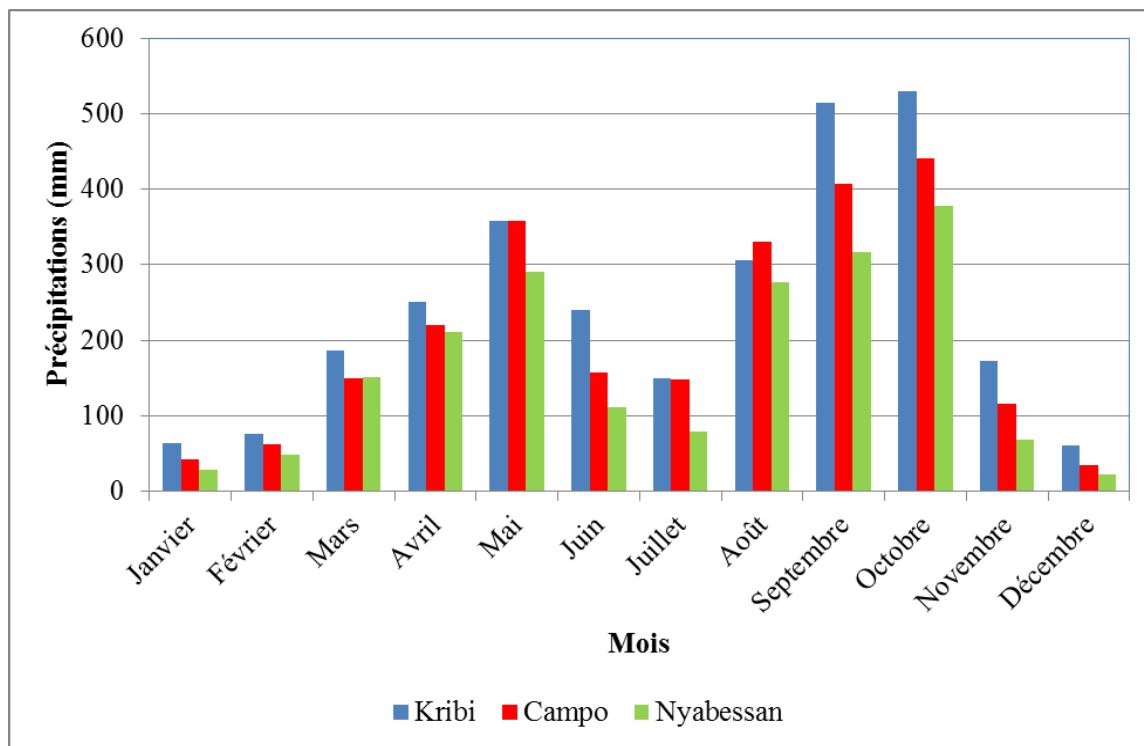


Figure 76 : Variation saisonnière des précipitations

La variabilité saisonnière de cette pluviométrie a été étudiée en terme de récurrence pour des intervalles de 5 ans, 10 ans, 50 ans et 100 ans . Le tableau 32 nous donne les caractéristiques de la pluie mensuelle à tendance centrale, tandis que le tableau 33 nous donne les hauteurs de la pluie mensuelle pour différentes périodes de retour.

Tableau 32 : Caractéristiques de la pluviométrie mensuelle à tendance centrale

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Moyenne	64,1	86,8	187	253	311	268	167	268	518	491	191	66,9
Max	169	257	397	524	645	648	679	1008	871	1119	338	205
Min	0,0	4,6	55,9	92,8	187	71,0	10,3	20,6	164	174	15,2	0,0
Mediane	53,8	60,2	181	248	333	185	103	283	506	515	162	53,4
Ecart type	47,3	62,0	70,4	96,6	83,1	153	159	182	183	162	75,4	46,0

Tableau 33 : Hauteurs de la pluie mensuelle de la station de Kribi pour différentes périodes de retour

Méthode des moments	Période de retour T	5	10	50	100
	Probabilité de non dépassement	0,8	0,9	0,98	0,99
	Variable réduite de Gumbel	1,5	2,3	3,9	4,6
	Hauteur de la pluie	745,1	834,0	1029,8	1112,6
Méthode de Gumbel	Période de retour T	5	10	50	100
	Probabilité de non dépassement	0,8	0,9	0,98	0,99
	Variable réduite de Gumbel	1,5	2,3	3,9	4,6
	Hauteur de la pluie	746,6	836,5	1034,2	1117,7

III.2.1.2- Variabilité inter annuelle des précipitations

Les précipitations interannuelles des postes pluviométriques du bassin versant de la Lobé sont présentées dans le tableau 34, ainsi que le résultat de la spatialisation des pluies annuelles par la méthode de Thiessen. Leur variation est illustrée dans la figure 77 qui suit.

Tableau 34 : Pluviométrie interannuelle sur le bassin de la Lobé

Année	Kribi	Campo	Nyabessan	Bassin versant de la Lobé
1950	3 458.2	3 042.2		
1951	2 891.2	2 877.0		
1952	2 757.0	1 785.3		
1953	3 266.0	2 527.3		
1954	2 376.7	2 669.9		
1955	3 262.9	3 356.4	2 066.8	2692.3
1956	3 007.5	2 744.5	2 034.2	2491.6
1957	2 986.4	2 744.5	2 120.8	2526.4
1958	2 835.8	2 763.0	2 002.1	2417.1
1959	3 069.1	2 478.2	2 115.4	2512.9
1960	3 297.2	1 698.9	2 153.8	2495.0
1961	2 962.2	2 597.7	2 198.6	2533.4
1962	2 840.2	3 151.9	2 311.9	2629.3
1963	2 518.1	2 696.3	2 186.9	2383.3
1964	3 290.2	2 829.1	2 032.8	2605.2
1965	3 188.5	2 533.8	2 281.6	2645.5
1966	2 899.1	2 639.2	2 135.1	2486.0
1967	2 457.3	2 927.5	2 039.9	2324.7

1968	2 334.3	2 654.6	1 936.0	2188.3
1969	2 958.8	2 744.1	1 961.1	2438.3
1970	3 183.1	2 515.8	1 985.9	2496.2
1971	3 038.6	2 741.9	1 978.3	2475.0
1972	2 394.7	2 725.6	1 888.0	2197.3
1973	2 558.4	2 616.8	2 268.4	2425.5
1974	2 903.0	2 601.0	1 878.5	2356.1
1975	2 937.1	2 498.5	1 928.6	2377.3
1976	3 690.4	2 753.2	1 795.3	2621.2
1977	3 165.7	3 016.9	1 976.8	2561.7
1978	2 968.1	3 098.9	1 957.6	2493.9
1979	2 521.4	2 883.4	2 053.4	2347.6
1980	2 216.9	2 455.5	2 161.9	2226.3
1981	2 810.4	2 847.3	1 864.1	2353.3
1982	2 646.3	2 876.3	1 681.8	2209.7
1983	1 555.5	2 691.0	1 966.3	1929.1
1984	3 286.2	2 198.6	1 998.4	2491.1
1985	3 156.9	2 032.8	2 059.1	2449.1
1986	2 698.6	1 985.9	2 037.5	2266.9
1987	2 526.2	2 268.4	2 052.9	2255.6
1988	3 035.8	1 795.3	1 997.8	2339.6
1989	2 165.2	1 966.3	2 072.5	2089.6
1990	2 442.3	2 037.5	1 814.6	2073.8
1991	2 761.0	2 072.5	1 879.0	2225.0
1992	2 260.4	2 083.4	1 946.0	2079.7
1993	3 468.9	1 946.0	1 918.3	2479.1
1994	3 054.0	3 029.2	1 891.6	2481.8
1995	2 428.6	1 961.7	1 856.3	2077.7
1996	3 148.1	1 932.0	1 934.2	2369.6
1997	3 394.0	1 889.2	1 843.0	2406.7
1998	4 575.6	1 908.0	1 795.3	2810.4
1999	3 549.9	1 860.8	1 953.2	2512.3
2000	3 712.9	2 042.5	1 870.6	2558.0
2001	2 451.3	1 870.6	1 855.2	2071.5
2002	3 415.2	1 795.3	1 812.5	2385.2
2003	3 888.3	2 102.5	1 876.0	2632.7
2004	3 220.4	2 514.6	1 813.9	2425.3
2005	2 453.9	2 533.8	1 837.0	2164.4
2006	2 616.4	2 467.0	1 916.5	2251.4
2007	2 932.6	2 775.8	1 875.8	2392.0
2008	2 061.6	2 462.0	2 101.2	2141.9
2009	2 815.0	2 447.2	1 778.6	2252.3
2010	2 910.0	2 488.1	2 375.0	2584.2
Moyenne 1955-2010	2 909.4	2 452.7	1 984.4	2 387.6

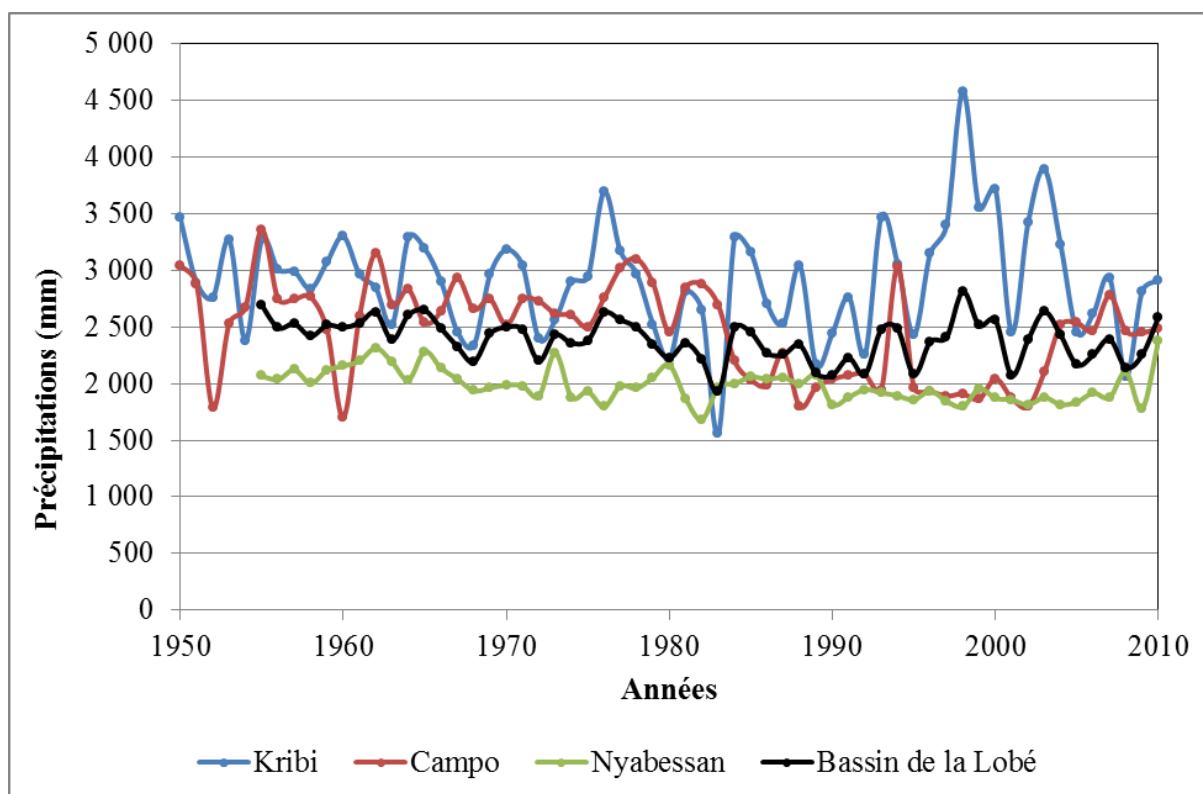


Figure 77 : Variation interannuelle des précipitations sur le bassin versant de la Lobé

La variabilité interannuelle de cette pluviométrie a été étudiée en terme de récurrence pour des intervalles de 5 ans, 10 ans, 50 ans et 100 ans . Le tableau 35 nous donne les hauteurs de la pluie annuelle pour différentes périodes de retour.

Tableau 35 : Hauteurs de la pluie annuelle de la station de Kribi pour différentes périodes de retour

Méthode des moments	Période de retour T	5	10	50	100
	Probabilité de non dépassement	0,8	0,9	0,98	0,99
	Variable réduite de Gumbel	1,5	2,3	3,9	4,6
	Hauteur de la pluie	3261,3	3553,1	4195,4	4466,9
Méthode de Gumbel	Période de retour T	5	10	50	100
	Probabilité de non dépassement	0,8	0,9	0,98	0,99
	Variable réduite de Gumbel	1,5	2,3	3,9	4,6
	Hauteur de la pluie	3259,2	3548,5	4185,2	4454,4

III.2.1.3- Pluie moyenne dans la zone portuaire

La valeur de la pluie moyenne dans le bassin versant de la Lobé, avec exutoire pris à la station hydrométrique sur la Lobé à Kribi, a été obtenue par spatialisation entre les postes pluviométriques de Kribi, Campo et Nyabessan. La méthode utilisée, celle de la spatialisation par les polygones de Thiessen, a largement été développée plus haut. Les valeurs obtenues sont rassemblées dans le tableau 36, en même temps que celle du poste pluviométrique de Kribi, ces dernières faisant office de valeurs de la pluie dans la zone portuaire.

Tableau 36 : Pluviométrie sur le bassin de la Lobé et sur la zone portuaire

Stations	Jr	F	Ms	Al	M	J	Jt	At	S	O	N	D
Zone portuaire	64,1	76,3	185,8	251,3	358,8	240,0	150,0	305,5	514,4	530,5	172,4	60,8
Bassin de la Lobé	43,3	59,9	161,8	224,4	322,6	161,9	114,2	292,6	397,3	438,1	89,9	38,1

III.2.2- Eaux de surface

La chronique sur laquelle l'analyse est faite ne comporte que sept années de débits moyens journaliers. Cette période s'étend de 1954 à 1983. Les ressources en eau de surface sont plus abondantes en octobre et novembre. Le maximum des débits moyen mensuel enregistré est de 388 m³/s. Les mois d'étiage sont ceux de janvier et février. Les étiages moyens mensuels peuvent descendre jusqu'à 6,7 m³/s. La reconstitution des débits mensuels est en cours. Les tableaux 37 et 38 donnent les valeurs de débits moyens mensuels sur la Lobé pour différentes périodes de retour.

Tableau 37 : Débits moyens mensuels de la Lobé à Kribi (période 1954-1983)

Année	Jr	F	Ms	Al	M	Jn	Jt	At	S	O	N	D
Moyenne	29.2	19.2	44.5	92.2	153.5	110.2	34.9	23.7	123.7	272.8	217.4	77.5
Minimum	13.1	7.0	6.7	34.0	74.6	34.3	9.5	4.5	31.7	94.3	137.1	38.6
Maximum	65.5	46.6	126.0	208.0	310.0	195.0	99.8	61.9	265.9	388.0	298.0	121.0
Ecart type	12.3	8.5	27.1	38.2	48.7	37.8	20.5	17.0	60.0	67.8	41.5	21.4

Tableau 38 : Valeurs des débits mensuels pour différentes périodes de retour pour la Lobé à Kribi

Méthode des moments	Période de retour T	5	10	50	100
	Probabilité de non dépassement	0,8	0,9	0,98	0,99
	Variable réduite de Gumbel	1,5	2,3	3,9	4,6
	Débit moyen	103,8	116,6	144,6	156,5
Méthode de Gumbel	Période de retour T	5	10	50	100
	Probabilité de non dépassement	0,8	0,9	0,98	0,99
	Variable réduite de Gumbel	1,5	2,3	3,9	4,6
	Débit moyen	104,7	117,7	146,2	158,3

III.2.2.1- Variabilité saisonnière des débits

Le rapport P_s/P_r évoqué avec le coefficient $C1$ est de loin supérieur à 10% et, en l'absence données sur la zone portuaire pour recourir au coefficient $C2$, seul un ajustement entre pluie et débit adopté et exécuté mois par mois a obéi pour l'essentiel à une loi polynomiale d'ordre 2 assez souvent, avec un très bon coefficient d'ajustement. Les ajustements des mois de septembre et octobre témoignent de la saturation des sols, ce qui rend la courbe proche de la linéarité. Le début du tarissement est bien visible sur la courbe du mois de novembre, tandis que les courbes intermédiaires indiquent bien une autre source de ravitaillement qui pourrait être la restitution de la nappe souterraine.

Les équations qui découlent de l'ajustement entre la pluie tombée et le débit mesuré ont pour formules :

- Pour le mois de janvier : $Y = -1E-08 x^4 + 2E-05x^3 - 0,004x^2 + 1,122x - 23,72$; $R^2 = 0,997$;
- Pour le mois de février : $Y = 0,006 x^2 + 1,199x$; $R^2 = 0,993$
- Pour le mois de mars: $Y = 0,012x^2 - 0,597 x$; $R^2 = 0,994$;
- Pour le mois d'avril : $Y = 0,006 x^2 - 1,295 x$; $R^2 = 0,997$;
- Pour le mois de mai: $Y = 1E-07x^3 - 0,000x^2 + 4,060x$; $R^2 = 0,994$;
- Pour le mois de juin : $Y = 0,005x^2 - 0,285x$; $R^2 = 0,997$;
- Pour le mois de juillet : $Y = 0,000x^2 + 2,211x$; $R^2 = 0,996$;
- Pour le mois d'août : $Y = 3E-05 x^3 - 0,043x^2 + 24,65x - 436,5$; $R^2 = 0,993$;

- Pour le mois de septembre : $Y = -4E - 05 x^2 + 4,067x + 201,9$; $R^2 = 0,999$;
- Pour le mois d'octobre : $Y = 1E - 08 x^3 - 0,000x^2 + 2,652x$; $R^2 = 0,998$;
- Pour le mois de novembre : $Y = -2E - 08 x^3 - 0,000x^2 + 0,104x + 140,6$; $R^2 = 0,998$;
- Pour le mois de décembre : $Y = -6E - 08 x^3 - 0,0000x^2 + 0,153x + 4,960$; $R^2 = 0,994$;

Ces équations, même si elles donnent des résultats acceptables en basses eaux, demandent à être confirmées avec des mesures effectives à réaliser sur le terrain. Le tableau 39 résume les débits moyens mensuels interannuels à la Lobé.

Tableau 39 : Débits mensuels interannuels (1954-1983)

Lobé à Kribi	Jr	F	Ms	Al	M	J	Jt	At	S	O	N	D
Q moy. mens	29,2	19,2	44,5	92,2	151,7	109,6	35,2	24,2	126,4	275,4	217,4	78,7

III.2.2.2- Variabilité inter annuelle des débits

En considérant les homogénéités évoquées plus haut, des équations des ajustements obtenues et à partir de la pluviométrie déjà présentée sur la zone du port, de la corrélation pluie – débit sur la Lobé, nous obtenons les valeurs de débits moyens interannuels escomptés sur la zone portuaire (tableau 40). Ces valeurs restent purement indicatives.

Tableau 40 : Débits moyens interannuels pour la zone portuaire

	Jr	F	Ms	Al	M	J	Jt	At	S	O	N	D
P(mm) Zone portuaire	64,1	76,3	186	251	359	240	150	306	514	531	172	60,8
Q moy interannuel (m ³ /s)	10,0	6,08	16,6	39,7	72,9	49,1	12,4	7,2	56,3	145	111	32,2

Les débits ainsi obtenus proviennent d'un seul et unique bassin versant virtuel qui aurait les caractéristiques réunies de la zone portuaire, ce qui n'est pas le cas. Les tableaux 41 et 42 donnent les apports des bassins de Lolabé et Lolo Aval. Ces valeurs renvoient à un volume annuel de 10 950 000 m³ pour Lolabé et 22 349 000 m³ pour Lolo Aval, ce qui équivaut à un débit spécifique moyen de 179 l/s/km² pour la zone portuaire.

Tableau 41 : Débits moyens interannuels de Lolabé

	Jr	F	Ms	Al	M	J	Jt	At	S	O	N	D
Q (m ³ /s) Zone portuaire	25,7	31,6	91,6	131	201	124	71,0	166	309	321	83,8	24,1
Q (m ³ /s) Lolabé	1,79	1,09	2,96	7,08	13	8,76	2,22	1,40	10,1	25,9	19,7	5,75

Tableau 42 : Débits moyens interannuels de Lolo Aval

	Jr	F	Ms	Al	M	J	Jt	At	S	O	N	D
Q (m³/s) Zone portuaire	25,7	31,6	91,6	131	201	124	71,0	166	309	321	83,8	24,1
Q (m³/s) Lolo Aval	3,66	2,21	6,05	14,4	26,6	17,9	4,52	2,85	20,5	52,8	40,3	11,7

Les débits de la Lobé utilisés dans cette étude semblent être plus fort que ceux d'Olivry (1986), ce qui entraîne forcément une hausse dans l'estimation des apports hydriques de la zone portuaire. Néanmoins, ces débits peuvent déjà servir de base à tout dimensionnement qui les sollicite.

III.2.2.4- Bilan hydrologique

L'équation du bilan hydrologique est : $P = ETR + Qt + \Delta R$

- P : précipitation (mm) ;
- ETR : évapotranspiration réelle (mm) ;
- Qt : écoulement total (mm) ;
- ΔR : variation de la réserve.

Ce bilan a été calculé pour le bassin de la Lobé ; l'année hydrologique moyenne retenue étant celle pour laquelle les données pluviométriques sont disponibles aux stations de Kribi, Campo et Nyabessan. Pour la période 1984 2010, les débits de la Lobé ont été reconstituée par corrélation entre les cumuls de la pluie moyenne du bassin et des débits observés (figure 78). La figure 79 donne l'évolution des débits mesurés et celle des débits reconstituées.

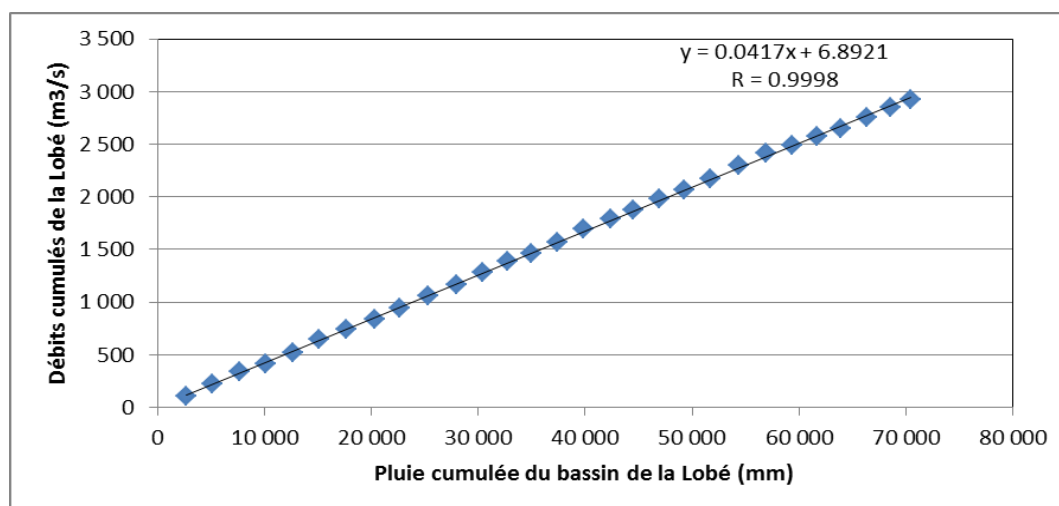


Figure 78 : Corrélation entre les cumuls des précipitations moyennes et des débits dans le bassin de la Lobé

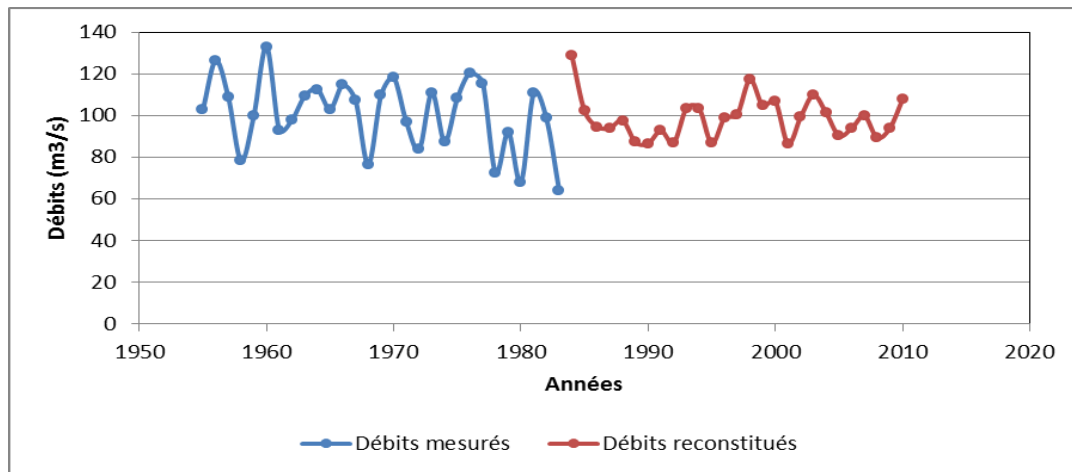


Figure 79 : Débits mesurés et débits reconstitués de la Lobé à Kribi

Le tableau 43 donne le bilan hydrologique dans le bassin de la Lobé. Le déficit d'écoulement, obtenu en faisant les moyennes des valeurs de Kribi et Campo, représente 41 % des précipitations. L'écoulement représente 55,7 % des précipitations. Pour cette année hydrologique moyenne, le bilan d'eau est excédentaire puisque la réserve en eau souterraine augmente de 77,47 mm, soit 3,24 % des précipitations. Cette réserve régulatrice ne doit pas être confondue avec l'infiltration. Ce dernier paramètre est compris dans l'écoulement de la Lobé. En effet, en saison sèche ce sont les ressources en eau souterraine qui alimente l'écoulement de surface, d'où le concept d'unicité de la réserve.

Tableau 43 : Bilan hydrologique dans le bassin de la Lobé

ETR_Campo (1955 - 2010)	951.54
ETR_Kribi (1955 - 2010)	1008.98
ETR moyen (1955 - 2010)	980.26
Précipitation du bassin de la Lobé (1955 - 2010)	2387.6
Débits (1955 - 2010)	1329.87
Variation de la réserve du sol (1955 - 2010)	77.47

III.2.2- Eaux souterraines

III.2.2.1- Contexte géologique

Sur le terrain, 59 points d'observations ont été faits et repérés par leurs coordonnées GPS. La nature et la structure des roches affleurant ont été relevées. Les phénomènes tectoniques affectant ces formations pétrographiques ont été décrits.

Dans le carnet de terrain (en annexe de ce rapport) figurent, station d'observation par station, les données des observations faites sur la zone d'étude.

Les observations sur le terrain ont permis de définir sept formations pétrologiques réparties en deux groupes lithologiques qui sont : couverture néo-protérozoïque ou groupe de Yaoundé (panafricain) constituée de quartzites micacés et de micaschistes généralement en association, et le socle Néo-archéen à Paléo-protérozoïque s'apparentant à l'unité du Bas Nyong, où se distinguent des gneiss feuilletés (gneiss granulitiques), des orthogneiss, des syénites (plutonisme ancien), des formations ferrifères et des ultrabasites.

III.2.2.1.1- Couverture Néo-protérozoïque ou Groupe de Yaoundé (Panafricain)

Les quartzites micacés

Les quartzites micacés constituent une formation rocheuse située à l'intérieur du continent, le long de la route du Grand Batanga à Kampo, sous forme d'une étroite bande à laquelle sont associés des passées de micaschistes. Le passage entre les quartzites et les micaschistes associés est souvent progressif et la séparation cartographique des deux formations presque impossible.

Plus à l'intérieur du continent les quartzites constituent avec les micaschistes auxquels ils sont toujours associés, une formation de direction globale Nord-Est et discordante sur le socle paléo-protérozoïque. A l'extrême Sud-Est de la zone d'étude affleure aussi une petite bande de ces quartzites, reposant directement sur les amphibolites du socle Archéen.

Les quartzites sont constitués sur le plan minéralogique par du quartz (80 à 90%) et de micas blanc (muscovite) et accessoirement du grenat par endroit. C'est une roche de couleur clair, comprenant parfois des faciès peu micacés et compacts, et d'autres plus riches en micas. Cette formation pétrographique a subi un phénomène tectonique intense (tectonique cassante) et se débite en plaquettes (figure 80 et 81) et parfois en grandes dalles (figure 84). On y observe parfois des plis isoclinaux droits. Ces plis se matérialisent par des structures en antiforme et en synforme (figure 82 et 83) se traduisant par le gondolement du socle sur le site d'étude.



Figure 80 : Quartzites micacés, débités en plaquettes tectoniques



Figure 81 : Quartzites micacés, débités en plaquettes par la tectonique, mais jointives



Figure 82 : Quartzites micacés, débités en plaquettes par la tectonique



Figure 83 : Synforme constitué par des bancs de quartzites massifs

Cette bande littorale de quartzite reposant dans un étroit synclinal côtier, chevauche les gneiss de la côte au Sud-ouest de la zone, et les gneiss plus intérieurs, à sa bordure Est.



Figure 84 : Quartzites débités en dalles compactes



Figure 85 : Quartzites massives en paquets empilés

Micaschistes

Les micaschistes sont la plupart de temps altérés en surface et, suivant leur degré d'altération ont une teinte gris bleu, argenté ou verdâtre (figure 86). La minéralogie courante est à quartz, biotite, muscovite, grenat et disthène, avec plus ou moins du feldspath. Avec les quartzites auxquels ils sont toujours associés, ils constituent localement le groupe de Yaoundé (formations Néo-protérozoïques, ou Panafricaine)

Les micaschistes en forme d'une large bande, occupent au centre du secteur un synclinal orientée SSW-NNE. Cette bande est limitée par contact faillé au Sud-est avec les orthogneiss du socle Paléo-protérozoïque, et chevauche au Nord-ouest les gneiss charnockitiques.



Figure 86 : Micaschistes en affleurement dans les lits de cours d'eau

III.2.2.1.2- Socle Néo-archéen à Paléo-protérozoïque (Unité du Bas Nyong)

Les gneiss feuilletés (granulitiques)

Le long de la côte océanique, du Nord du Rocher du Loup jusqu'au Nord du village Lolabé affleurent des gneiss granulitiques. Ce sont des roches très dures, produisant un son sec au marteau, d'aspect gris sombre, souvent mouchetées, et présentant une foliation gneissique très marqué (figures 87 et 88). Sa minéralogie est simple et comprend principalement du quartz à extinction roulante, du feldspath, de l'amphibole de la biotite et de l'orthopyroxène avec plus ou moins du grenat et disthène. La direction globale de foliation est subméridienne et le pendage fort, souvent redressé (figure 89) traduisant un effondrement du socle sous les sédiments littoraux. Ils se rencontrent sous forme de bancs feuilletés.



Figure 87 : Gneiss granulitique moucheté



Figure 88 : Gneiss granulitique feuilleté, à pendage fort



Figure 89 : Gneiss granulitique feuilleté, à pendage redressé

Plus à l'intérieur se rencontrent un deuxième type de gneiss granulitique qui s'apparentent aux séries charnockitiques au sens large. La roche est compacte, dure, de teinte généralement foncée. Sa minéralogie simple comprend du quartz, du feldspath d'aspect huileux, des pyroxènes (ortho et monoclinique) Les termes leucocrates ressemblent à des quartzites. L'orientation apparait sur les échantillons altérés. Au Sud de la zone ce faciès occupe une bande méridienne, et se débite en gros blocs (figure 90), marquant une tectonique cassante. Une deuxième bande plus au Nord se prolonge en s'élargissant vers le Nord et le Nord-est de la zone d'étude.



Figure 90 : Gneiss charnockitique se débitant en gros blocs

Ces gneiss dérivent d'anciens sédiments argileux ou argilo-sableux, ayant subi toutes les phases d'orogénèse régionale. Ils sont généralement très frais, et donc très peu affectés par les phénomènes d'altération.

Orthogneiss

Les Orthogneiss affleurent au Sud-est de la zone. Ils constituent une fine bande subméridienne qui s'incurve en s'élargissant vers le Nord. Ce sont des roches de couleur claire, à quartz, feldspath, biotite et amphibole verte.

A l'affleurement, la roche est finement grenue et finement litée, mais parfois présente des faciès œillés

Syénites

Les syénites affleurent au Centre-nord de la zone (deux pointements) entre Eboundja et Lolabé, et à Béïo (Rocher du Loup) au Sud. La forme des pointements est allongée suivant un axe SSW-NNE, qui semble également être l'axe privilégié des venues de ces roches syénitiques à amphibole et à néphéline.

L'ensemble basique (ferrière)

A l'extrême Sud-est de la zone, se rencontre une roche mélanocrate, très riche en minéraux ferromagnésiens. Cette roche amphibolitique affleure largement sur les collines qui caractérisent le secteur, et son altération est à l'origine des cuirasses latéritiques très fréquemment rencontrées. La roche est très riche en minéraux ferrugineux, à l'origine des itabirites ferrières qui se distinguent au sein de la formation. C'est cette association de roches basiques (amphibolites, grenatites, éclogitoïdes) et d'itabirites-quartzites qui confère à cet ensemble l'appellation d'ensemble basique ferrière.

Ultrabasites

Le représentant de cette formation de roches ultrabasiques affleure au Sud de la zone, sur la route du Mont des Mamelles. C'est une roche très altérée (couleur ocre), parcourue de veine de quartz très pur. Cette roche fait penser plus spécialement à de la serpentinite altérée. La qualité de l'affleurement ne permet pas une bonne observation.

III.2.2.1.2- Tectonique

La direction générale du socle est NNE-SSW dans la zone, et à la côte Atlantique les structures sont verticales, marquant un effondrement du socle sous les sédiments littoraux, localisés dans l'océan.

Les bandes de quartzites et de micaschistes en discordance sur le socle ont un pendage faible. Les formations de gneiss à caractère charnockitique sont fortement tectonisées et se débitent en gros blocs attestant une phase de tectonique cassante intense du socle.

La zone a fait l'objet de fracturation importante et est jonchée par deux systèmes de failles, dont la principale est globalement orienté NE-SW, et l'autre perpendiculaire à celle-ci.

Le contact entre les formations de la couverture Panafricaine (Néo-protérozoïque) ou groupe de Yaoundé et le groupe du bas Nyong (Paléo-protérozoïque) est faillé au Sud-est entre les micaschistes et les orthogneiss, avec un décrochement senestre, et chevauchant à l'Ouest et Nord-Ouest entre les micaschistes-quartzites et les gneiss granulitiques.

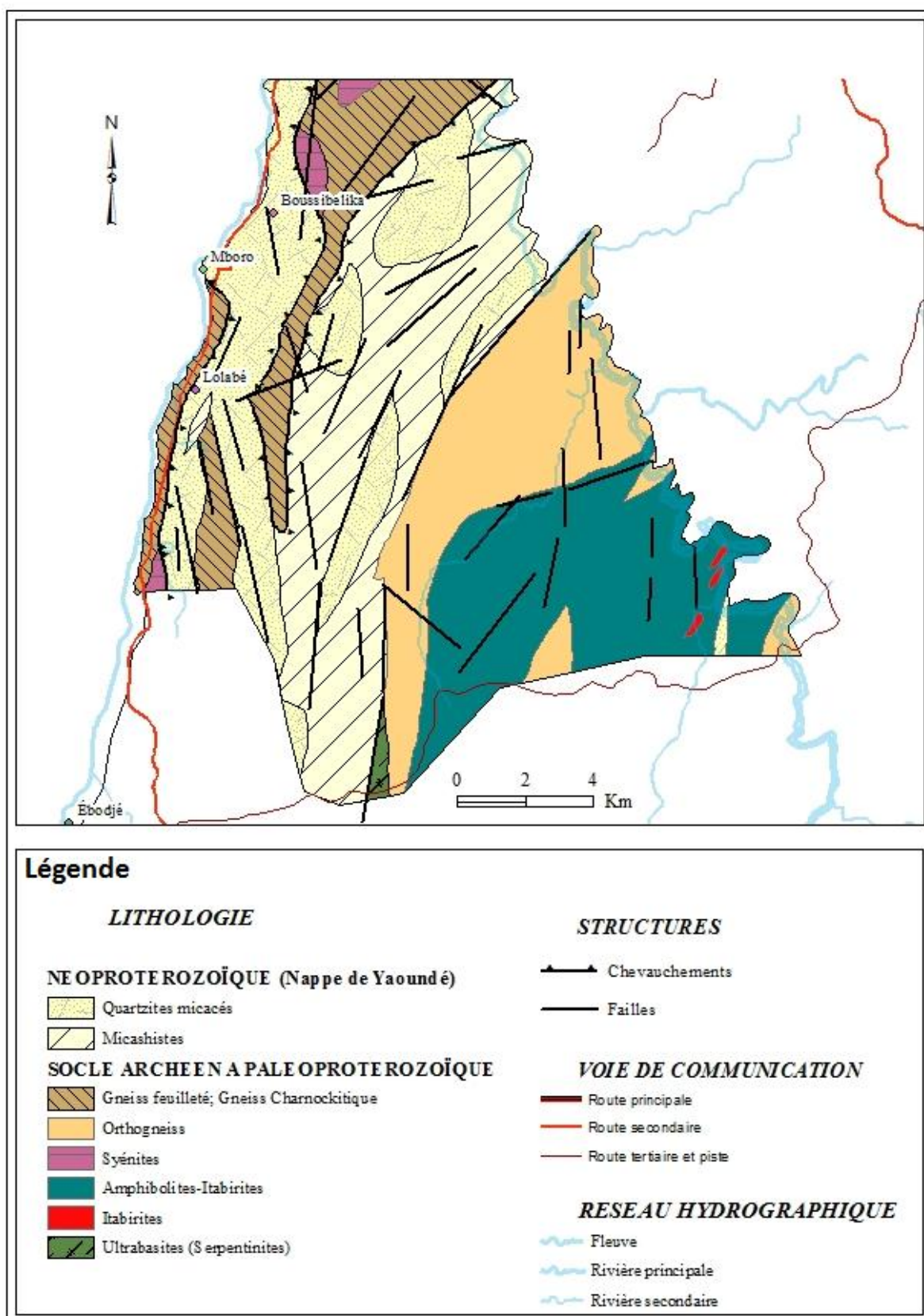


Figure 91 : Carte géologique

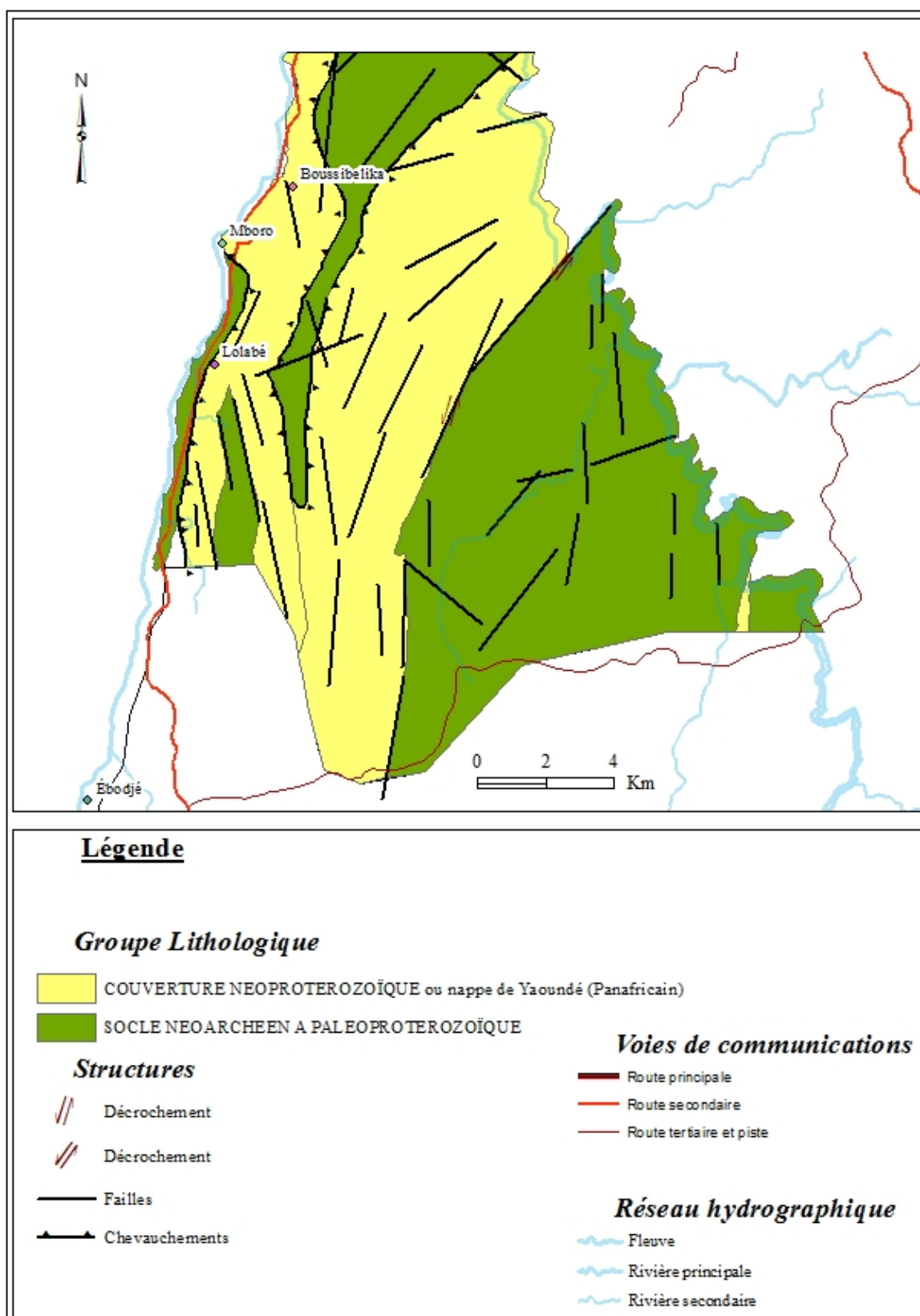


Figure 92 : Schéma structural

III.2.2.2- Pédologie

III.2.2.2.1- Résultats obtenus

Ces résultats, ainsi que leur interprétation, portent essentiellement sur l'identification des différents types de sols et l'étude de leurs caractéristiques physiques ainsi que sur la classification d'aptitude des terres identifiées.

III.2.2.2.1.1- Résultats sur les différents types de sols identifiés

Dans la carte pédologique ci-jointe, il ne peut être question de considérer comme rigoureuses les limites de types de sols. La prospection a permis de faire quelques reconnaissances et d'avoir un aperçu général des différents types de sols et de leur localisation. Six types de sols ont été identifiés et cartographiés dans les zones 2 (figure 93).

Sols ferralitiques de plaine sur gneiss et micaschiste

Ils constituent une majeure partie des sols des zones 2 (Annexe 5, photo Profil 1). Ces sols se rencontrent sur les parties Nord-Est et Sud-Est. De texture limono-argileuse en surface à argileuse en profondeur, ces sols sont profonds et bien structurés. La principale contrainte de leur utilisation est la présence d'un horizon B2 peu perméable. L'observation des taches d'oxydation au niveau de cet horizon ferait penser à la présence d'une nappe phréatique "perchée" en périodes pluvieuses. L'obstruction de cet horizon en eau limite la survie de la plupart des espèces forestières du site qui finissent par se déraciner et tombent toutes seules (Annexe 5, Photo 1). Il n'existe aucune autre limitation majeure de ces sols riches en réserves minérales et en matière organique.

Sols ferralitiques de pentes sur gneiss et quartzite micacé

Sols de pente, ils constituent la majeure partie des zones d'altitude sur ces formations géologiques (Annexe 5, photo Profil 3). Ces sols sont de texture limon-sablo-argileuse en surface et argileuse en profondeur. Un horizon mince superficiel sous forêt leur sert de couverture. Celle-ci disparaît progressivement par érosion après déforestation laissant exposer des affleurements mixtes quartzo-micacés et gravillonnaires. A moins d'une dizaine de centimètres en profondeur se succèdent des couches mixtes de gravillons et de roches altérés gris rougeâtres ou rouges (10R5/1 ou 10R5/8). De couleur brun foncé (10YR3/4 au brun jaunâtre (10YR4/6), ces sols se rencontrent au sud-ouest et au sud-est de la zone 2.

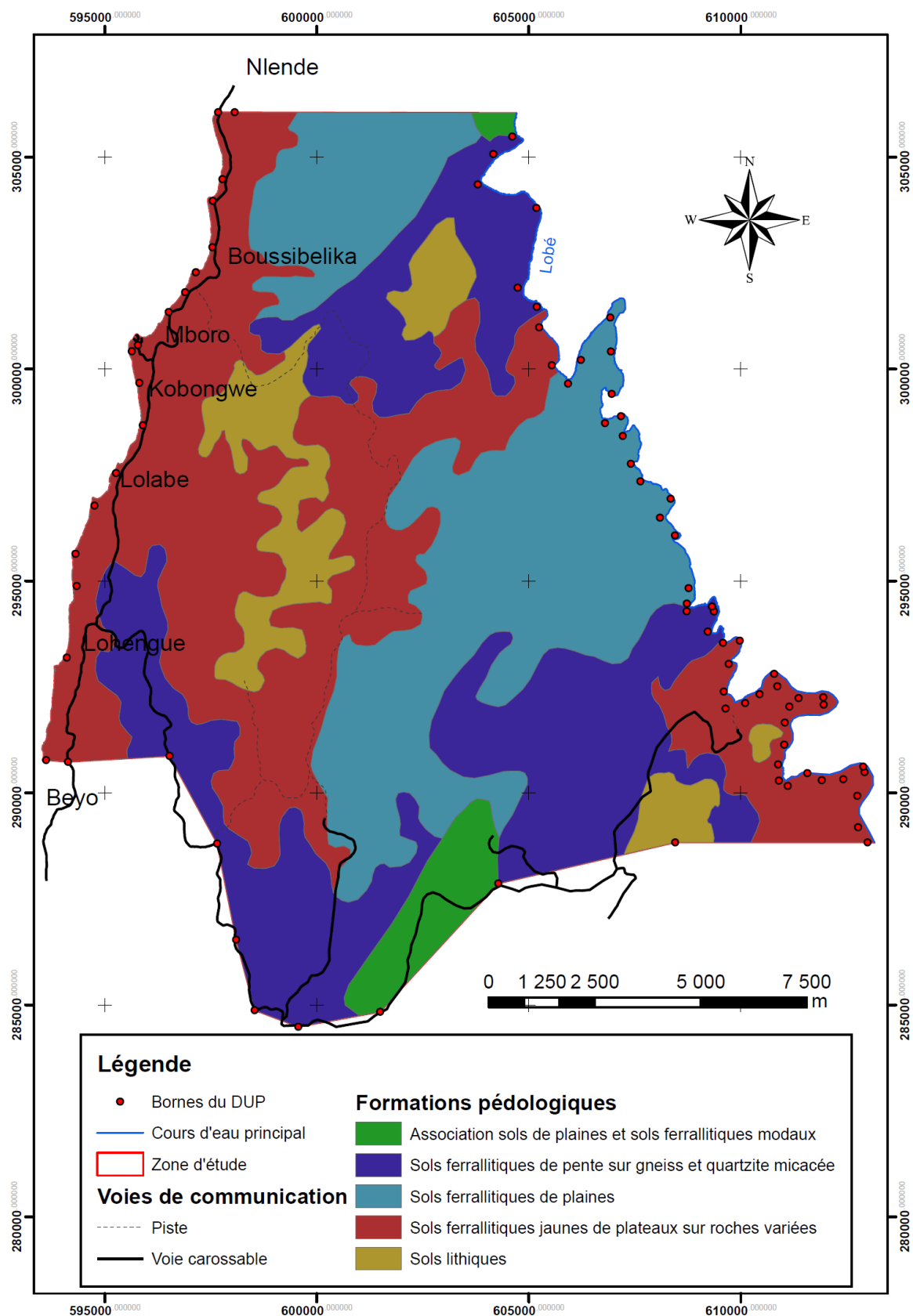


Figure 93 : Carte pédologique

Sols sableux côtiers de plaine sur sédiments sableux

Ces sols de plaine à faciès essentiellement sableux qui sont situés à moins de 10 m d'élévation, débouchent sur la mer (Annexe 5, photo Profil 4). Ils ont une texture sablo humifère très lessivée, de couleur brun foncé (10Yr3/4) en surface et sableuse de couleur brun jaunâtre (10YR4/6) en profondeur. Ce sont des sols sans structure apparente caractérisés par un manque de cohérence et un faible pouvoir de rétention en eau. Ils sont perméables et par conséquent peuvent être susceptibles au lessivage.

Sols ferrallitiques jaunes de plateau sur roches variées (gneiss, quartzite micacé)

Ce sont des sols qui se rencontrent également sur les plateaux de moins de 50 mètres d'élévation (Annexe photo 5, photo Profil 5). Leur texture est limon-sablo-argileuse en surface et argileuse en profondeur. Ces sols sont profonds et bien drainés et, par conséquent sont les sols les plus convoités pour les cultures vivrières, notamment le manioc. Ces sols de couleur jaune foncé en surface (10YR4/6) tendant vers la couleur brun jaunâtre en profondeur (7,5YR 5/6) sont bien structurés.

Association Sols de plateau sur gneiss et sols ferrallitiques Modaux

Ce sont des sols ferrallitiques de plateaux sur gneiss et micaschistes à deux micas. A l'exception des sols ferrallitiques modaux qui sont restreints, ils constituent la majeure partie des sols des zones 2 et sont évidemment les plus riches après les sols de plaine (Annexe 5, photo Profils 2). Par rapport aux sols de plaine précédents, ces sols sont moins profonds.

Sur les sommets des zones d'altitude et des pentes, ces sols exposent les affleurements rocheux ou des cuirasses latéritiques. Ici la zone latéritique ou d'altération peut se rencontrer à moins d'une quinzaine de centimètres de profondeur. Les plateaux présentent plus ou moins des gravillons en surface, dont la teneur augmente en profondeur, formant ainsi des cuirasses latéritiques. D'une manière générale, la présence de cuirasses et de gravillons correspond toujours aux zones où la topographie est la plus accidentée. Cette association de sols se rencontre au Sud-Ouest et au Sud-Est de la zone 2.

Sols lithiques

Ce sont ici les affleurements rocheux sur les hautes altitudes qui constituent plus ou moins des massifs rocheux groupés. Ils occupent près d'un quart de l'étendue de la zone.

III.2.2.2.1.2- Résultats des caractéristiques physiques des différents types de sols identifiés

Porosité

La porosité des différents types de sols identifiés varie de 34,72 % sur les sols sableux à 54,34 % sur les sols ferrallitiques de plaine sur gneiss et micaschiste à deux micas (tableau 44). D'une manière générale, à l'exception des sols sableux côtiers, cette porosité décroît avec la profondeur du sol.

Tableau 44 : Caractéristiques physiques des sols

Type de sol	N° du profil	Horizon	Profondeur (cm)	Poids sol sec (grs)	Densité apparente (gcm-1)	Porosité totale (%)	Ksat (cm.s ⁻¹)
Sols ferrallitiques de plaine sur gneiss et micaschiste	P1	1	0-6	242	1,21	54,34	2,29 x 10 ⁻⁴
	P1	2	6-20	268	1,34	49,43	1,55 x 10 ⁻⁴
	P1	3	20-42	274	1,37	48,30	1,14 x 10 ⁻⁵
	P1	4	42-79	238	1,19	55,09	6,38 x 10 ⁻⁴
Sols ferrallitiques de pentes sur gneiss et quartzite micacé	P2	1	0-7	262	1,31	50,57	6,20 x 10 ⁻⁴
	P2	2	7-18	270	1,35	49,06	4,38 x 10 ⁻⁴
	P2	3	18-60	288	1,44	45,66	1,64 x 10 ⁻⁵
Sols sableux côtiers de plaine sur sédiments sableux	P3	1	0-8	254	1,27	52,08	3,02 x 10 ⁻⁴
	P3	2	8-25	278	1,39	47,55	2,52 x 10 ⁻⁴
	P3	3	25-60	286	1,43	46,04	5,04 x 10 ⁻³
Sols ferrallitiques jaunes de plateau sur roches variées (gneiss, quartzite micacé)	P4	1	0-8	284	1,42	46,42	4,84 x 10 ⁻³
	P4	2	8-28	322	1,61	39,25	5,47 x 10 ⁻³
	P4	3	28-52	346	1,73	34,72	5,30 x 10 ⁻³
	P4	4	52-120	328	1,64	38,11	5,49 x 10 ⁻³
Association Sols de plateau sur gneiss et sols ferrallitiques Modaux	P5	1	0-10	268	1,34	49,43	3,67 x 10 ⁻⁴
	P5	2	10-25	308	1,54	41,89	3,78 x 10 ⁻⁴
	P5	3	25-70	316	1,58	40,38	1,39 x 10 ⁻⁴
	P5	4	0-120	326	1,63	38,49	5,95 x 10 ⁻⁵

Perméabilité des différents types de sols

Le tableau 44 ci dessus montre les valeurs de la perméabilité K_{sat} selon les différents types de sols dans la zone 2. Cette perméabilité varie de 1,14 x 10⁻⁶ à 5,47 x 10⁻³ cm.s⁻¹ respectivement des sols argileux aux sols sableux. D'une manière plus spécifique, les intervalles de valeurs de K_{sat} suivants ont été obtenus à partir des classes texturales :

- Sols limon- sablo – argileux : 3,02 – 6,20 x 10⁻⁴ cm.s⁻¹ ;
- Sols limono – sableux : 1,55 – 4,84 x 10⁻³ cm.s⁻¹ ;
- Sols argileux : 1,14 x 10⁻⁵ – 5,04 x 10⁻³ cm.s⁻¹ ;

➤ Sols sableux : $5,30 - 5,49 \times 10^{-3} \text{ cm.s}^{-1}$.

Il est important de noter qu'à l'exception des sols ferrallitiques sableux, la perméabilité des sols de la zone 2 est basse.

III.2.2.2.1.3- Résultat de la cartographie des sols identifiés : classification d'aptitude des terres

Six types de sols ont été identifiés, qui selon leur potentialité, constituent les classes des sols très aptes, aptes, moyennement aptes, marginalement ou inaptes (figure 94). La classe de sols très aptes correspond aux sols ferrallitiques de plaine sur gneiss et micaschistes, sols riches en réserves minérales et ayant des potentialités agricoles élevées malgré sa limitation de drainage interne.

La classe des sols aptes appartient aux sols ferrallitiques jaunes de plateaux et associations des sols de plateau sur gneiss et des sols ferrallitiques modaux. Les sols jaunes de plateaux sont les plus cultivés par les populations environnantes. Ils bordent les sables côtiers et peuvent être facilement corrigés par une fertilisation appropriée.

La classe des sols marginalement aptes correspond aux sables côtiers qui présentent des limitations de texture, de matière organique, de réserves minérales et de lessivage.

La classe de sols inaptes appartient aux sols lithiques ou affleurements rocheux divers plus ou moins sans texture. Ils n'ont aucune potentialité agricole mais peuvent être utilisés pour l'exploitation en carrière ou les zones de chasse.

III.2.2.2.2- Analyse, commentaires et interprétation des résultats obtenus

III.2.2.2.2.1- Analyse et commentaires des résultats obtenus

Les résultats intermédiaires ci-dessus ont été obtenus à partir des observations et des tests en milieu réel dans la zone d'étude. Il s'agit des résultats déjà disponibles permettant de répondre à un certain nombre de questions, notamment celles de l'identification des différents types de sols, de leur perméabilité et de leur porosité. Cependant, certains résultats comme ceux de la granulométrie sont provisoires étant donné qu'ils étaient déterminés par une méthode estimative (au toucher à l'état humide entre le pouce et l'index) sur le terrain, les résultats définitifs faisant l'objet de confirmation par les résultats analytiques du laboratoire.

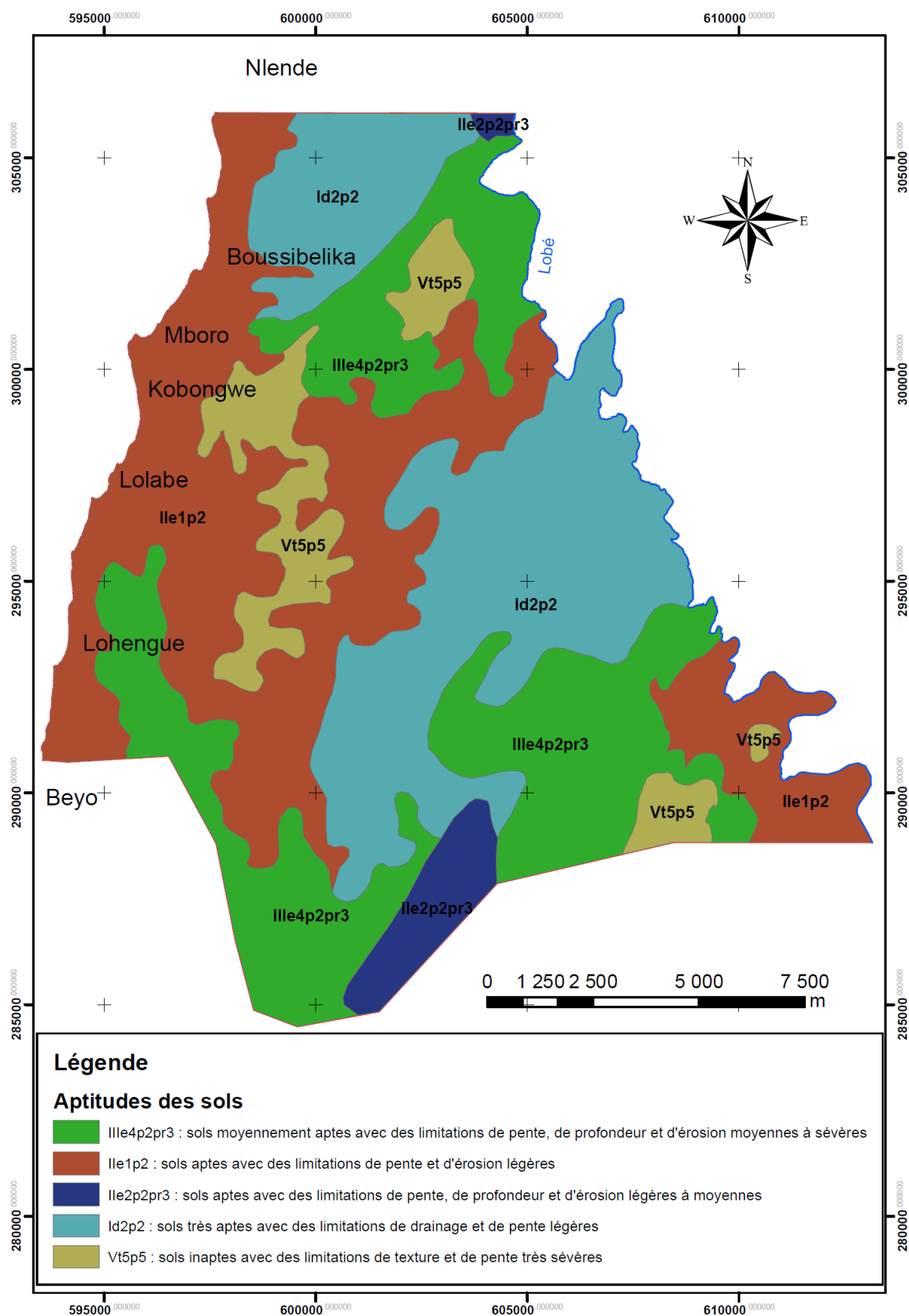


Figure 94 : Carte de l'aptitude des sols

III.2.2.2.2-Interprétation des résultats obtenus sur l'identification des types de sols et leurs caractéristiques physiques

Types de sols identifiés

Comparativement à la zone 1 où quatre types de sols ont été identifiés, les observations de reconnaissances pédologiques de la zone 2 a permis de déterminer six principaux types de sols qui sont les plus fréquemment rencontrés dans la zone. Cette infime différence avec la zone 1 pourrait être probablement due à la topographie contrastée observée dans ces deux zones et même à la taille réduite de la première zone. C'est à la lumière des caractéristiques physiques de ces sols que nous discuterons en large sur leur comportement.

Caractéristiques physiques des différents types de sols

Les observations de reconnaissance nous ont également permis d'appréhender le comportement des sols de la zone vis-à-vis de leur mécanisme hydrique. En attendant d'être en possession de tous les résultats analytiques, nous pouvons statuer sur un certain nombre de remarques disponibles. D'abord, la comparaison des différents types de sols identifiés dans la zone nous permet déjà de distinguer selon la texture des types de sols deux cas particuliers : le comportement des sols essentiellement sableux, sans structure dans le premier cas et le comportement des sols argileux, sols lourds plus ou moins structurés dans le second cas.

C'est autour de ces deux cas que nous articulerons la présente interprétation.

Comportement des sols sableux

Comparativement à la perméabilité des sols sablo-limoneux précédemment observés dans la zone 1, nous retrouvons dans le cas des sols sableux, le phénomène tout à fait similaire. Les horizons superficiels riches en limon freinent la perméabilité par rapport aux horizons sous-jacents. Ces derniers, du fait de leur origine marine, sont finement sableux, présentant des éléments particuliers tout à fait calibrées et de même taille. Ce qui favorise la perméabilité en profondeur. En effet, les informations recueillies sur le site indiquent que sous l'influence des marées hautes, l'océan dépose souvent des sables le long de la côte. Il est donc vraisemblable dans les sols sableux, que le freinage de l'écoulement vertical de l'eau soit un fait des horizons de surface riches en limon. Malgré ce freinage sur l'horizon de surface, l'écoulement de l'eau redevient normal du fait de l'absence du limon en profondeur. Ainsi, contrairement

aux autres types de sols, il en ressort que la perméabilité des sols sableux dans la zone augmente avec la profondeur.

Comportement des sols argileux

Quant aux sols argileux, on assiste souvent dans ce cas tout particulier à la présence d'un horizon argillique caractérisé par l'accumulation illuviale. Il s'agit de l'horizon où les éléments fins de surface viennent s'accumuler en profondeur pour former entre les interstices d'agrégats des revêtements ou des taches dépendant de l'état structural et de l'aération du sol en profondeur. Cette accumulation des éléments fins dans les horizons sous-jacents freine momentanément tout processus d'écoulement rapide de l'eau en profondeur, mais ne l'arrête pas du tout. Ce qui fait qu'à la longue, la perméabilité des sols argileux de la zone baisse avec la profondeur par rapport à celle des sols sableux où la perméabilité est continue en profondeur. L'incidence immédiate de ce phénomène est l'occurrence d'une nappe phréatique perchée qui se caractérise dans l'horizon d'accumulation B₂ par la présence des taches plus ou moins apparentes dépendant du séjour de la nappe sur le site. En effet, la présence des taches en profondeur indique déjà une déficience de la teneur en oxygène pouvant ainsi bloquer tout développement racinaire de la flore. Ce qui entraîne souvent sur ces types de sols le déracinement de la plupart des espèces forestières.

De tels effets néfastes pourraient s'aggraver sous l'action de l'exposition du sol aux aléas climatiques après déforestation des sols de plaine et aboutir à la formation des nappes perchées permanentes ou des marécages. De telles situations deviennent donc incontournables avec l'avènement de recasement et de l'installation urbaine qui, incontestablement pourra conduire à la destruction de la forêt. D'où l'intérêt d'adopter un plan de gestion appropriée des espaces pour sécuriser la protection des écosystèmes existants dans la DUP.

III.2.2.2.3-Interprétation des résultats considérés comme éléments de l'ensemble du DUP

Les observations de reconnaissance effectuées dans la zone 2 ont abouti à l'identification de six principaux types de sols. Ces sols, qui ont également été identifiés dans la première phase de cette étude, semblent être les plus répandus de la zone affectée au projet de construction du port en eau profonde de Kribi. Ces types de sols s'étendent du Nord vers la bordure côtière où les sols sont sableux, au Sud de la zone où les sols sont limon-sablo-argileuse ou sablo-

argileuse à argileuse au fur et à mesure qu'on s'éloigne de la bordure côtière. Lepoutre (1956) et Embrechts et al. (1976) en ont largement décrit dans le cadre de leurs travaux sur les sols à palmier de Kribi.

Les sols sableux sont très perméables probablement à cause de leur faible capacité de rétention d'eau. Ces résultats sont contrastés par des valeurs de la porosité relativement faibles. Ce qui nous amène à considérer d'autres arguments d'interprétation. En effet, les sables de la bordure côtière proviennent des dépôts marins survenus lors des marées hautes. Ces sables 'calibrés' sont fins et dépourvus du limon. Ils sont donc très filtrants, perméables et poreux, la microporosité occupant la majeure proportion des particules sableuses. Ce qui favorise l'écoulement de l'eau dans le profil. La mise en valeur de ces sols sableux pose bien des sérieux problèmes sur la gestion de l'eau, étant donné que la capacité de rétention de l'eau des sols sableux est faible. Nous allons y revenir en parlant des précautions à prendre pendant l'exécution des travaux à entreprendre

Par contre les sols limon-sablo-argileux, sablo-argileux ou argileux sont peu perméables à cause de leur capacité de rétention d'eau élevée et de leur texture. De tels sols, notamment ceux des plaines, courent le risque d'inondation en périodes de pluies prolongées à cause de la faible capacité d'infiltration de ces sols lourds. Comme pour les sols sableux, la majeure contrainte d'utilisation de ces sols lourds lors de la mise en œuvre du projet demeure la gestion des ressources en eau, notamment en assurant un système de drainage interne adéquat.

III.2.2.2.4- Esquisse d'interprétation des résultats de classification d'aptitude des types de sols identifiés et suggestions de gestion possibles

Quelques aspects de gestion des terres

Certains types de sols récemment identifiés ont un niveau de fertilité bas qu'il faudra relever à l'aide des amendements organiques et/ou des engrais minéraux. C'est le cas des sols jaunes de plateau plus ou moins appauvris ou des sols sableux côtiers. En effet, le projet de construction du port en eau profonde de Kribi aura des modifications significatives sur l'ensemble de consommations, notamment les consommations en vivres locales. Pour faire face à ces demandes certainement croissantes, les populations recasées seront les pôles principaux d'approvisionnement en vivres. De ce fait, elles devront être à mesure d'utiliser les

systèmes de gestion intégrée de la fertilité des sols et disposer ainsi des techniques d'aménagement appropriées.

Aménagements possibles

Ces aménagements sont plus ou moins différents selon qu'il s'agit du recasement proprement dit ou des effets d'accompagnement tel les activités agricoles connexes.

Mise en valeur des terres pour les logements des populations recasées.

Choix du site

L'identification des différents types de sols a permis d'appréhender leurs caractéristiques physiques. Celles-ci nous conduisent à statuer sur un certain de points de vue. D'abord, les sols sableux côtiers de par leur nature se révèlent instables et fragiles pour l'habitation. Par contre, les sols de pleine et de pente qui semblent bien répondre aux logements sont plus ou moins susceptibles aux problèmes d'inondation et d'érosion tandis les sols lithiques sont impropres aussi bien aux activités agricoles qu'aux logements. Compte tenu de ce qui précède, il est vivement souhaitable d'occuper les terres des plateaux qui présentent l'avantage d'être proches du site d'accès à l'océan et d'être exemptées des problèmes de drainage, source de pollution des eaux et de contamination. Ici les aménagements concerneront les terrassements et la mise en place des adductions d'eau potable.

Protection des zones habitables par les populations recasées

Les mesures utilisées pour la protection de l'environnement habitable seront axées sur la lutte anti-érosive et la séquestration du carbone.

Lutte anti-érosive

Les sols de plateau se rencontrent sur un relief plus ou moins ondulé; par conséquent, les effets de l'érosion se produiront inévitablement sur les sites habitables. Par conséquent, toute construction devra être précédée d'un terrassement adéquat pour minimiser les effets anti-érosifs.

Afforestation

La forêt naturelle autour des cases est à proscrire du fait de l'insécurité qu'elle présente pour la population. Toutefois, la sélection des espèces domestiquées comme plantes ornementales

ou fruitières peuvent permettre d'introduire les arbres plantés autour des habitations comme jardins de case. Ce qui pourra améliorer le couvert végétal et contribuer ainsi de façon durable à la séquestration du carbone et à la lutte anti-érosive.

Mise en valeur agricole des terres

Pour une mise en valeur agricole des terres, la gestion revient à trois types de sols : les sols des plaines plus ou moins imperméables en profondeur et susceptibles à la formation des nappes perchées ; les sols de pente susceptibles à l'érosion et, les sols sableux, très légers, très perméables et lessivés.

Mise en valeur des sols de plaine

Il s'agira de mettre en place un système de drainage interne artificiel ou naturel permettant d'évacuer les excès d'eau restés perchés sur un ou deux horizons imperméables en profondeur.

Mise en valeur des sols de pente

La déforestation des sols de pente aura pour conséquence la perte de la couche superficielle de sol sous l'action de l'érosion hydrique. La lutte anti-érosive s'imposera pour protéger ces couches riches en matière organique contre les aléas de l'érosion. Cette lutte consistera à mettre en place sur les sols cultivés et selon la disponibilité des moyens : les plantes de couverture ; les courbes de niveau dans la direction perpendiculaire à la pente ; l'implantation des haies vives utilisées comme intercalaires entre les rangées de cultures ; ou la construction des cordons de pierres.

Mise en valeur des sols sableux

Tout sol, même inculte, peut produire s'il est amendé. Le cas des sols sableux est un exemple type des sols très pauvres. Pour amender les sols sableux, ou tout simplement donner du "corps" aux sables, on apportera de l'argile et de la matière organique (sous forme d'humus) en quantités suffisantes pour améliorer leur capacité de rétention d'eau.

III.2.2.3- Signatures et profils géoélectriques (EYIKE)

III.2.2.3.1-Présentation des résultats

Une trentaine de sondages ont effectivement été réalisés. Leur disposition spatiale a été choisie de façon à rendre possible la spatialisation des données par krigeage. Les emplacements des sondages électriques sont donnés sur la figure 95.

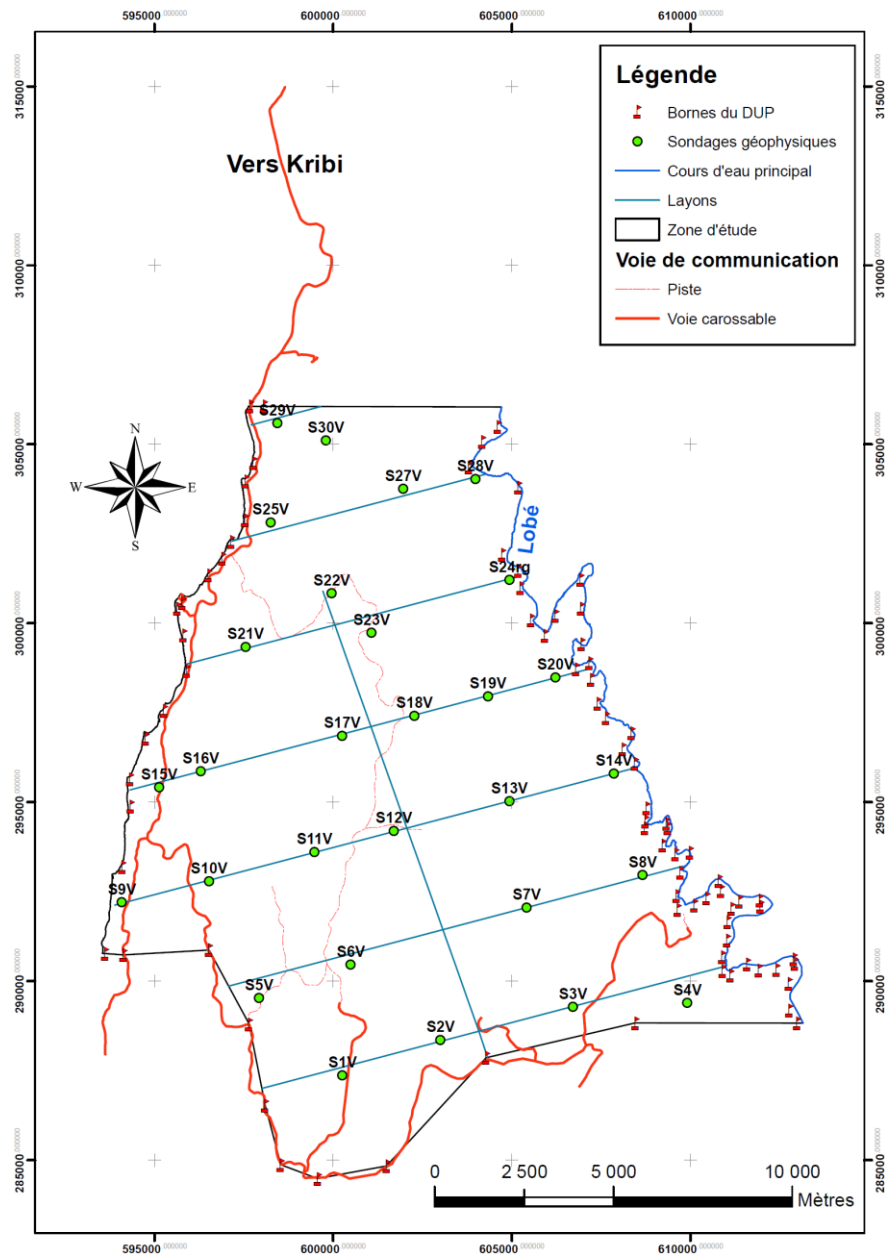


Figure 95 : Distribution spatiale des sondages électriques

Le choix de la direction du sondage était fait en fonction de la direction des linéaments de la zone qui était identifiée de manière empirique ; A l'examen des signatures des sondages réalisés, quatre (04) familles principales ont été mises en évidence à savoir :

- 06 sondages de type Escalier Descendant (ED) ;
- 11 sondages de type Escalier Montant déclinés en 2 sous catégories, Escalier Montant Simple(EMS) et Escalier Montant avec cloche(EMC) ;
- 10 sondages de type Fond de Bateau(FB) ;
- 07 sondages de type Nappe Perchées(NP).

L'interprétation de ces sondages a été conduite systématiquement à l'aide du logiciel GéoElect.Mod. Cette opération a permis d'obtenir une coupe géo-électrique affichant les épaisseurs et résistivités des terrains sous jacents à chacun des sites investigués.

De ces résultats, un listing comprenant pour chaque site sondé, les données géo-électriques, les coordonnées réelles, la profondeur estimée du socle, le type de signature du sondage a été dressé. Des listings similaires et spécifiques par catégorie de sondage ont également été générés. Afin d'améliorer la tonalité des résultats obtenus, une série de tableaux contenant des données brutes et traitées par tri ont été produits.

III.2.2.3.2- Analyse et Commentaires des résultats

Les sondages traités ci-dessus ont fait l'objet de plusieurs classements, notamment en rapport aux profondeurs de socle et aux types de sondages. Le tableau 45 donne les profondeurs du socle et la figure 96 représente la carte isobathe du socle. Le socle est plus profond au Sud-Ouest et au Nord-Est du site. Les sondages ont été regroupés en 03 classes à savoir :

- La classe 1 des sites à socle peu profond (de 0 à 10 m) qui regroupe pratiquement la moitié de la surface couverte ;
- La classe 2 des sites à socle en profondeur moyenne (de 11 à 20 m) qui occupent 25 pour cent de la surface couverte ;
- Et enfin la classe 3 des sites à socle profond (supérieur à 20 m) qui occupent 25 pour cent de la surface couverte.

La classe 1 est caractérisée par une prédominance des sondages de type Escalier Montant suivi du type Nappe perchées ;

La classe 2 est dominée par des signatures Fond de Bateau, tandis que la classe 3 est dominée par les signatures Escalier Descendant ;

L'ensemble de ces données a permis de dresser une carte (figure qui met en évidence plusieurs aires de divergence des eaux souterraines dont la plus importante occupe la partie Sud de la DUP et plusieurs aires de convergence qui occupent surtout les parties bordières Est et Ouest de la DUP.

Tableau 45 : Profondeur du socle pour différents sondages

N° sondage	X	Y	Prof (m)
SEV1	600261	287366	0,9
SEV2	602999	288357	6,5
SEV3	606709	289282	0,7
SEV4	609910	289392	6,5
SEV5	597924	289530	16
SEV6	600493	290463	11,5
SEV7	605413	292052	0,7
SEV8	608657	292968	18
SEV9	594085	292204	44
SEV10	596532	292790	33
SEV11	599480	293606	7
SEV12	601699	294198	8
SEV13	604937	295028	11,5
SEV14	607856	295796	0,3
SEV15	595133	295416	15
SEV16	596458	295908	34
SEV17	600252	296850	20
SEV18	602273	297410	5,5
SEV19	604336	297957	19
SEV20	606219	298484	2,5
SEV21	597555	299335	10
SEV22	599960	300839	13,5
SEV23	601076	299734	21
SEV24rd	605142	301685	37,5
SEV24rg	604936	301212	23
SEV25	598253	302813	51
SEV26	600529	303140	
SEV27	601962	303754	12
SEV28	603983	304026	9
SEV29	598439	305588	6
SEV30	599798	305108	7,5

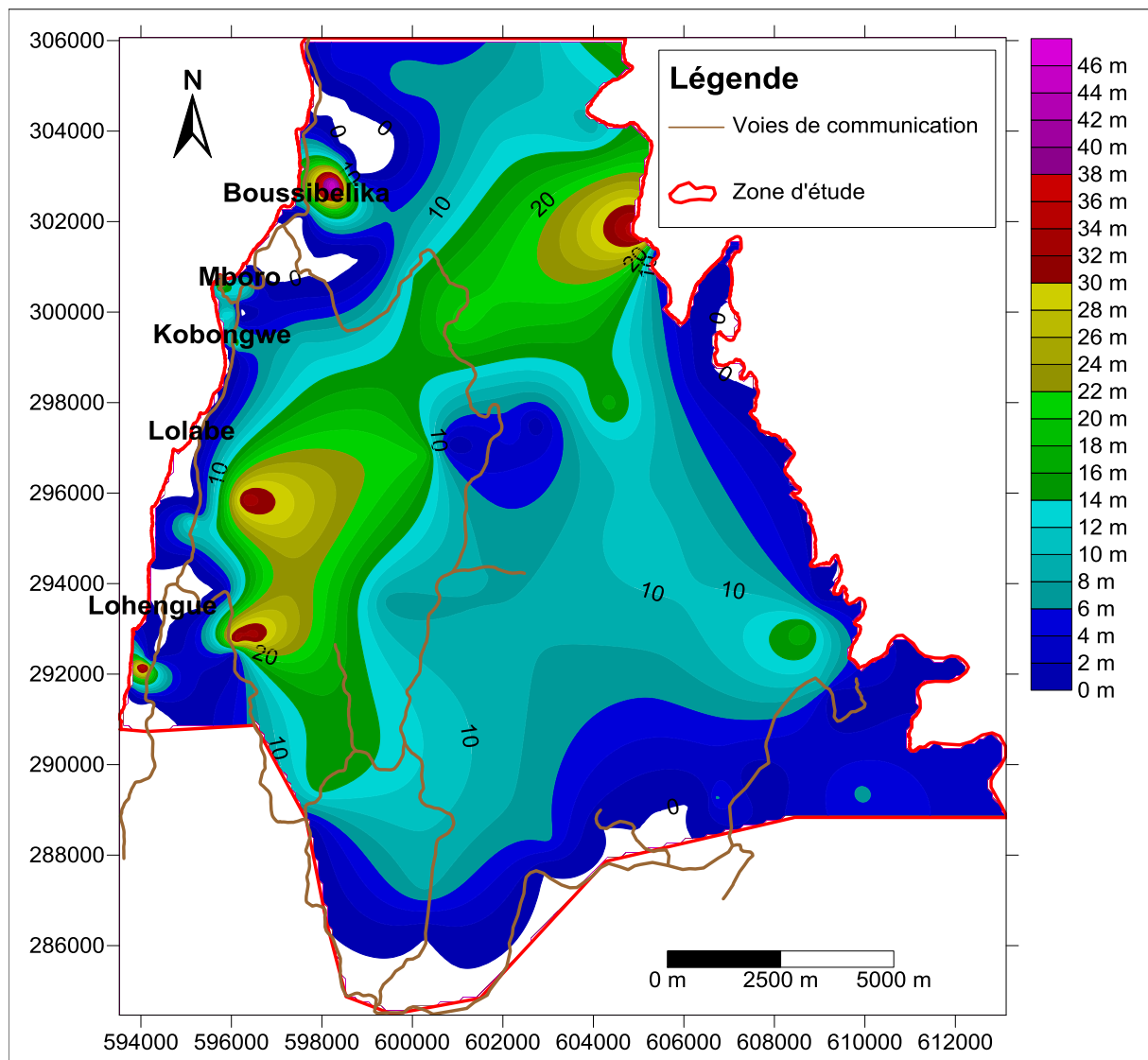


Figure 96 : Carte isobathe du toit du socle

La classe 1 est caractérisée par une prédominance des sondages de type Escalier Montant suivi du type Nappe perchées ;

La classe 2 est dominée par des signatures Fond de Bateau, tandis que la classe 3 est dominée par les signatures Escalier Descendant ;

L'ensemble de ces données a permis de dresser une carte (figure 97) qui met en évidence des zones de bombement du socle (dans la partie centrale et au sud de la zone 2) qui constituent des aires de divergence des eaux souterraines.

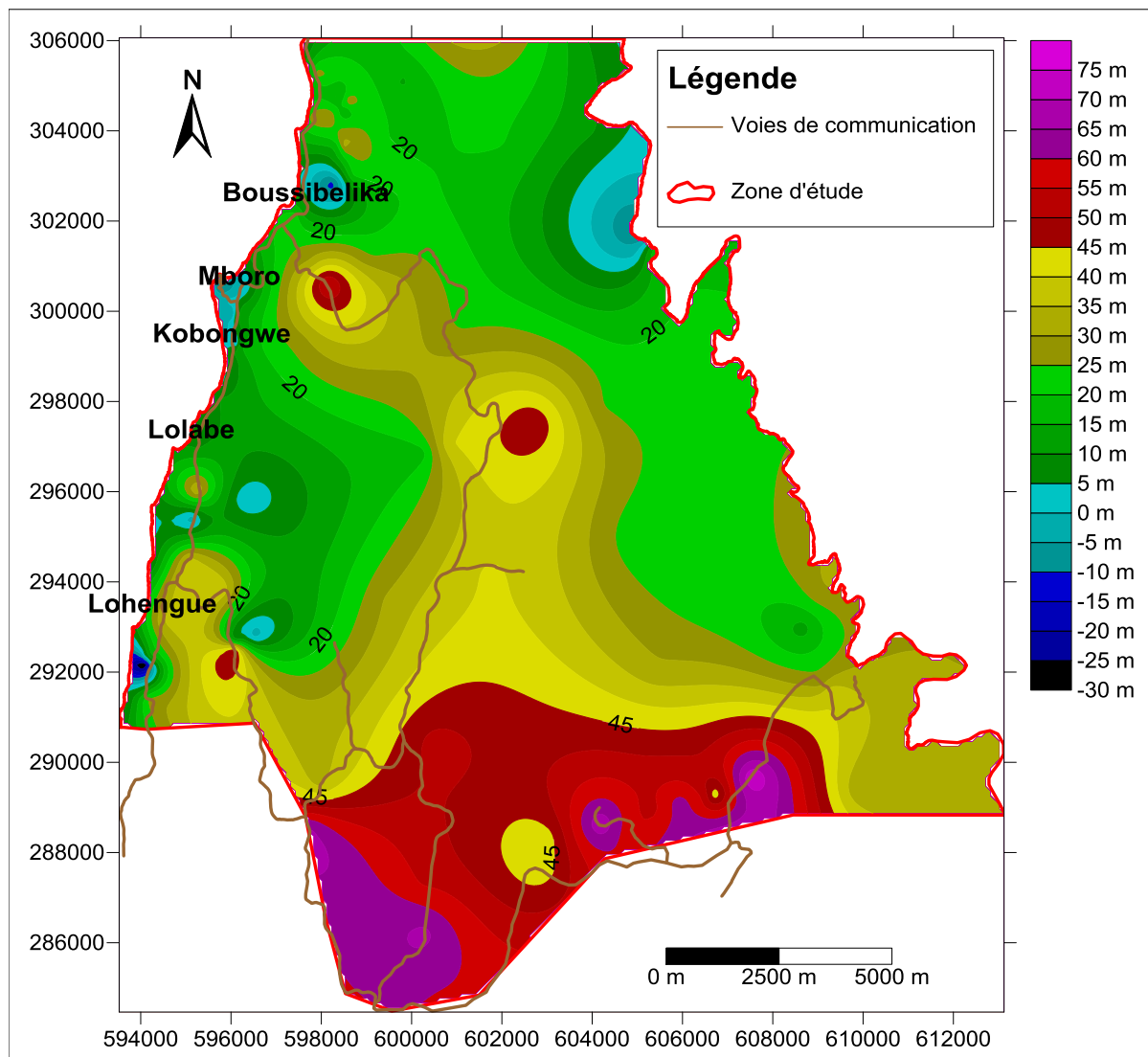


Figure 97 : Morphologie du toit du socle

III.2.2.3.3- Conclusions et Recommandations

La connaissance du milieu souterrain induite par ces travaux est de nature à apporter une contribution déterminante dans la gestion intégrée des ressources en eau de la DUP. En effet, non seulement elle offre une perspective d'évaluation quantitative des eaux souterraines de la zone étudiée, elle permet également de cerner les périmètres garants de la pérennité des écoulements de surface qui assurent la survie des espèces vivantes sur le site.

Pour des besoins d'affinage de ces travaux, il est toutefois indiqué d'envisager des travaux complémentaires surtout en termes de transect de résistivité ou de l'esquisse structurale obtenue de la zone étudiée.

III.2.2.4- Bilan hydrique

Les tableaux 46 et 47 présentent les bilans hydriques établis d'après la méthode de Thornthwaite (1954) dans la zone du projet pour les périodes allant de 1950 à 2010 dans la région de Campo (sud de la zone d'étude) et pour la période allant de 1955-2010 dans la région de Kribi (nord de la zone d'étude).

Pour la région de Campo, les pluies mensuelles sont abondantes et dans l'ensemble supérieures aux ETP mensuelles sauf pour les mois de Décembre, Janvier et Février qui correspondent à la grande saison sèche (tableau 46). Ces déficits de pluies mensuelles sont largement compensés par les RFU des mois correspondant. Raisons pour lesquelles à l'échelle pluriannuelle, la pluie moyenne interannuelle est de 2465.2 mm ; ETR interannuel = ETP = 953.58 mm, soit 38.68 % des précipitations interannuelles ; l'écoulement total ($H_e = P - ETP$) = 1511.58 mm, soit un coefficient d'écoulement total d'environ 58.97 % qui intègre l'écoulement de surface et souterrain.

Tableau 46 : Bilan hydrique à Campo (1950-2010)

Mois	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Février	
F	1,02	1,15	1,32	1,33	1,33	1,24	1,05	0,91	0,75	0,70	0,73	0,78	
T	24,89	24,55	23,96	23,17	22,60	22,60	22,95	23,32	23,85	23,91	24,08	24,46	23,70
i	11,36	11,13	10,72	10,19	9,81	9,82	10,05	10,29	10,65	10,69	10,81	11,06	126,57
P	148,94	219,49	358,67	157,00	148,38	330,01	406,55	441,56	115,80	34,76	42,09	61,93	2 465,16
ETP	89,97	98,06	105,82	97,93	91,97	85,78	75,53	68,11	59,41	55,84	59,27	65,89	953,58
ETR	89,97	98,06	105,82	97,93	91,97	85,78	75,53	68,11	59,41	55,84	59,27	65,89	953,58
P-ETP	58,96	121,43	252,85	59,07	56,41	244,23	331,02	373,45	56,39	-21,09	-17,19	-3,95	1 511,58
Hm ((P-ETP)/ETP)	0,66	1,24	2,39	0,60	0,61	2,85	4,38	5,48	0,95	-0,38	-0,29	-0,06	1,54
DA (ETP-ETR)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Lep (P-ETR)	58,96	121,43	252,85	59,07	56,41	244,23	331,02	373,45	56,39	-21,09	-17,19	-3,95	1 511,58
RFU	58,96	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	78,91	61,72	57,77	1 057,37
Variation RFU	58,96	41,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-21,09	-17,19	-3,95	57,77
S	0,00	40,19	146,52	102,80	79,60	161,92	246,47	309,96	183,17	91,59	45,79	22,90	1 453,81

Écoulement total H_e (mm) 1 511,58 **Coefficient d'écoulement K_e (%)** 58,97

P (mm) : Précipitations ; ETP (mm) : Evapotranspiration potentielle ; ETR (mm) : Evapotranspiration réelle ; Hm : Coefficient d'humidité ; Lep (mm) : Lamé d'eau disponible après la pluie ; RFU (mm) : Reserve facilement utilisable (max = 100) ; S (mm) : Surplus disponible pour les écoulements

Pour la région de Kribi, les pluies moyennes mensuelles sont également abondantes et généralement supérieures aux ETP mensuelles. La pluie moyenne interannuelle enregistrée à

la station météorologique de Kribi pendant la période 1955 à 2010 est de 2906.45 mm ; ETR = ETP moyen = 1008.98 soit 34.71 % des pluies interannuelles et l'écoulement total (He = P – ETP) qui intègre l'écoulement de surface et l'écoulement souterrain est de 1897.47 mm. Ce dernier correspond à un coefficient d'écoulement de 65.28 % des précipitations interannuelles (tableau 47).

Tableau 47 : Bilan hydrique à Kribi (1955-2010)

Mois	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	
F	1,02	1,15	1,32	1,33	1,33	1,24	1,05	0,91	0,75	0,70	0,73	0,78	
T	27,13	26,73	26,47	25,60	24,71	24,93	25,33	25,48	26,17	26,52	26,86	27,06	26,08
i	12,95	12,65	12,47	11,85	11,23	11,39	11,66	11,77	12,25	12,51	12,75	12,89	146,36
P	186,67	250,98	349,30	248,69	153,40	296,73	513,96	516,00	180,39	63,57	66,36	80,41	2 906,45
ETP	94,32	101,84	113,73	104,24	94,21	90,14	79,81	70,36	62,54	60,67	65,58	71,55	1 008,98
ETR	94,32	101,84	113,73	104,24	94,21	90,14	79,81	70,36	62,54	60,67	65,58	71,55	1 008,98
P-ETP	92,35	149,14	235,57	144,45	59,19	206,60	434,15	445,64	117,85	2,90	0,78	8,86	1 897,47
Hm ((P-ETP)/ETP)	0,98	1,46	2,07	1,39	0,63	2,29	5,44	6,33	1,88	0,05	0,01	0,12	1,89
DA (ETP-ETR)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Lep (P-ETR)	92,35	149,14	235,57	144,45	59,19	206,60	434,15	445,64	117,85	2,90	0,78	8,86	1 897,47
RFU	92,35	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	1 192,35
Variation RFU	92,35	7,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
S	0,00	70,75	153,16	148,80	104,00	155,30	294,72	370,18	244,01	123,46	62,12	35,49	1 797,47
Écoulement total													
He (mm)	1 897,47		Coefficient d'écoulement Ke (%)				61,84						

P (mm) : Précipitations ; ETP (mm) : Evapotranspiration potentielle ; ETR (mm) : Evapotranspiration réelle ; Hm : Coefficient d'humidité ; Lep (mm) : Lane d'eau disponible après la pluie ; RFU (mm) : Reserve facilement utilisable (max = 100) ; S (mm) : Surplus disponible pour les écoulements

En prenant en compte les données hydrométriques de la Lobé et les données pluviométriques des stations météorologiques de Kribi et de Campo, la lame moyenne d'eau écoulee à l'exutoire du bassin de la Lobé (module = 99.9 m³/s et superficie = 2305 km²) est de 1366.8 mm. Elle correspond à un coefficient d'écoulement de surface de 47 % pour la région de Kribi et de 55.44 % pour la région de Campo. La lame d'eau infiltrée déduite de cette lame d'eau écoulee est de 530.67 mm (18.25 %) pour la station de Kribi située au nord (aval) de la zone du projet et de 144.78 mm (5.87 %) pour la région de Campo située plus au sud (amont) du site d'intérêt. Ces coefficients d'infiltration sont situées dans la même gamme de valeurs que

celles trouvées par Kalla Mpako (2007) qui trouve 15.7 % et celles de Zidjom (2008) ; Fouepé Takounjou et al. (2010) qui trouvent respectivement des infiltrations de 10,5 % et 6 % dans les altérites développés sur socle granito-gneissique de la région de Yaoundé et de ses environs.

La période de recharge de l'aquifère à nappe libre a été également déterminée à partir du bilan hydrique de Thornthwaite (1954) pour les deux stations. Elle montre que la réserve facilement utilisable (RFU) commence à se constituer à partir du mois de mars pour les deux stations et atteint sa valeur maximale (100 mm) 1 mois après, c'est à dire au mois d'avril. Dès ce moment l'excédent des précipitations est disponible pour l'écoulement de surface et pour la percolation. Cette situation dure jusqu'au mois de novembre. La période d'étiage qui correspond au tarissement et à la vidange de la nappe ne dure que 04 mois. Elle commence du mois de novembre à février.

III.2.2.5- Paramètres hydrodynamiques en zone non saturée

Les résultats des essais de perméabilité en zone non saturée (Porchet) sont présentés dans le tableau 48. Les valeurs sont comprises entre 4.35×10^{-8} et 2.39×10^{-4} m/s pour une moyenne de $1,41 \times 10^{-5}$ m/s. De manière générale, les sols de la région sont de perméabilité moyenne (degré de perméabilité) et correspondent à la catégorie des formations perméables à semi perméables. La figure 98 illustre la distribution spatiale de la perméabilité. Celle-ci décroît globalement de l'Est vers l'Ouest. Un enrichissement en sable pourrait expliquer cette évolution.

Tableau 48 : Perméabilités des formations d'altération en zone non saturée

Piézomètres	X	Y	K _{insat} (m/s)
p1	600262	287370	2.54E-06
p10	596472	292839	1.45E-05
p100	595541	293495	7.25E-06
p11	599452	293600	2.54E-06
p15	595089	295482	3.62E-06
p16	595772	295132	1.09E-06
p16V	596438	295904	7.25E-06
p20	606131	298451	3.26E-06
P200	604748	307342	1.81E-05
p21	596163	298770	2.39E-04
p21V	597476	299309	3.26E-06
p22	600741	300069	3.62E-06
p23	603555	300701	7.25E-06

p24	605049	301631	6.16E-05
p25	598635	302700	7.25E-06
p26	600445	303237	7.25E-06
p27	601913	303728	1.45E-05
p29	598385	305703	1.45E-05
p3	606877	289175	1.09E-06
p30	598954	305954	1.81E-06
p4	609477	288939	1.45E-06
p5	597255	290306	1.09E-06
p7	607334	292566	7.25E-07
p9	594297	292155	3.62E-06
P1Z1	595810	300530	1.38E-06
P13Z1	595994	299023	1.96E-06
P3Z1	595830	300351	1.76E-06
P4Z1	596130	300259	7.72E-06
P9Z1	596082	299568	4.35E-08
P8Z1	596096	299418	1.59E-06
P5Z1	596201	299893	8.98E-06
P6Z1	596078	300004	1.01E-06
Moyenne			1.41E-05
Minimum			4.35E-08
Maximum			2.39E-04

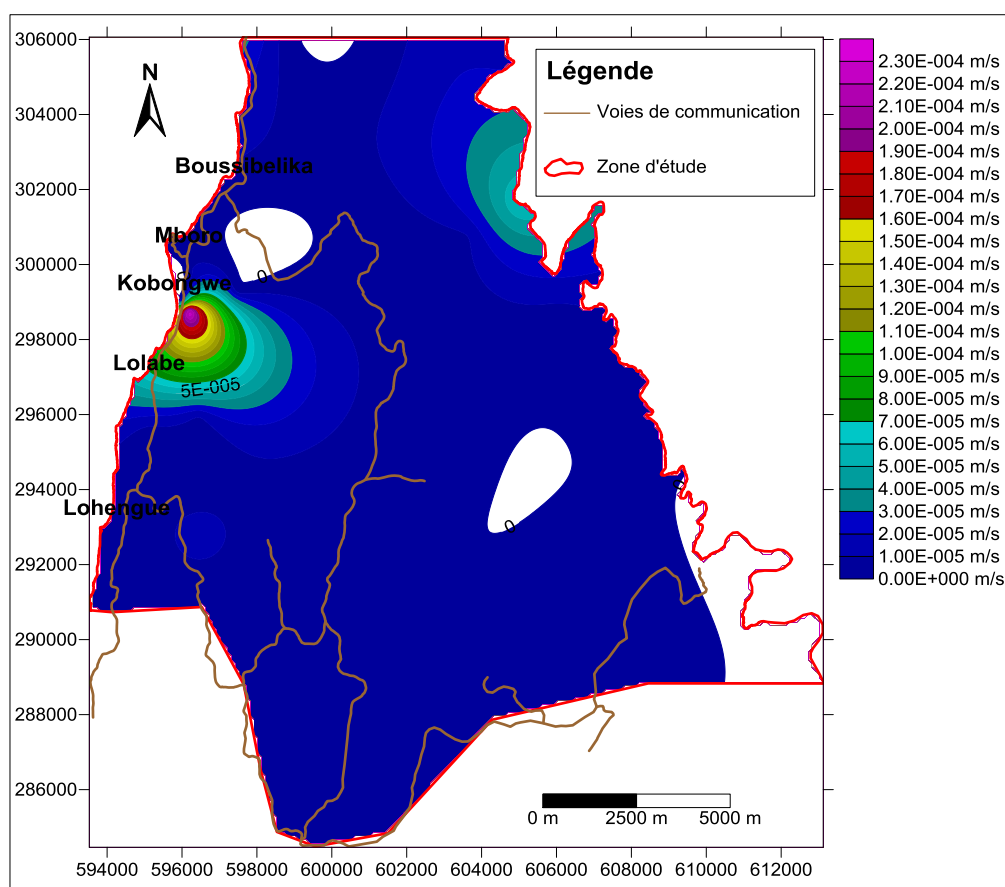


Figure 98 : Distribution spatiale de la perméabilité en zone non saturée

III.2.2.6- Paramètres hydrodynamiques en zone saturée

Les perméabilités obtenues après avoir vidé les piézomètres et suivi leurs remontées dans le temps sont également faibles (tableau 49). Elles sont comprises entre 2×10^{-8} et $1,14 \times 10^{-4}$ m/s pour une moyenne de 5.59×10^{-6} m/s, correspondant à la catégorie des formations semi-perméables.

L'observation de ces résultats permet de dégager la remarque suivante : les sols dans la zone saturée sont d'un ordre de grandeur moins perméable par rapport à la zone non saturée. Ceci semble indiquer que le processus de transfert de l'eau est plus rapide dans la zone non saturée et que cette zone ne constitue pas un bon filtre pour l'épuration de l'eau lors de son cheminement dans le sol.

Tableau 49 : Perméabilités des formations d'altération en zone saturée

Piézomètres	X	Y	K _{Saturee} (m/s)
p13	605744	295220	1.21E-06
p14	608133	295849	2.16E-07
p15	595089	295482	6.92E-07
p16V	596438	295904	3.47E-07
p17	600080	296847	1.17E-06
p2	603018	288363	3.88E-07
p20	606131	298451	7.94E-07
p22	600741	300069	7.10E-07
p23	603555	300701	5.38E-06
p24	605049	301631	9.11E-07
p25	598635	302700	1.23E-06
p26	600445	303237	1.10E-06
p27	601913	303728	1.01E-05
p29	598385	305703	7.11E-07
p30	598954	305954	3.41E-07
p7	607334	292566	2.00E-08
p8	608715	292996	2.54E-07
p9	594297	292155	3.89E-07
P3Z1	595830	300351	1.14E-04
P4Z1	596130	300259	1.70E-06
P5Z1	596201	299893	3.00E-07
P6Z1	596078	300004	8.28E-07
P8Z1	596096	299418	1.43E-07
P9Z1	596082	299568	2.30E-07
P10Z1	595995	299551	6.66E-07
P13Z1	595994	299023	1.34E-06
Moyenne			5.59E-06
Minimum			2.00E-08
Maximum			1.14E-04

L'étude texturale des échantillons de sol permet d'apporter un complément d'information sur les aptitudes hydrauliques de l'aquifère. La proportion entre sables, limons et argiles se visualise sur un diagramme dit "des textures" et définit le type de texture du sol. Depuis la texture dite AA très argileuse jusqu'à LL très limoneuse, on distingue de nombreuses textures dite "de mélange" argilo-limoneuse ou argilo-sablo-limoneuse. Le nom français débute toujours par la classe granulométrique qui domine alors que c'est l'inverse en anglais : on termine toujours par ce qui est le plus important.

D'après la classification USDA, 22.72 % de l'effectif total est constitué de sol à texture sableuse (P15, P26, P4, P10, P27) ; 77.27 % a une texture sablo-limoneuse (P16, P5, P29, P16V, P11, P21V, P2, P30, P1, P100, P17, P21, P3, P7, P8, P9, P25) (tableau 50). Il convient de rappeler que tous les échantillons se retrouvent entre les zones dites très perméable à perméable (figure 99).

Faisant référence à la figure 100 de Dubé et al. (1996) qui donne une estimation de la corrélation entre la texture du sol et sa valeur probable de conductivité hydraulique, les échantillons à texture sableuse devraient avoir des conductivités hydrauliques comprise entre 1×10^{-4} m/s et 4×10^{-4} m/s ; les échantillons à texture sablo-limoneuse entre 4×10^{-4} m/s et 4×10^{-6} m/s. l'observation des résultats ne semble pas confirmer cette hypothèse pour tous les échantillons.

Tableau 50 : Caractéristiques texturales des échantillons de sol

Points	Sable (%)	Argile (%)	Limon (%)	Texture
P1	76.7	12	11.4	Sablo-Limoneuse
P10	92.2	2.6	5.3	Sableuse
P11	84.5	7.8	7.7	Sablo-Limoneuse
P100	74.1	14.5	11.4	Sablo-Limoneuse
P15	94.2	2.6	3.2	Sableuse
P16	88.2	4.5	7.3	Sablo-Limoneuse
P16 v	84.7	9.4	5.8	Sablo-Limoneuse
P17	70.7	16	13.4	Sablo-Limoneuse
P2	80.3	6.6	13.1	Sablo-Limoneuse
P21	70.4	12	17.6	Sablo-Limoneuse
P21v	82.7	14.1	3.2	Sablo-Limoneuse
P25	52.7	19.1	28.2	Sablo-Limoneuse
P26	94.2	2.2	3.6	Sableuse

P27	92.2	4.3	3.5	Sableuse
P29	86.2	4.3	9.4	Sablo-Limoneuse
P3	66.7	17.9	15.4	Sablo-Limoneuse
P30	79	13.5	7.5	Sablo-Limoneuse
P4	92.7	4	3.3	Sableuse
P5	86.5	7.9	5.6	Sablo-Limoneuse
P7	59.4	19.3	21.3	Sablo-Limoneuse
p8	58	17.6	24.4	Sablo-Limoneuse
P9	54.5	14.4	31.1	Sablo-Limoneuse

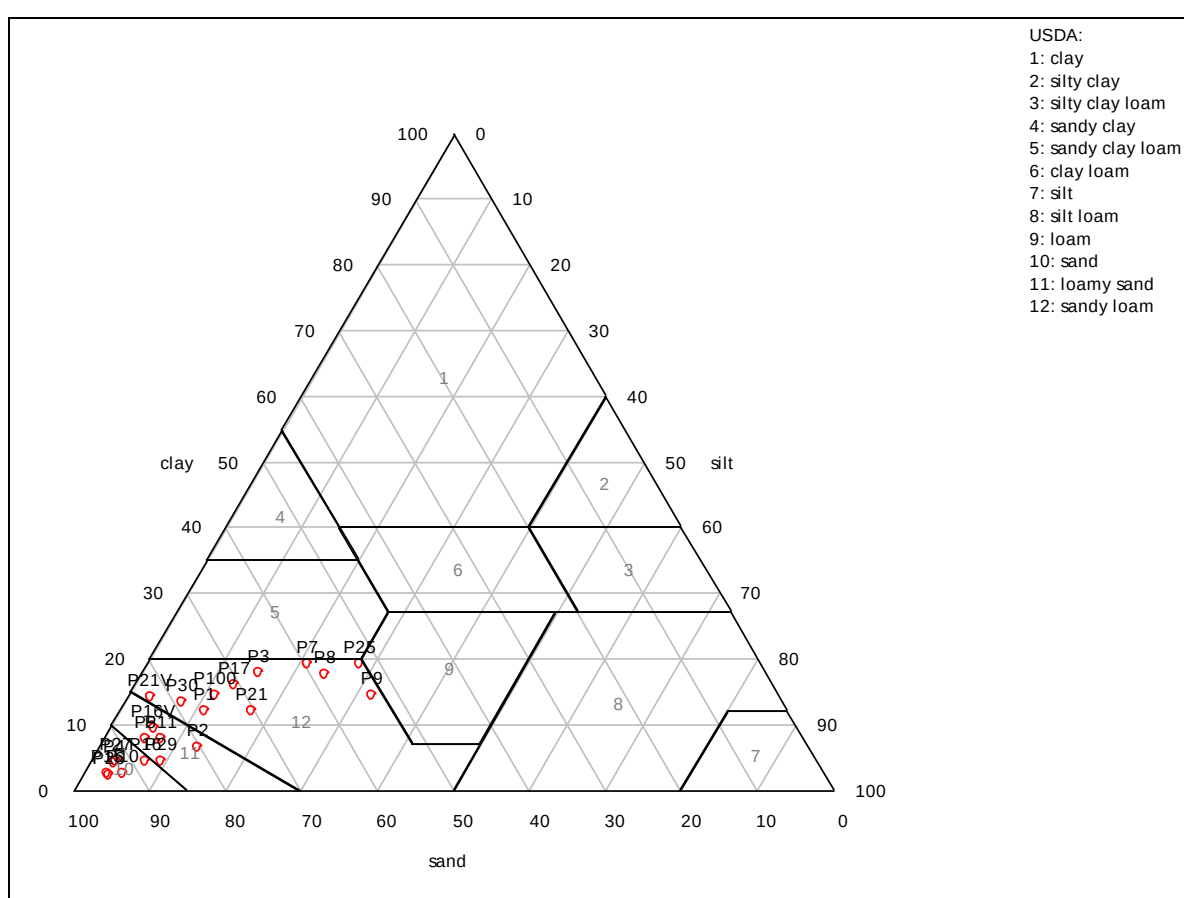


Figure 99 : Triangle textural des sols de la zone d'étude d'après la classification USDA

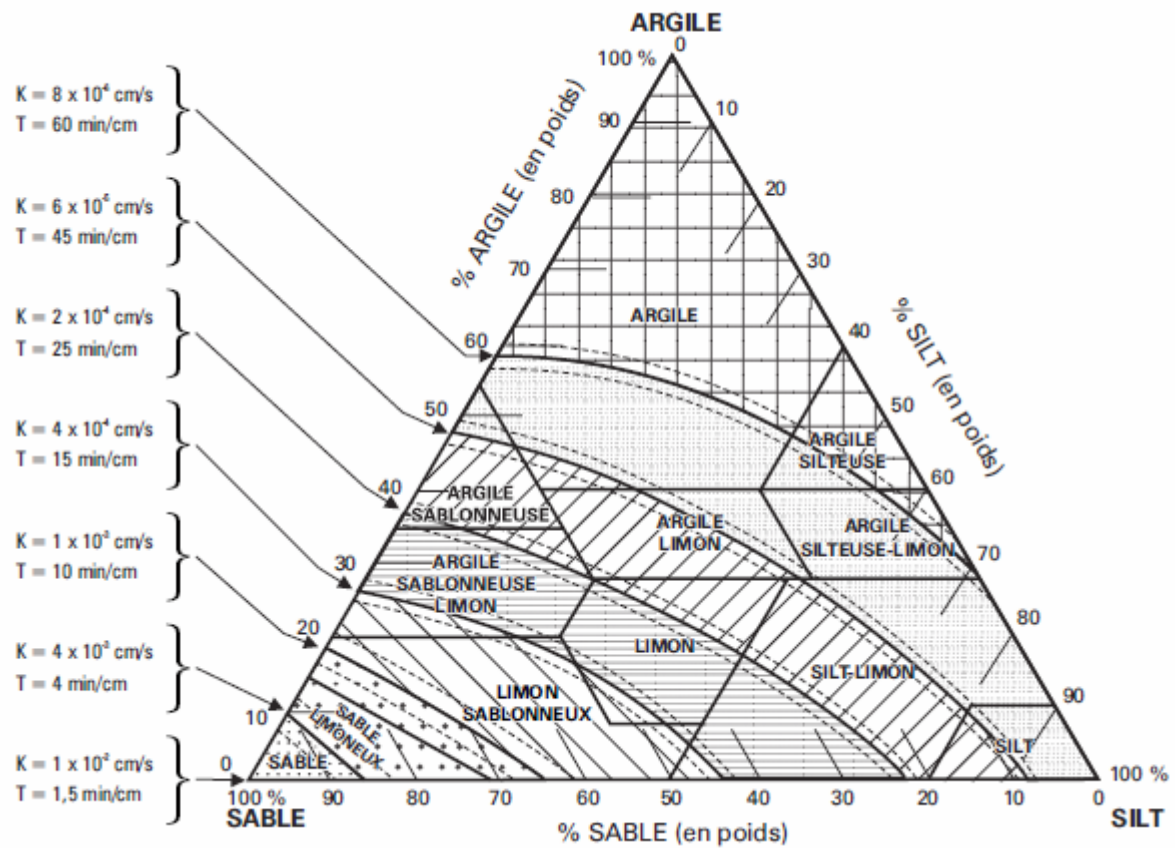


Figure 100 : Corrélation entre la texture du sol et sa valeur probable de conductivité hydraulique d'après Dubé et al. (1996)

III.3- Etude de la dynamique des écoulements

III.3.1- Ecoulement de surface

III.3.1.1- Bassins versants

Les bassins versants ont été choisis dans les deux versants Est et Ouest c'est-à-dire le versant des tributaires de la Lobé et le versant maritime, en fonction de leurs représentativité. Sur le versant Est (celui des tributaires de la Lobé), le bassin versant de Lolo (figure 101) a été équipé de deux stations, Lolo Amont et Lolo Aval dont les caractéristiques des sections mouillées sont résumées dans les tableaux 51 pour Lolo Amont et 52 pour Lolo Aval.

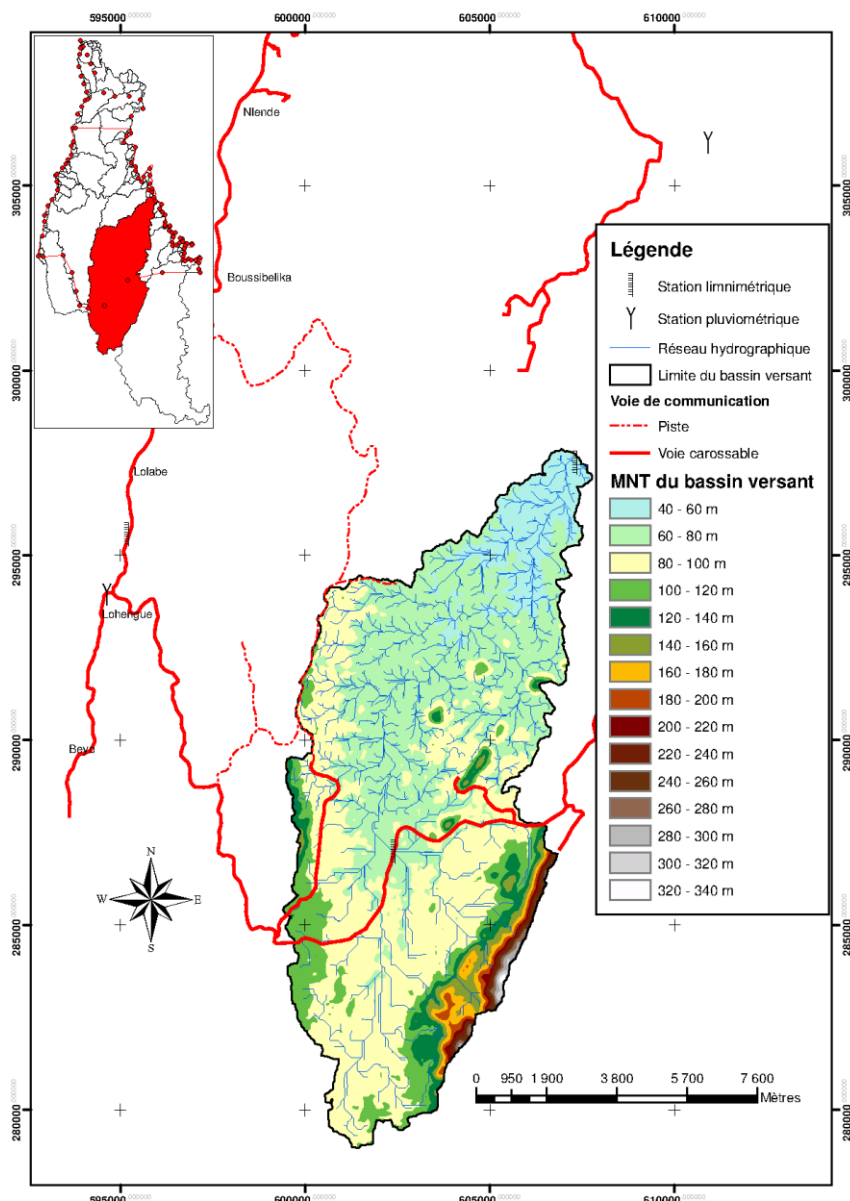


Figure 101 : Bassin versant de Lolo

Tableau 51 : Evolution de la section en travers à Lolo Amont

H (cm)	Sm (m²)	Pm (m)	Rh (m)
570	6,08	7,98	0,76
580	6,52	8,48	0,77
590	6,95	9,38	0,74
600	7,94	10,4	0,76

H (cm) : Hauteur ; **Sm** : Section mouillée; **Pm** : Périmètre mouillé; **Rh** : Rayon hydraulique

Tableau 52 : Evolution de la section en travers à Lolo Aval

H (cm)	Sm (m²)	Pm (m)	Rh (m)
530	5,38	17,9	0,30
540	9,41	22,0	0,43
550	10,6	23,0	0,46
560	11,8	24,0	0,49
570	13,0	25,2	0,51
580	14,3	26,4	0,54
590	15,7	27,3	0,58
600	17,2	28,5	0,60

H (cm) : Hauteur ; **Sm** : Section mouillée; **Pm** : Périmètre mouillé; **Rh** : Rayon hydraulique

Pour un meilleur suivi bactériologique, une station non équipée de prélèvement des échantillons a été choisie sur la rivière Likodo. Le suivi hydrologique qui en dérive permet de décrire sa section en travers. L'évolution de cette dernière est résumée dans le tableau 53.

Tableau 53 : Evolution de la section en travers de Likodo

H (cm)	Sm (m²)	Pm (m)	Rh (m)
540	1,3	8,29	0,16
550	1,88	8,31	0,23
560	2,035	8,65	0,24

H (cm) : Hauteur ; **Sm** : Section mouillée; **Pm** : Périmètre mouillé; **Rh** : Rayon hydraulique

Sur le versant maritime, en plus des bassins de Grand Kabongwé et de Na'Lambo déjà suivis, le bassin versant de Lolabé (figure 102) a été suivi et se décrit comme résumé dans le tableau 54. Le tableau 55 résume l'évolution de la section en travers de Grand Kabongwé.

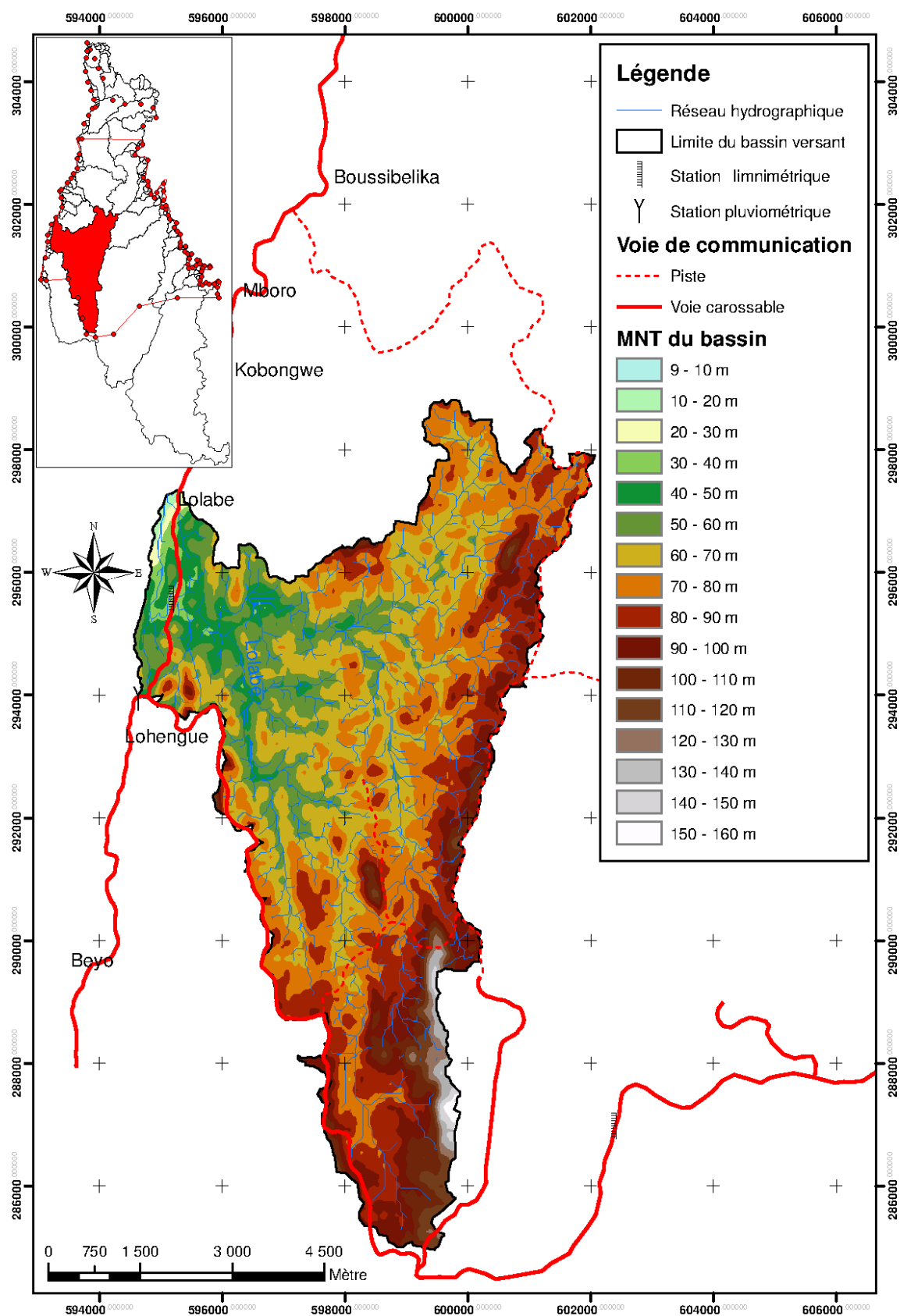


Figure 102 : Bassin versant de Lolabé

Tableau 54 : Evolution de la section en travers à Lolabé

H (cm)	Sm (m²)	Pm (m)	Rh (m)
530	2,07	7,58	0,28
540	2,25	7,88	0,29
550	2,37	8,00	0,30
560	2,78	9,05	0,31
570	3,35	9,85	0,34
580	3,78	10,1	0,38
590	5,19	12,1	0,43
600	5,93	13,4	0,44

H (cm) : Hauteur ; **Sm** : Section mouillée; **Pm** : Périmètre mouillé; **Rh** : Rayon hydraulique

Tableau 55 : Evolution de la section en travers à Grand Kabongwé

H (cm)	Sm (m²)	Pm (m)	Rh (m)
00	-	-	-
10	1,156	3,44	0,34
20	1,281	6,03	0,21
30	1,781	6,83	0,26
40	2,331	7,83	0,30
60	2,956	9,13	0,32
50	3,656	10,1	0,36
70	4,431	11,5	0,38
80	5,281	12,8	0,41
90	6,206	14,3	0,43
100	7,206	15,6	0,46

H (cm) : Hauteur ; **Sm** : Section mouillée; **Pm** : Périmètre mouillé; **Rh** : Rayon hydraulique

La liste des jaugeages effectués dans toutes ses stations est présentée dans le tableau 56. Elle est complétée par les coordonnées géographiques desdites stations.

Tableau 56 : Liste des jaugeages effectués sur les deux versants

Stations	Dates	H(cm)	Q (m3/s)	Sm (m2)	Vm (m/s)	Pm (m)	Rh (m)	X	Y
Lolo Aval	26-mars-11	531	0,93	5,201	0,18	17,80	0,29	607295	297510
Lolo Aval	27-mars-11	528	0,57	4,52	0,13	18,17	0,25	607295	297510
Gand Kabongwé	01-avr-11	14	0,0023	1,156	0,00	3,44	0,34	596346	300105
Likodo	27-mars-11	sans échelle	0,34	0,1	3,40	2,03	0,05	609068	293785
Lolabé	28-mars-11	548	0,58	2,365	0,25	8,00	0,30	595163	295572
Lolabé	31-mars-11	541	0,14	2,093	0,07	7,89	0,27	595163	295572
Lolabé	01-avr-11	539	1,17	2,093	0,56	7,89	0,27	595163	295572
Lolo Amont	24-mars-11	574	1,85	6,082	0,30	8,48	0,72	602874	287653
Lolo Amont	31-mars-11	540	0,34	1,578	0,22	6,09	0,26	602874	287653
NB: les éléments d'échelles 5-6 correspondent aux éléments 0-1									
H (cm): Hauteur			Q (m3/s) : Débit			Sm (m2): Surface mouillée			
Vm (m/s) : Vitesse moyenne			Pm (m): Périmètre mouillé			Rh(m): Rayon hydraulique			
X (32N): Latitude			Y (UTM): Longitude						

III.3.1.2- Dynamique fluviale

Le faîte du toit évoqué plus haut (Chapitre sur les Généralités) d'orientation SW- NE et qui divise l'espace en deux versants Est et Ouest part se localise suivant l'axe dont les coordonnées sont (288500 ; 600000) au départ et (317500 ; 600000) à l'arrivée dans le Nord-Est. Le versant Est se déverse dans la Lobé, tandis que le versant Ouest est directement drainé par l'Océan. Quatre rivières ont été suivies sur le versant Ouest dont une (Lolo) a été dotée de deux stations limnimétriques, l'une en amont de la confluence avec la Lobé (Lolo aval) et l'autre sur un affluent en rive droite (Lolo amont). Les deux sont dotées d'une batterie de deux éléments d'échelle (5-6 et 6-7).

Parmi les rivières qui ont été suivies sur le versant Est, trois sont équipées de stations limnimétriques. Une a été installée avec un seul élément d'échelle (5-6) au cours de cette campagne, alors que Kobongwé et Na'Lambo installées pendant la phase 1. Les exutoires ont été choisis en dehors de la zone de marnage de l'Océan. Les exutoires des rivières non équipées sont pris au niveau de leur embouchure dans l'Océan.

Du Sud vers le Nord on rencontre :

1. **Nom de la rivière** : Bekolobé (Lolabé)

- **Coordonnées à l'intersection avec la route** : 594233, 292155. Altitude à ce niveau 8m ;
- **Description des berges et du lit** : le lit est sablonneux, et les berges sont rocailleuses ;
- **Autres paramètres** : l'écoulement est laminaire.

Ce cours d'eau prend sa source la plus éloignée à 5 kilomètres environ de l'embouchure. Il présente de très fortes pentes depuis cette source jusqu'à 1 kilomètre de cette embouchure, la pente moyenne de 0,7 %. Le profil en long de ce cours d'eau (figure 103) présente des irrégularités, faisant varier son régime du torrentiel par endroit au laminaire. Il se jette cependant dans l'océan en pente douce.

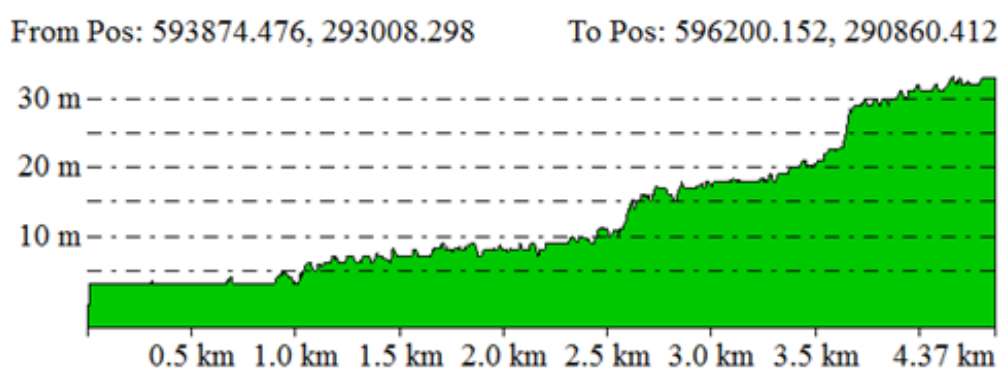


Figure 103 : Profil en long du cours d'eau Bekolobé

2. **Nom de la rivière** : Noukwe

- **Coordonnées à l'intersection avec la route** : 595276, 297004. Altitude à ce niveau 9m ;
- **Description des berges et du lit** : le lit est sablonneux, et les berges sont argilo-sableuses ;
- **Autres paramètres** : l'écoulement est laminaire et lent ; présence de matières organiques et de matériaux de terrassement (argile et fragments rocheux).

Le cours d'eau noukwé a un profil régulier de sa source située à environ 16 kilomètres de l'embouchure. Il prend sa source à une altitude de 70 mètres environ et présente une pente

moyenne variant entre 1 % et 0,1% jusqu'à quelques centaines de mètres de l'embouchure. Ce cours d'eau se jette dans la mer dans un écoulement laminaire (figure 104).

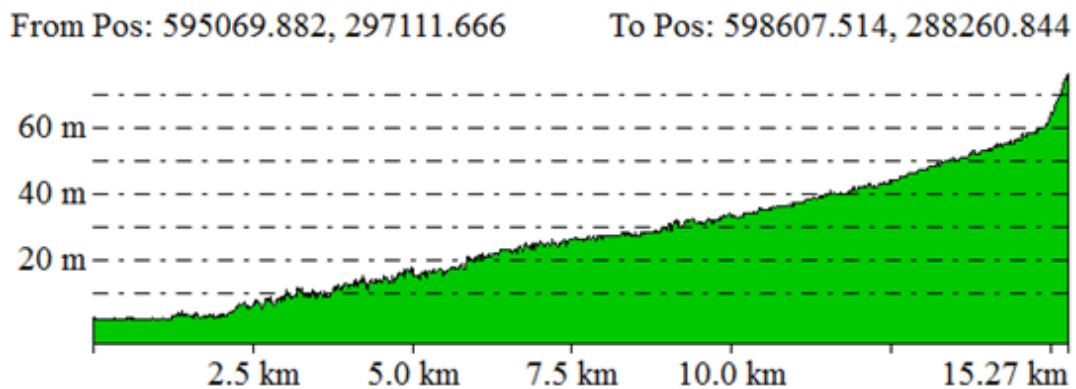


Figure 104 : Profil en long du cours d'eau Noukwé

3. **Nom de la rivière :** Mebosso (Mimbosso)

- **Coordonnées à l'intersection avec la route :** 596991, 301809 ; altitude 5m ;
- **Description des berges et du lit :** berge argilo sableuse, lit sablonneux. Les berges sont inondées en période de crues ;
- **Autres paramètres :** cette eau est utilisée pour des taches domestiques.

Ce cours d'eau présente un profil assez régulier de sa principale source située à 7 kilomètres environ en amont jusqu'à son embouchure. Après sa source, il coule sur une pente de plus de 1 % avant de retrouver une pente plus douce d'environ 0,1 % (figure 105) jusqu'à son embouchure.

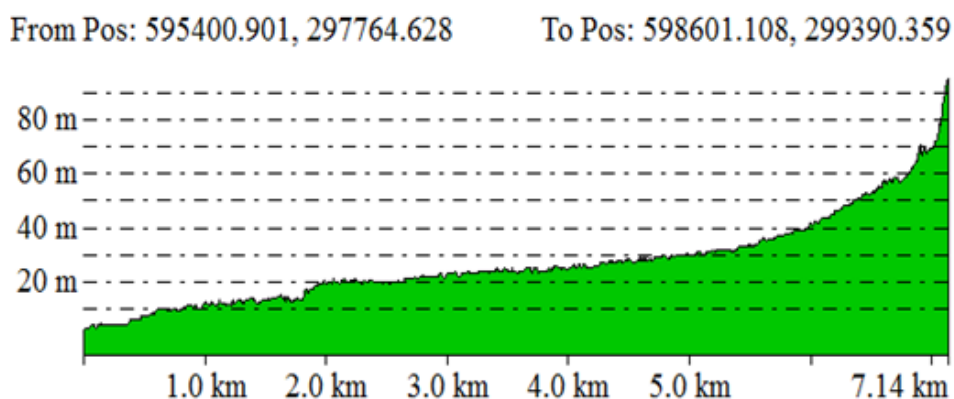


Figure 105 : Profil en long du cours d'eau Mbesso

4. **Nom de la rivière** : Bouchibilika

- **Coordonnées à l'intersection avec la route** : 597580, 302157 ; altitude 7m ;
- **Description des berges et du lit** : lit très rocheux, et sableux par endroits, écoulement laminaire mais turbulent au niveau des cascades. Les berges sont rocailleuses ;
- **Autres paramètres** : l'eau est de couleur sombre à cause des matières organiques.

Ce cours d'eau prend sa principale source à 2400 mètres environ de l'embouchure. Il présente une pente régulière sur 2000 mètres environs (figure 106) après la source avec une pente moyenne de 0,9 % avant la rupture à moins de 300 mètres de l'embouchure où il coule en cascade avant de reprendre un régime laminaire à une centaine de kilomètres de l'embouchure.

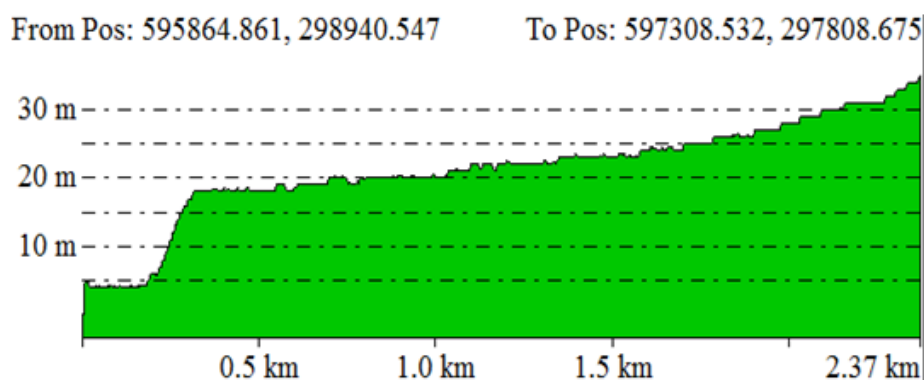


Figure 106 : Profil en long du cours d'eau Boussilbelika

5. **Nom de la rivière** : Nangwala

- **Coordonnées à l'intersection avec la route** : 597675, 302206 ; altitude 25m ;
- **Description des berges et du lit** : berges argilo sableuses, lit sableux et encombré de matières organiques plus ou moins dégradées c'est un affluent de Bousibilika ;
- **Autres paramètres** : l'eau est de couleur claire et est utilisée pour des tâches domestiques.

Cet affluent de Bouchibilika prend sa source à environ 1500 mètres de l'embouchure. Son profil en long présente une pente assez forte après la source qui devient cependant plus douce lorsqu'on évolue vers l'embouchure. La pente moyenne est d'environ 1 % (figure 107).

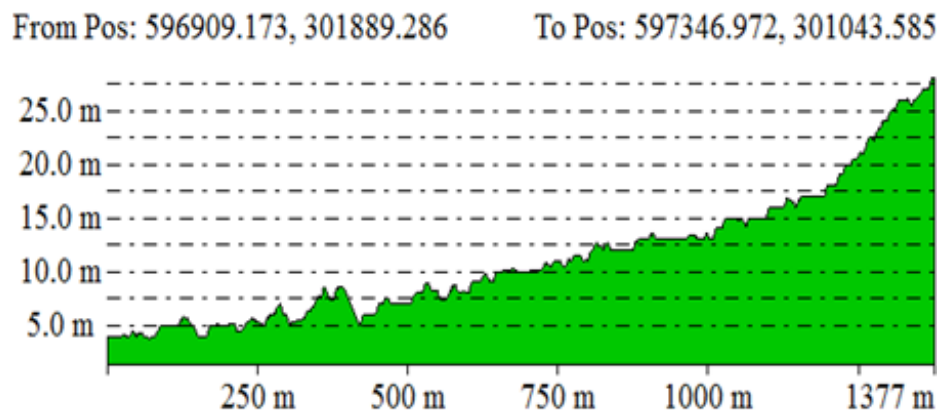


Figure 107 : Profil en long du cours d'eau Nangwala

6. **Nom de la rivière :** Matanda

- **Coordonnées à l'intersection avec la route :** 597603, 302891 ; altitude 7m ;
- **Description des berges et du lit :** le lit est rocailleux et légèrement sableux vers l'ouest. Les berges sont rocheuses. L'écoulement est généralement laminaire malgré la présence de quelques cascades par endroits ;
- **Autres paramètres :** l'eau est de couleur claire et est utilisée pour des tâches domestiques.

La principale source de ce cours d'eau se trouve à plus de 10 kilomètres. Il a une pente assez régulière d'environ 0,4 % jusqu'à son embouchure, quoique l'on note par endroit de petites cascades.

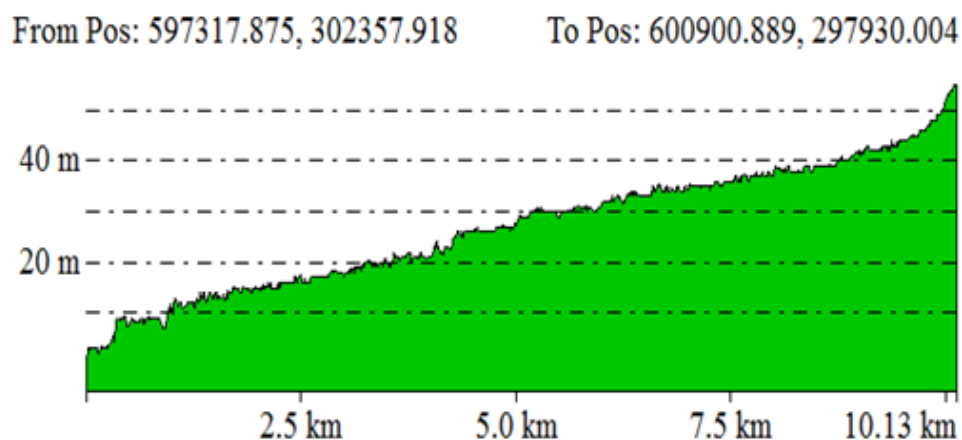


Figure 108 : Profil en long du cours d'eau Natanda

7. **Nom de la rivière** : Bifoumbi

- **Coordonnées à l'intersection avec la route** : 597669, 303237 ; altitude 16m.
- **Description des berges et du lit** : lit sableux, les berges sont argileuses. Ce cours d'eau est stagnant par endroits et est envahi par des plantes
- **Autres paramètres** : l'eau est de couleur légèrement sombre.

8. **Nom de la rivière** : Bifoumbi

- **Coordonnées à l'intersection avec la route** : 597683, 303353 ; altitude 14m.
- **Description des berges et du lit** : lit sableux et rocheux par endroits. Les berges sont rocailleuses.
- **Autres paramètres** : l'écoulement est laminaire.

NB. Il faut noter que les deux BIFOUMBI ne constituent qu'une seule et même rivière qui se divise en deux bras un peu plus à l'amont (E), qui se rejoignent à l'aval avant de se jeter à la mer.

9. **Nom de la rivière** : Nlende Dibe

- **Coordonnées à l'intersection avec la route** : 597910, 306429 ; altitude 3m ;
- **Description des berges et du lit** : le lit est constitué d'un mélange de sable, d'argile de matières organiques et de gravier. Les berges sont argileuses. Il faut signaler que le lit est jonché de troncs d'arbres et de branchages ;
- **Autres paramètres** : l'eau est utilisée pour des usages domestiques.

II.3.1.2- Détermination des constantes de rugosité des berges

Pour l'écoulement dans les rivières, les formules empiriques suivantes restent encore d'une utilisation courante : il s'agit de la formule de Bazin et de celle de Manning-Strickler. Mais la formule de Manning s'est plus généralisée à cause de sa simplicité.

$$\text{Formule de Bazin : } V = \frac{87\sqrt{RI}}{1 + \gamma/\sqrt{R}}$$

$$\text{Formule de Manning- Strickler : } V = K_s R^{2/3} I^{1/2}$$

Où:

✚ V : vitesse moyenne de l'écoulement dans la section en mètres par secondes ;

- ✚ R : rayon hydraulique, en m, égal au rapport de la section liquide dans la rivière (m^2) au périmètre mouillé (m) ; $R = S_m/P_m$;
- ✚ I : pente de la rivière, en mètre par mètre ;
- ✚ γ et K_s : constantes de rugosité des berges ;

Le tableau 57 présente les différents paramètres calculés selon la nature des parois.

Tableau 57 : Constantes de rugosité des berges

Nature des parois	γ	K_s
Parois très unies (enduit de ciment tissé, bois raboté)	0,06	100
Parois avec enduit de ciment ordinaire	-	90
Parois unies (briques, pierres de taille, béton brut)	0,16	70-80
Parois peu unies (moellons)	0,46	60-70
Parois de nature mixte (talus dressés ou perreyés)	0,85	50-60
Talus ordinaires en terre	1,30	40
Fond de galets et parois	1,75	25-35

III.3.2- Ecoulement souterrain

III.3.2.1- Données piézométriques

La méthode d'interpolation des données piézométriques par des programmes informatiques a été utilisée dans cette étude car elle est rapide et donne une meilleure interpolation. Leur établissement se fait par synthèse et interpolation des valeurs piézométriques (tableau 58). Les données piézométriques ont été spatialisées par krigeage après une étude géostatistique. Les cartes piézométriques obtenues se présentent alors sous forme de courbes isohypses d'isovaleurs correspondant au mois de Mars 2011. Sur ces cartes, les principales directions d'écoulement souterrain ont été matérialisées. Les aires d'alimentation et les zones favorables aux captages sont également visibles.

Tableau 58 : Niveaux piézométriques utilisées pour l'établissement de la carte piézométrique de la zone 2

Nom	X	Y	Altitude (m)	Niveau piézométrique (m)
p1	600262	287370	64.621	62.911
p1 bis	600260	287362	65.021	62.921
p10	596472	292839	17.854	16.734
p100	595541	293495	17.950	17.800
p11	599452	293600	37.249	35.749
p13	605744	295220	32.691	31.301
p14	608133	295849	26.414	25.954
p15	595089	295482	4.502	2.842
p16	595772	295132	11.568	8.938
p16V	596438	295904	16.721	15.341
p17	600080	296847	39.117	36.837
p19	604297	298013	35.124	33.554
p2	603018	288363	47.713	45.763
p20	606131	298451	25.066	23.716
P200	604748	307342	20.471	18.601
p21	596163	298770	17.577	15.937
p21V	597476	299309	27.644	25.819
p22	600741	300069	36.485	34.945
p23	603555	300701	29.830	28.430
p24	605049	301631	20.832	18.582
p24V	605043	301405	22.050	20.450
p25	598635	302700	20.795	19.535
p26	600445	303237	25.396	23.976
p27	601913	303728	32.888	31.938
p28	604122	304132	19.006	16.956
p29	598385	305703	8.848	7.418
p3	606896	289155	46.951	45.751
p3 bis	606876	289168	45.769	44.429
p30	598954	305954	10.724	9.064
p30 bis	598955	305959	10.796	9.436
p31	603108	306209	22.753	20.853
p32	604864	306458	17.578	15.578
p33	599088	307971	11.045	9.115
p34	602279	308840	27.478	26.158
p35	602995	308977	26.031	24.411
p36	599595	310188	4.578	3.218
p37	600737	310504	23.904	20.424
p38	598849	312008	3.920	1.670
p39	599544	312136	5.602	4.102
p4	609477	288939	32.000	30.770
p40	598954	312706	6.334	5.064
p40V	599444	313241	14.823	13.013
p41	598715	312981	5.036	3.706
p42	598325	314127	4.447	2.987
p43	598834	314607	10.431	8.671
P44	598907	315371	19.623	17.813
p5	597255	290306	32.553	31.073
p7	607334	292566	37.534	35.734
p8	608715	292996	29.415	28.255
p9	594297	292155	6.528	4.478
P18	602301	297428	51.429	49.989

III.3.2.2- Cartes piézométriques

La carte piézométrique qui schématise le comportement hydrodynamique de l'aquifère à nappe libre pour la période allant du 15 mars 2011 au 15 Avril 2011 est présentée sur la figure 109.

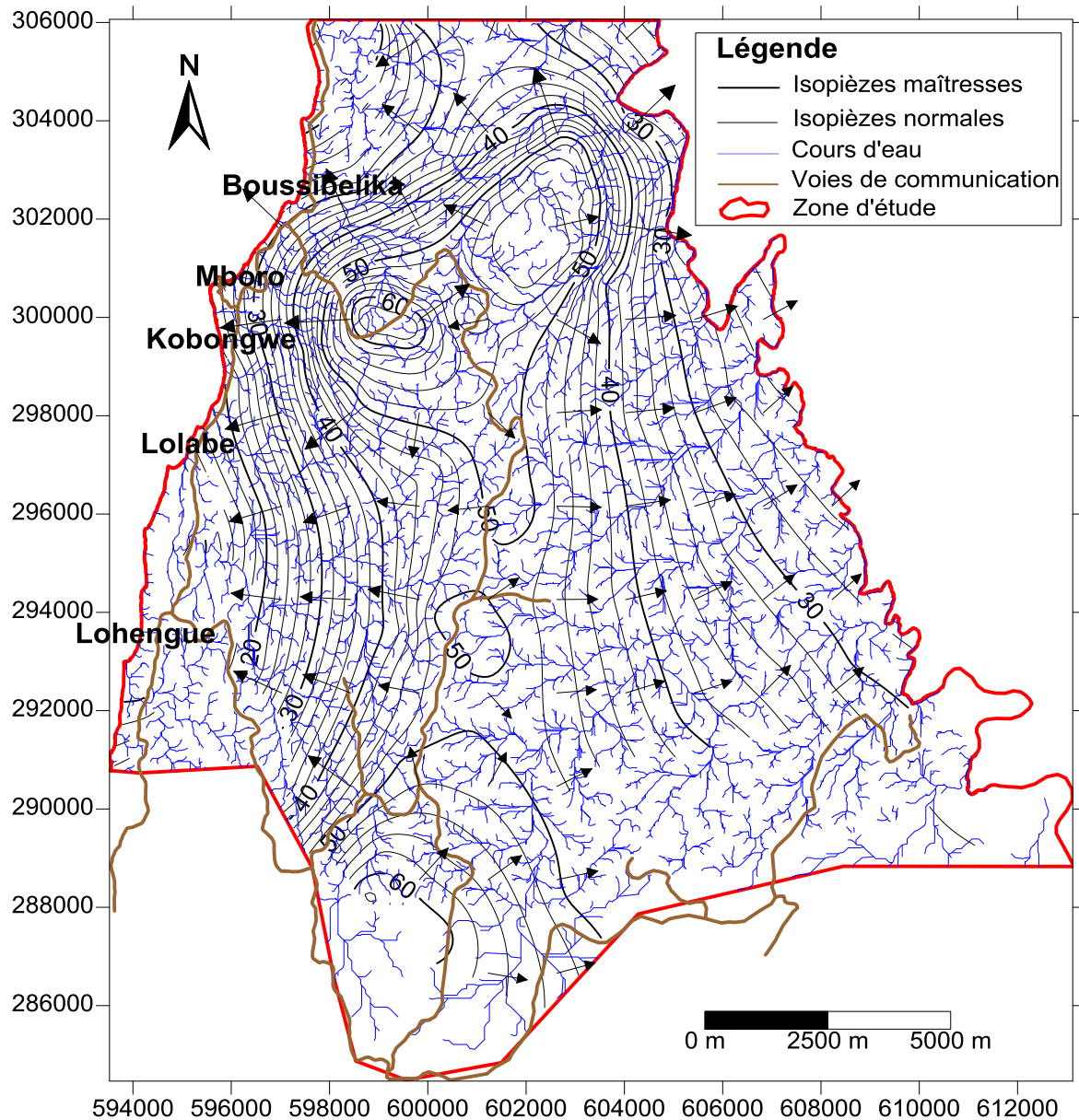


Figure 109 : Carte piézométrique de l'aquifère à nappe libre de la zone 2 (Avril 2011)

L'analyse cette carte piézométrique fait ressortir les informations suivantes :

- L'écoulement de l'eau souterraine est divergent par rapport à un axe N-S qui passe par la trace de route située au milieu de la zone d'étude ;
- Cet axe constitue la ligne de partage des eaux, mettant clairement en évidence le sous bassin hydrogéologique de la Lobé à l'Est et le sous bassin de l'océan Atlantique à l'Ouest ;
- La topographie influence l'écoulement de l'eau souterraine dans la région. Plusieurs études sur les mouvements de l'eau souterraine en zone cristallines ont démontré l'influence de la topographie sur les écoulements souterrains (Igboekwe et al., 2008 au Nigeria; Temgoua et al., 2005 dans le Sud Cameroun ; Kalla Mpako, 2007 et Fouépé et al., 2009 à Yaoundé.
- Le gradient d'écoulement est presque constant dans les deux zones, avec des valeurs plus importantes dans la zone ouest. La vitesse de circulation des eaux souterraines est par conséquent plus grande dans cette zone, induisant des temps de transfert plus court ;
- L'écoulement est uniforme avec un module d'espacement généralement constant dans tout le domaine, même si l'on observe une décroissance dans la partie Nord. Ceci permet de dire que la nappe a un profil linéaire avec un gradient hydraulique et un débit constant.
- Deux dômes piézométriques situés l'un au Sud du domaine et l'autre au Nord, près du village Boussibelika, constituent des aires importantes d'alimentation de la nappe. Ces zones vulnérables devraient être protégées afin de préserver la qualité de la ressource en eau ;
- La rivière Lobé et l'Océan Atlantique constituent naturellement les drains pour les eaux souterraines de la zone 2.

III.4- Facteurs influençant la variabilité spatiale et temporelle des ressources en eau

Les facteurs qui contrôlent la variabilité spatiale et temporelle des processus hydrologiques ainsi que la disponibilité des ressources en eau sont :

- La topographie ;
- L'état d'occupation des sols ;
- Le réseau hydrographique ;
- La pédologie ;

➤ La géologie.

Le réseau hydrographique, la pédologie et la géologie ayant déjà été abordés ci-dessus, seuls les deux premiers facteurs seront présentés dans cette partie.

III.4.1- Modèle Numérique de Terrain (MNT)

La figure 110 ci-dessous représente le relief en 3D pour la zone 2. Elle met en évidence l'existence d'une ligne de crête dans la partie centrale de la zone. De part et d'autre de cette ligne de crête, se trouvent quelques sommets isolés. Les pentes sont majoritairement inférieures à 5 % (figure 111), alors que le maximum est de 55 %.

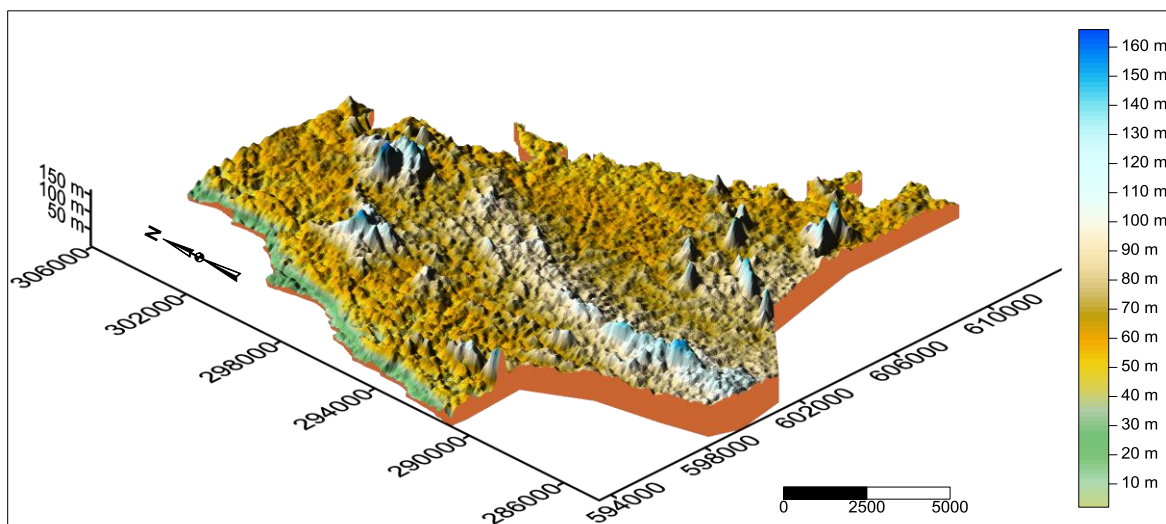
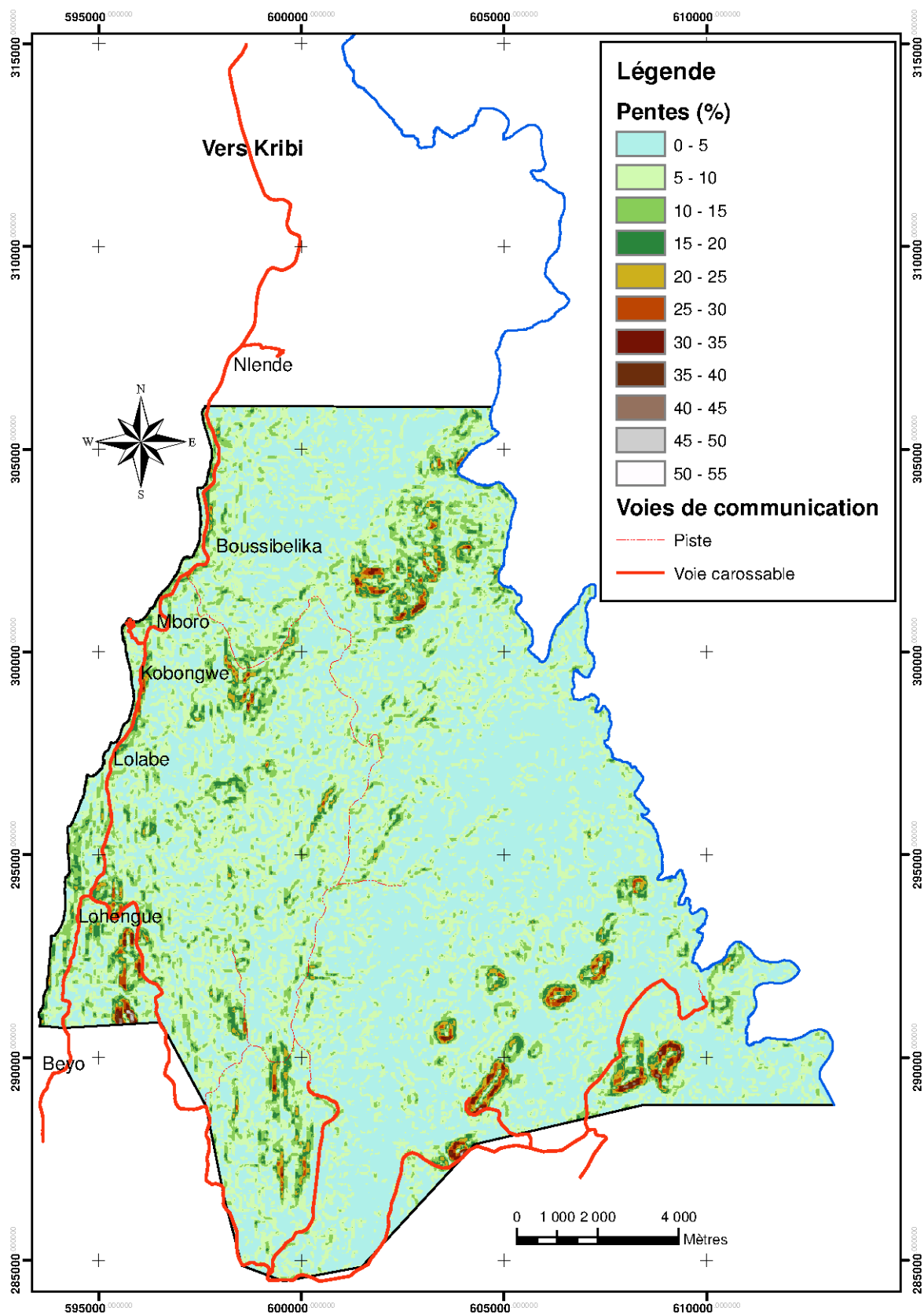


Figure 110 : Une vue en 3D du relief de la zone 2

III.4.2- Etat d'occupation des sols

La figure 112 donne l'état d'occupation des sols de la zone d'étude et, le tableau 59 donne les proportions de chaque type de formation. Cette dernière est très majoritairement constituée de forêt dense (près de 86 %). La forêt secondaire y est assez représentée (10 %). Toutes les autres types d'occupation occupent moins de 50 % du site. L'état d'occupation des sols est plus varié sur le flanc Ouest du site où la population est regroupée dans plusieurs villages.



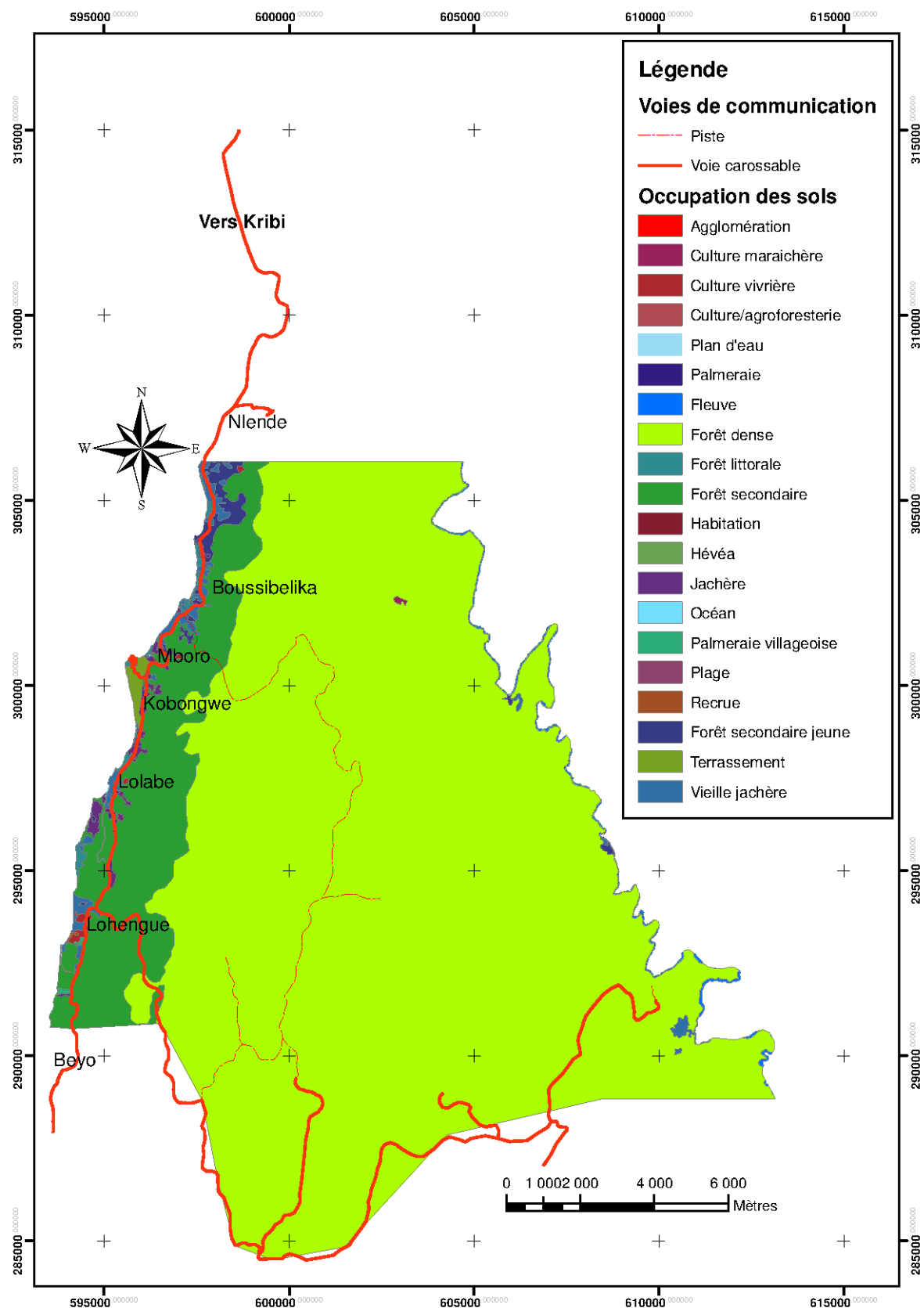


Figure 112 : Carte de l'occupation des sols

Tableau 59 : Répartition de l'occupation des sols

Strates végétales	Superficie (km²)	Pourcentage
Agglomération	0.0097	0.0042
Culture maraichère	0.0502	0.0214
Culture vivrière	0.3064	0.1305
Culture/agroforesterie	0.0543	0.0231
Plan d'eau	0.0789	0.0336
Palmeraie	0.0003	0.0001
Fleuve Lobe	1.1359	0.4839
Forêt dense	201.7948	85.9692
Forêt littorale	0.6077	0.2589
Forêt secondaire	25.0746	10.6823
Habitation	0.0335	0.0143
Hévea	0.0009	0.0004
Jachère	1.1301	0.4814
Océan	0.0002	0.0001
Palmeraie villageoise	0.0853	0.0363
Plage	0.0025	0.0011
Recrue	0.0230	0.0098
Forêt secondaire jeune	1.6277	0.6934
Terrassement	0.5486	0.2337
Vieille jachère	2.1664	0.9230

III.5- Présentation qualitative et quantitative des ressources en eau

III.5.1- Ressources en eau de surface

III.5.1.1- Données hydrométriques

Les données hydrométriques sont en cours de collecte et ne pourront être disponibles qu'à moyen terme.

III.5.1.2- Hydrochimie des eaux de surface

La connaissance de la qualité physico-chimique des eaux de la zone d'étude est nécessaire pour l'identification des impacts liés aux eaux et le monitoring environnemental futur lors de l'exécution des travaux. Le domaine de variations de paramètres physico –chimiques est présenté dans le tableau 60.

Dans l'ensemble, les eaux de surfaces de la zone 2 qui sont consommées par les populations riveraines de ce site sont acides ($\text{pH} < 6$) et très peu minéralisées. Les conductivités

électriques présentent des valeurs inférieures à 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ avec la somme des équivalents cations (TZ^+) et anions (TZ^-) qui sont inférieure à 200 $\mu\text{eq}/\text{l}$.

Parmi les cations majeurs, les ions les plus représentés sont le sodium, le potassium et le calcium alors que pour les anions majeurs, les éléments les plus représentés sont les ions chlorures et sulfates. Les nitrates sont presque inexistantes témoignant ainsi d'une faible contamination des eaux par les activités agro – sylvico - pastorales. Ces eaux passent ainsi d'un faciès chloruré et sulfaté calci – magnésien pour les cours d'eau Likodo et Lolo amont (figure 113) à un faciès chloruré sodi – potassique ou sulfaté – sodique pour les eaux du cours d'eau Lolo (Aval).

Ces concentrations présentent des valeurs inférieures aux normes de l'OMS sauf pour le fer (Tab. XX normes OMS) qui présentent quelques valeurs supérieures aux normes De l'OMS.

Tableau 60 : Statistique des résultats d'analyse physico-chimique des échantillons d'eau

	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+	NO_3^-	SO_4^{2-}	HCO_3^-	Cl^-	MES	Fe	Pb	Cu	Mn
	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)
Min	0,51	0,09	1,78	0,9	0	0,81	6,1	14,1 8	0,01	0,18	0,02	0,02	0,02
Max	2,23	0,18	2,06	1,33	0,52	1,99	9,15	21,2 7	0,06	0,69	0,43	0,10	0,02
Mo y	1,49	0,12	1,87	1,14	0,22	1,33	8,39	15,9 5	0,02	0,40	0,20	0,06	0,02

II.5.1.3- Qualité biologique des eaux de surface

Les résultats des analyses biologiques sont consignés dans le tableau 61. Cette analyse bactériologique de l'eau a pour but de mettre en évidence la présence des bactéries qui modifie l'aptitude d'une eau à une utilisation donnée. Ces organismes intègrent ainsi plusieurs caractéristiques telles que la provenance exclusive des matières fécales des animaux à sang chaud ; la résistance aux antiseptiques voisins de ceux des bactéries pathogènes ; leur non-prolifération anarchique dans la nature ; la production des réactions simples et spécifiques au cours de leur étude ; leur apparition en très grand nombre dans le milieu par rapport aux germes pathogènes.

Diagramme de Piper pour l'eau de surface à Kribi

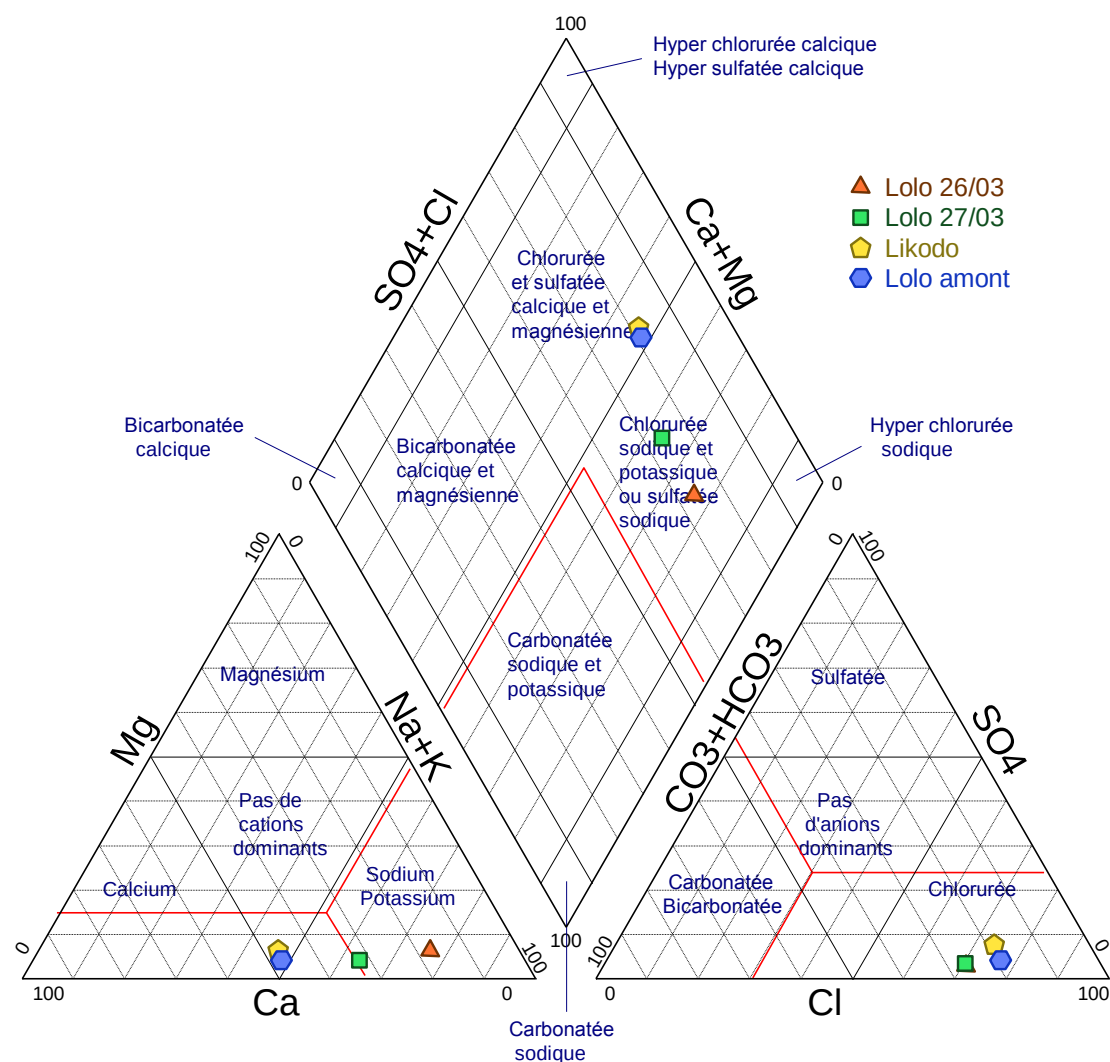


Figure 113 : Diagramme de Piper représentant les faciès géochimiques des échantillons d'eau de surface dans la zone d'étude

Tableau 61 : Paramètres bactériologiques des eaux de surface de la zone 2

<i>Echantillon</i>	<i>Date prélèvement</i>	<i>Germes aérobies à 37°C (UFC /ml)</i>	<i>Coliformes totaux (UFC /ml)</i>	<i>E. Coli (UFC /ml)</i>	<i>Streptocoque s fécaux (UFC /ml)</i>
Lolo station aval	27/03/2011	> 3000	6000	2500	1500
Likodo	27/03/2011	> 3000	5000	1000	800

La présence de germes aérobie, des coliformes totaux, des streptocoques et des coliformes fécaux dans toutes les eaux de surface du site témoignent ainsi d'une contamination fécale. Par conséquent, des mesures doivent être prises pour interdire la consommation de l'eau ou en assurer le traitement.

III.5.2- Ressources en eau souterraine

III.5.2.1- Modèle 3D du réservoir d'altérites

Les données piézométriques et les cartes de l'altitude du toit du socle ont permis d'établir le modèle 3D de l'aquifère à nappe libre de la zone 2 (figure 114). Le socle est sub-affleurant dans une bonne partie de la zone de travail, en l'occurrence le long des berges de l'océan et de la Lobé à l'Ouest et à l'Est respectivement et dans le pourtour Sud également. Par contre, le socle paraît assez profond à quelques kilomètres des villages de Lolabe, Lohengue et Boussibelika ; la profondeur maximale pouvant atteindre 46 m. Ces derniers endroits contribuent majoritairement à la constitution de la réserve en eau de la nappe libre dans la région. En effet, pour une porosité efficace d'environ 3.65% et un volume d'aquifère à nappe libre estimé à 2 405 012 261,11 m³, la réserve totale en eau souterraine du site 2 de la zone d'étude s'élèverait à **87 782 947,53 m³** d'après l'équation ci-dessous :

$$V_{eau} = \frac{V_{aq} * n_e}{100}$$

- V_{eau} : volume d'eau gravitaire de l'aquifère (en m³) ;
- V_{aq} : volume total de l'aquifère (en m³) ;
- n_e : porosité efficace de l'aquifère (en %).

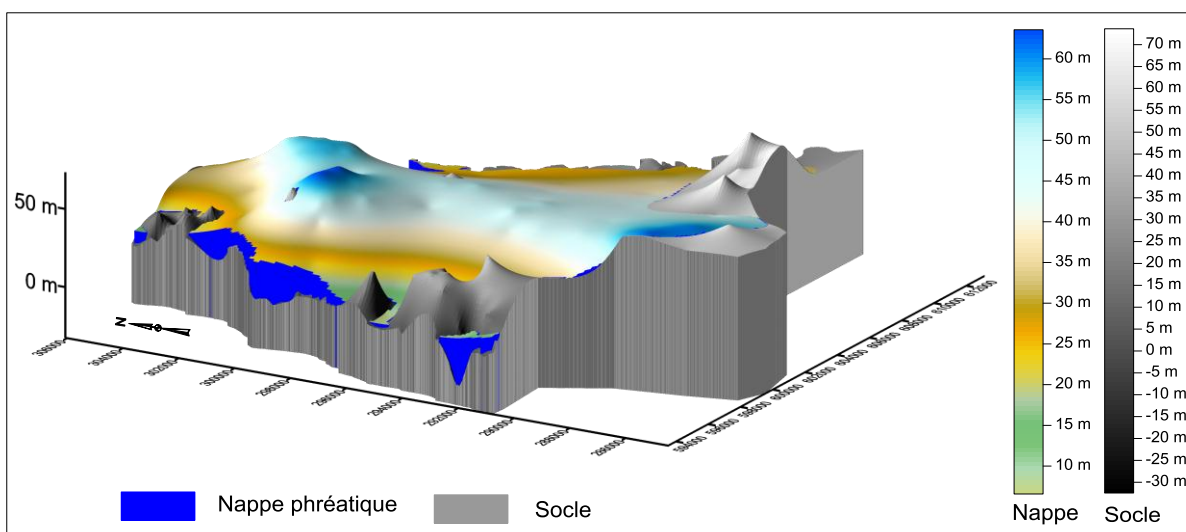


Figure 114 : Modèle 3D du réservoir d'altérites

III.5.2.2- Hydrochimie des eaux souterraines

Les statistiques générales sur les résultats des paramètres physico-chimiques sont présentées au tableau 62. Il y est observable que la température varie entre 25.5 °C et 28.1 °C, pour une valeur moyenne de 25.5 °C. La température de l'eau est un paramètre de confort pour les usagers. Elle permet également de corriger les paramètres d'analyse dont les valeurs sont liées à la température (conductivité notamment). De plus, en mettant en évidence des contrastes de température de l'eau sur un milieu, il est possible d'obtenir des indications sur l'origine et l'écoulement de l'eau.

Tableau 62 : Statistique des résultats d'analyse physico-chimique des échantillons d'eau

	<i>T</i>	<i>pH</i>	<i>Cond.</i>	<i>Ca²⁺</i>	<i>Mg²⁺</i>	<i>Na⁺</i>	<i>K⁺</i>	<i>NO₃⁻</i>	<i>SO₄²⁻</i>	<i>HCO₃</i>	<i>Cl⁻</i>	<i>Fe</i>	<i>Pb</i>	<i>Cu</i>	<i>Mn</i>
	(°C)		(μs/cm)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)
<i>Max</i>	28,1	5,7	335	14,9	1,15	3	2,67	5,38	19,1	54,9	56,72	0,06	0,01	0,00	0,01
<i>Min</i>	25,5	3,2	11	0,59	0,01	1,39	0,33	0	0,76	6,1	21,27	1,97	0,43	0,14	0,05
<i>Moy</i>	26,5	4,4	62,12	3,76	0,32	2,26	1,4	0,95	4,72	17,96	29,87	0,54	0,30	0,04	0,03

Les eaux souterraines de la zone 2 sont très acides dans la zone. Le pH varie entre 3,22 et 5,78, avec une valeur moyenne de 4,42. L'acidité des eaux souterraines serait en partie liée à la nature de la roche mère qui est granito-gneissique. Le pH (potentiel Hydrogène) mesure la concentration

en ions H^+ de l'eau. Il traduit ainsi la balance entre acide et base sur une échelle de 0 à 14 ; 7 étant le pH de neutralité. Ce paramètre caractérise un grand nombre d'équilibre physico-chimique et dépend de facteurs multiples, dont l'origine de l'eau.

Tableau 63 : Classification des eaux d'après leur pH

pH < 5	Acidité forte => présence d'acides minéraux ou organiques dans les eaux naturelles
pH = 7	pH neutre
7 < pH < 8	Neutralité approchée => majorité des eaux de surface
5,5 < pH < 8	Majorité des eaux souterraines
pH = 8	Alcalinité forte, évaporation intense

Les eaux souterraines de la zone d'intérêt sont douces et très faiblement minéralisées (Detay, 1993). Les valeurs de conductivités varient entre 11 et 335 mg/l, avec une valeur moyenne de 62,12 mg/l. Cette très faible minéralisation contraste un peu avec la proximité du site avec la mer. La conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire le courant entre deux électrodes. La plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions chargés électriquement. La mesure de la conductivité permet donc d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau. La conductivité est également fonction de la température de l'eau : elle est plus importante lorsque la température augmente. Les résultats de mesure doivent donc être présentés en termes de conductivité équivalente à 20 ou 25°C. Les appareils de mesure utilisés sur le terrain effectuent en général automatiquement cette conversion. Comme la température, des contrastes de conductivité permettent de mettre en évidence des pollutions, des zones de mélanges ou d'infiltration... La conductivité est également l'un des moyens de valider les analyses physico-chimiques de l'eau : la valeur mesurée sur le terrain doit être comparable à celle mesurée au laboratoire.

Ce résultat confirme alors que les flux d'eau souterrain ne se font pas généralement dans les deux sens comme le certifie la carte piézométrique : les écoulements vont toujours du continent vers l'océan.

Tableau 64 : Relation entre conductivité et minéralisation (Detay 1993)

Conductivité électrique ($\mu S/cm$)	Minéralisation
<100	Très faible
100 à 200	Faible
200 à 400	Peu accentuée
400 à 600	Moyenne
600 à 1000	Importante
>1000	Excessive

Le Magnésium est faiblement représenté, sa teneur varie entre 0,01 et 1,15 mg/l, avec une valeur moyenne de 0,32 mg/l. Le magnésium peut occasionner des diarrhées lorsqu'il est ingéré avec le soufre en doses excessives (voir les remarques au paragraphe sur les sulfates). Le magnésium contribue à la dureté de l'eau et peut causer des dépôts de tartre qui finissent par bloquer les tamis et les abreuvoirs.

La teneur en ions calcium varie de 0,59 à 14,96 mg/l. Sa valeur moyenne est 3,76 mg/l. Ce taux reste très inférieur à la limite de toxicité définie par l'OMS. Rappelons tout de même que le calcium est un élément nutritif dont une partie des besoins alimentaires de l'homme peut être comblée par l'eau. Des teneurs élevées de l'eau en calcium risquent cependant de nuire à l'absorption du phosphore par le système digestif. Le calcium contribue à la dureté de l'eau et peut causer une accumulation de tartre dans les conduites d'eau.

La teneur en sodium dans les eaux souterraine est relativement faible. Elle varie de 1,39 à 3 mg/l avec pour moyenne 2,26 mg/l. Le sodium se trouve naturellement dans l'eau souterraine et, à lui seul, ne pose pas de danger pour la santé de l'homme. Toutefois, la présence simultanée de sodium et de sulfate peut causer des diarrhées et une baisse de la performance (voir le paragraphe sur les sulfates). On peut atténuer les diarrhées causées par des teneurs élevées de l'eau en sodium et en sulfate en réduisant la concentration du sel dans les aliments; il faut toutefois s'assurer que la quantité de chlore ingérée continue de répondre aux besoins quotidiens humains.

Le chlore est l'un des éléments le plus représenté dans les échantillons. Sa teneur varie de 21,27 à 56,72 mg/l. Le chlore en lui-même a peu d'influence sur la performance humaine. La teneur maximale en chlore tolérée pour les humains est de 250 mg/L; cette limite a été fixée en raison du goût qu'il donne à l'eau, et non pas à cause d'un risque pour la santé. Comme les concentrations de chlore dans l'eau sont souvent inférieures aux concentrations de sodium, toute diminution du sel alimentaire (chlorure de sodium) devrait être faite avec précaution, sinon une déficience en chlore pourrait en résulter. Des teneurs en chlore très élevées dans l'eau laissent croire qu'il y a pollution.

La teneur en sulfate est aussi relativement faible ; elle varie entre 0,76 et 19,1 mg/l avec une valeur moyenne de 4,72 mg/l. Les sulfates contenus dans l'eau souterraine sont fournis par la

dissolution du gypse. Le gypse est un sulfate de calcium hydraté qui est faiblement soluble (7 g/l dans les conditions normales). Les nappes de l'Eocène ont des teneurs fréquentes comprises entre 25 et 100 mg/l mais qui peuvent localement dépasser 250 mg/l (valeur limite admissible) et même 1 g/l dans les formations à veines de gypse, valeurs qui rendent cette eau non potable. Les nappes captives en terrains calcaires sont moyennement à très sulfatées (30 à 200 mg/l, parfois supérieures à 250 mg/l).

La teneur en ions Nitrate est très faible, elle varie de 0 à 5,38 mg/l pour une valeur moyenne de 0,95 mg/l. Les nitrates constituent le stade final de l'oxydation de l'azote présent dans la nature sous différentes formes. Ils sont utilisés notamment pour fertiliser les cultures (engrais minéraux et organismes, déjections animales). Les excès non absorbés par les plantes sont lessivés par les pluies et rejoignent les eaux souterraines et les eaux superficielles. Les nitrates et les nitrites peuvent également être apportés par les aliments autres que l'eau : certains légumes sont très "concentrateurs" (betteraves, radis, courgettes, épinards, ...), d'autres, très consommés, sont moins concentrateurs mais peuvent constituer un apport important (carottes, pommes de terre, ...). Le risque reconnu aujourd'hui lié aux nitrates est celui de la méthémoglobinémie ou cyanose du nourrisson. Les nitrites, résultant d'une réduction des nitrates dans l'appareil digestif, peuvent provoquer une réduction de l'hémoglobine du sang. Sur la base des travaux de l'OMS, la Communauté Européenne a fixé à 50 mg/l la valeur limite en nitrates dans l'eau de consommation. En cas de dépassement, les précautions suivantes sont à prendre :

- ✚ Au-delà de 50 mg/l, eau déconseillée aux nourrissons et femmes enceintes ;
- ✚ Au-delà de 100 mg/l, eau déconseillée pour toutes les catégories de population.

La teneur en Potassium est relativement faible. La teneur en ions bicarbonate est également faible, mais plus importante que les précédentes, avec une valeur maximale atteignant 55 mg/l. Les éléments en traces représentés ici par le Manganèse et le cuivre sont presque inexistants dans les eaux de la nappe libre du site 2.

On trouve un peu du fer et du plomb dans ces eaux à des teneurs moyennes de 0,54 et 0,30 ppm respectivement. Par ailleurs, ces teneurs sont de loin très inférieures aux limites de potabilité prescrite par l'OMS (2004) sauf pour le pH.

Tableau 65 : Normes des eaux de consommation fixées par l'OMS (2004)

Paramètres	Unités	Valeurs Normes OMS
Température	T°	non fixée
Turbidité	Turb NTU	5
pH	-	6,5 à 8,5
Dureté totale	TH °F	non fixée
Dureté calcique	TH Ca °F	non fixée
Dureté magnésienne	TH Mg °F	non fixée
Chlorures	Cl mg/l	35
Oxygène dissous	O ² mg/l	non fixée
Silice	SiO ₂ mg/l	non fixée
Sulfates	(SO ₄) ²⁻ mg/l	400
Nitrates	NO ³⁻ mg/l	40
Nitrites	NO ²⁻ mg/l	non fixée
Ammonium	NH ₄ ⁺ mg/l	non fixée
Calcium	Ca ²⁺ mg/l	500
Magnésium	Mg ²⁺ mg/l	500
Manganèse	Mn ²⁺ mg/l	0,1
Fer	Fe ²⁺ mg/l	0.3
Aluminium	Al ³⁺ mg/l	0,2
Sodium	Na ⁺ mg/l	200

Trois faciès géochimiques caractérisent les eaux de cette zone d'étude (figure 115) :

- Le faciès Chloruré et sulfaté calcique et magnésien ;
- Le faciès Chloruré sodique et potassique ;
- Le faciès bicarbonaté calcique et magnésien.

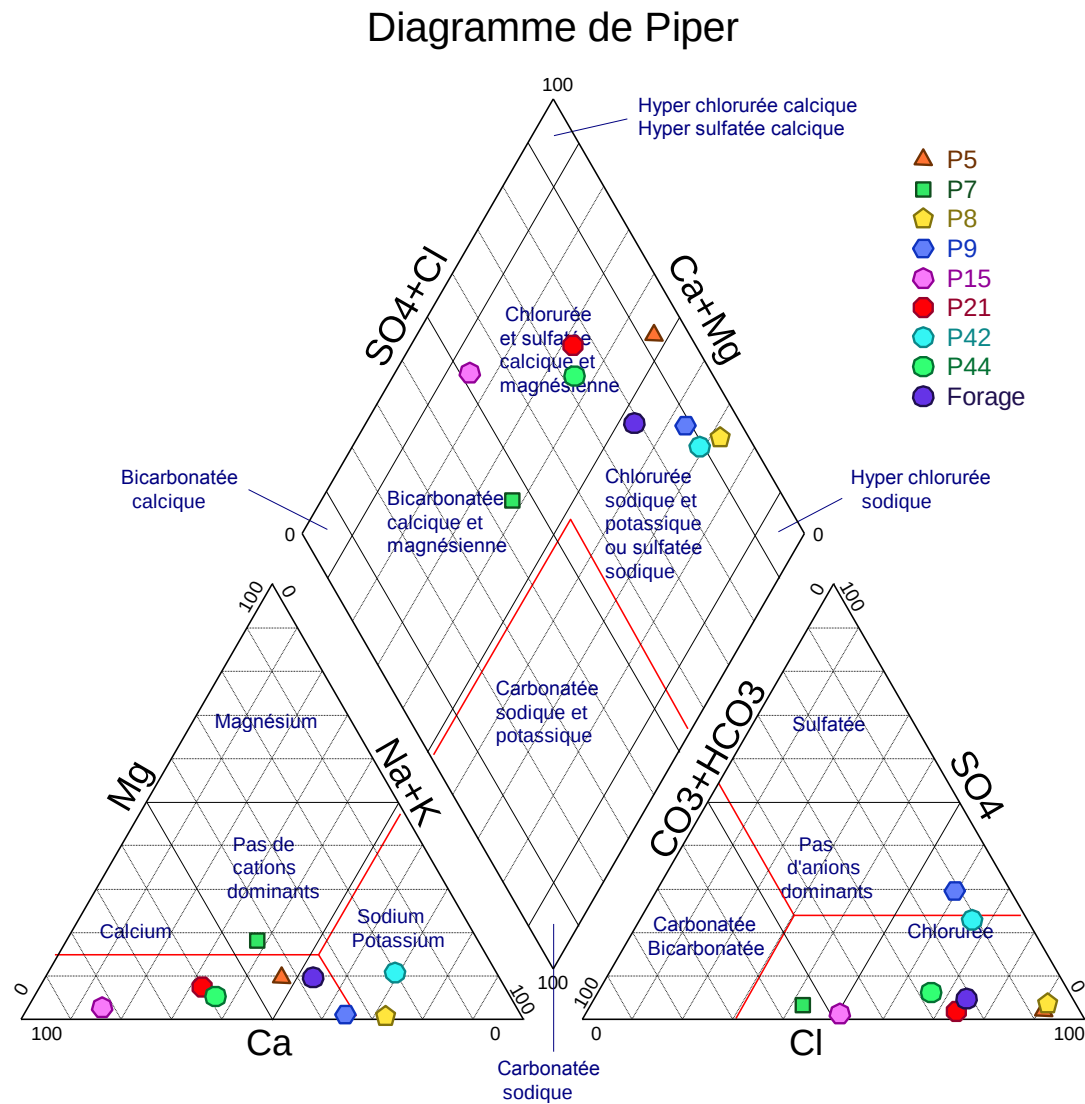


Figure 115 : Diagramme de Piper représentant les faciès géochimiques des échantillons d'eau souterraine dans la zone d'étude

III.5.2.3- Qualité biologique des eaux souterraines

Les paramètres bactériologiques qui ont fait l'objet de cette étude sont les germes aérobies à 37°C ; les coliformes totaux ; les streptocoques fécaux (SF) et les coliformes fécaux (CF).

Les résultats des analyses sont consignés dans le tableau 66.

Tableau 66 : Paramètres bactériologiques du site 2 de la zone d'étude

<i>Echantillon</i>	<i>Origine</i>	<i>Germes aérobies à 37°C (UFC /ml)</i>	<i>Coliformes totaux (UFC /ml)</i>	<i>E. Coli (UFC /ml)</i>	<i>Streptocoques fécaux (UFC /ml)</i>
p8	souterraine	> 3000	>10 000	> 10 000	200
P15	souterraine	> 3000	1000	500	800
P9	souterraine	> 3000	>10 000	> 10 000	>10 000
P1Z1	souterraine	> 300	> 2000	> 2000	> 100
P4Z1	souterraine	> 300	100	< 1	30
P5Z1	souterraine	> 300	> 2000	< 1	< 1
P10Z1	souterraine	> 300	> 2000	60	50

Le dénombrement bactérien consiste à rechercher des bactéries aérobies, c'est-à-dire se développant en présence d'oxygène. Cette analyse est surtout significative pour l'étude de la protection des nappes phréatiques.

- à 37 degrés, en 24 heures, on isole les bactéries vivant chez l'homme et les animaux à sang chaud. Nombre guide : 10/ml, pas de concentration maximale.
- à 20-22 degrés, en 72 heures, on isole les bactéries du milieu naturel. Nombre guide : 100/ml
 - Coliformes totaux et fécaux (Concentration maximale : 0)
 - Streptocoques fécaux (Concentration maximale : 0)
 - Clostridium sulfito-réducteurs (Concentration maximale : 0)
 - Staphylocoques pathogènes (Concentration maximale : 0)

La présence de coliformes fécaux ou de streptocoques fécaux indique une contamination de l'eau par des matières fécales. La présence d'autres coliformes, de clostridium ou de staphylocoques laisse supposer une contamination de ce type. Dans les deux cas, des mesures doivent être prises pour interdire la consommation de l'eau ou en assurer le traitement.

Il est observable à la lumière de ce tableau que tous les échantillons d'eau prélevés présentent des signaux de contamination fécale. Ces eaux ne sont par conséquent pas aptes à la consommation humaine dans cet état sans traitement préalable. Ce résultat quoi que ne souffrant d'aucune contestation par rapport à la méthode d'analyse et surtout au laboratoire d'analyse, suscite tout de même quelques interrogations :

- Comment expliquer qu'en plein coeur de la forêt équatoriale, un endroit presque dépourvu de la présence humaine (si ce n'est quelques pygmées en très faible nombre par rapport à la superficie), l'on retrouve des traces de germes aérobies dans les échantillons d'eau prélevés à quelques mètres sous le sol ?
- Le rapport coliformes fécaux/streptocoques fécaux > 4 indique généralement une origine humaine de la contamination (Feacham, 1975). Si une origine humaine peut être suspecté aux points P1Z1, P5Z1 et P10Z1 de part la proximité de quelques habitations, comment comprendre l'origine humaine de la pollution au point P8 ?

En définitive, Ceci peut se justifier par le fait que la vitesse de transfert de l'eau signalée plus haut fait que la zone non saturée ne constitue pas un bon filtre pour l'épuration de l'eau lors de son cheminement dans le sol, d'où une éventuelle contamination des eaux souterraines par celles de surface. Dans tous les cas, l'eau de boisson ne doit contenir ni microbes, ni bactéries pathogènes, ni virus qui pourraient entraîner une contamination biologique et être la cause d'une épidémie. Les pollutions microbiologiques ne sont pas rares : d'après l'Institut Français de l'Environnement, plus de 17 millions de personnes ont consommé en 1997 une eau ponctuellement polluée par des streptocoques fécaux ou des coliformes. Dans ce domaine, on manque encore d'études épidémiologiques.

L'évaluation de la qualité de l'eau au regard de la présence de coliformes fécaux (bactéries provenant d'excréments) donne une bonne idée sur la contamination bactérienne d'un cours d'eau. Les critères de la qualité de l'eau sont donnés pour la pratique d'activités récréatives de contact primaire (baignade) et secondaire (nautisme, pêche, etc.). Les unités de mesure officielles pour les coliformes fécaux étant les unités formatrices de colonies (UFC), les échantillons d'eau ne doivent pas dépasser 200 UFC/100ml (contact primaire) et 1000 UFC/100ml (contact secondaire).

III.6- Mesures d'atténuation

III.6.1- Impacts

III.6.1.1- Impacts sur l'hydraulique

Les impacts sur l'hydraulique seront de deux ordres à savoir :

- L'impact des travaux d'aménagement de la plate forme portuaire (génie civil, mouvement des terres, constructions, etc.) ;
- Les diverses pollutions physicochimique et bactériologique.

III.6.1.1.1- Impacts des travaux d'aménagement

Les travaux de construction du port en eau profonde et même son exploitation impacteront considérablement les ressources en eau. En effet, les travaux de terrassement sur le site de construction du port entraîneront les déplacements de terres qui se répandront dans les lits des cours d'eau interceptés, entraînant une modification de leur régime. Ces cours d'eau à débit très faible pour la plupart ne pourront pas être exploités pour l'alimentation en eau potable des populations devant résider dans les zones indiquées de la DUP. Elles devront cependant être aménagées pour servir d'exutoire pour les surfaces désormais imperméabilisées par les plates formes et les bâtiments mis en place.

III.6.1.1.2- Les diverses pollutions

Les pollutions chimiques et bactériologiques sont déterminées par deux facteurs.

La rapidité de transfert

C'est le temps nécessaire pour qu'une pollution produite arrive dans le milieu. Il dépend essentiellement du mode de rejet. On peut dire :

- Qu'il est rapide s'il y a eu collecte et rejet par un égout dans le milieu (la rivière ou la mer) ;
- Il est beaucoup plus lent si le rejet est fait sur le sol. Une partie s'infiltrant, l'autre ruisselant à la surface et arrivant avec un retard à la rivière (fonction des caractéristiques physiques du bassin versant)

La dilution

C'est le rapport entre le débit du rejet et celui de l'exutoire ou entre le volume de l'apport et celui du récepteur. Les mélanges se faisant mal, les teneurs ne sont pas toujours homogènes d'une rive à l'autre de la rivière réceptrice. Il y a un facteur (mineur), l'autoépuration

III.6.1.2- Impacts sur l'hydrologie

Les impacts en hydrologie seront les mêmes que ceux cités dans le cadre de l'hydraulique. Le versant maritime pourrait être victime des travaux du Génie Civil comme c'est le cas aujourd'hui avec l'espace réservé au port proprement dit aujourd'hui. Ce qui augmenterait le transport solide qui accroîtra la sédimentation dans la zone du port, sous l'action des eaux de ruissellement plus abondantes et rapides à la suite du déblayage de la végétation (figure 116).

Par ailleurs, le compactage des sols aura pour conséquence l'accroissement du coefficient de ruissellement et partant, l'augmentation des débits des cours d'eau. Ce dernier aspect peut sérieusement perturber le dimensionnement des ouvrages d'assainissement. Force sera donc d'en tenir compte.



Figure 116 : Déblayage au niveau du port

Pour empêcher cette érosion dangereuse il faudrait laisser la végétation dans les bas-fonds et sur les pentes abruptes, créer les jardins publics le long de la mer et dans les zones de recasement. Introduire des espèces ornementales dans les zones décapées et trop sableuses. La priorité sera accordée aux espèces au système racinaire bien développé comme *Terminalia mental*. On pourrait aussi planter aussi les plantes antiérosives comme *Cymbopogon citratus* dans des zones exposées à l'érosion.

III.6.1.3- Impacts sur l'hydrogéologie

Les grands ouvrages de terrassement perturberont la perméabilité des sols de la zone, compte tenu de la compaction qui s'en suivra. De même la déforestation de la zone d'impact pour la construction de ces ouvrages va modifier à coup sûr les paramètres du cycle de l'eau. C'est ainsi qu'on risque assister à une diminution de l'infiltration au profit du ruissellement qui pourra entraîner une baisse des ressources en eau souterraines.

L'important potentiel en eaux souterraines du site investigué le prédispose à une exploitation intensive dans un proche avenir d'autant plus que cette zone abritera des établissements de type industriels et commerciaux. Le risque d'intrusion des eaux saumâtres de la mer dans ces aquifères pour cause d'excès de pompage doit être envisagé avec force et des études minutieuses devront être menées en vue de prescrire d'avance les seuils autorisés de pompage.

La vulnérabilité des premiers niveaux du sous-sol en termes de diffusion de contaminations anthropiques devra être prise en considération dans les plans d'aménagement du site, surtout en matière d'assainissement et de drainage.

III.6.2- Proposition d'aménagement des cours d'eau

Compte de ce qui précède à savoir, imperméabilisation des surfaces, modification des régimes d'écoulement des cours d'eau, augmentation des matières en suspension dut aux travaux d'aménagement de la plate forme portuaire, un soin particulier sera apporté à l'aménagement des cours d'eau qui sont dans le voisinage immédiat à savoir :

- Création des bassins (de rétention ou d'orage) pour éviter les éventuelles inondations) ;
- Construction des pièges à sable ;
- Recalibrage des lits des cours d'eau en vue d'assurer leur autoépuration ;
- Aménagement des berges pour atténuer les effets de l'érosion ;
- Construction des ouvrages de franchissement de ces rivières qui tiennent compte de la protection de l'environnement.

Pour ce qui est des mesures à prendre pour atténuer les impacts des pollutions chimiques et bactériologiques citées plus haut, les dispositions suivantes sont à conseillées :

- Institution des périmètres de protection autour des zones de captages d'eau pour l'approvisionnement en eau potable ;
- Vulgarisation des latrines améliorées (cf figure 117 ci-dessous) ou des mesure d'évacuation saines des excréta ;
- L'application de la législation en vigueur en matière de rejet industrielles à travers la construction des stations d'épuration par les industriels en vue de traiter leurs différents rejets ;
- La sensibilisation des unités agroindustrielles sur les méfaits de l'utilisation excessive des pesticides sur la qualité de l'eau.

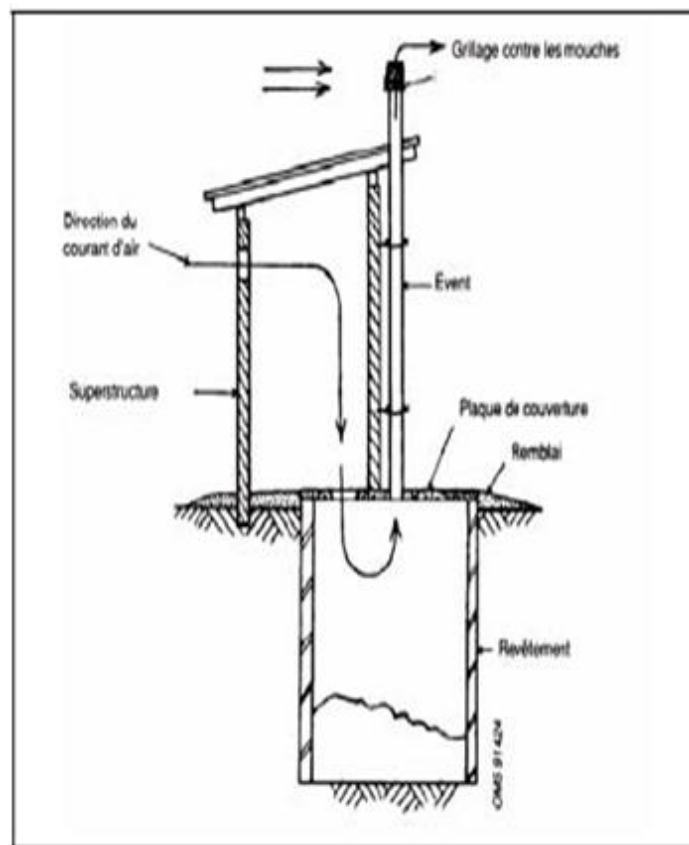


Figure 117 : Coupe d'une latrine à fosse ventilée

III.6.3- Mesures de protection et de gestion des ressources en eau

III.6.3.1- Evaluation des besoins en eau actuels

Les besoins en eau identifiés sont essentiellement domestiques, touristiques et de loisirs. De façon marginale, les besoins sont pastoraux.

Il faut dire que pour le moment, il n'y a que la population autochtone et un établissement touristique. Le tableau 67 ci dessous donne les besoins domestiques dans la zone 2. Ces besoins s'élèvent à $0,0042 \cdot 10^{-3} \text{ km}^3$.

Tableau 67 : Besoins domestiques dans la zone du projet en 2011

Type de consommation	Effectif	Consommation spécifique (l/j)	Demande totale m ³ /j
Population	(231)	50	11,55
Ecoles (nombre d'élèves)	100	10	1
Dispensaires	2	1000	2

III.6.3.1.1- Evaluation des besoins en eau futurs

En l'absence du plan d'investissement détaillé de la zone, nous ne pouvons qu'émettre des hypothèses en fonction de quelques informations dont nous disposons. En plus la population actuelle sera recasée vers des zones qui ne sont pas encore bien déterminées et dont le niveau d'équipement n'est pas connu actuellement. Nous avons pris pour horizon de nos estimations 2025, en comptant sur le fait que le port en eau profonde sera opérationnel en 2015 avec un personnel de 1000 membres. Nous pensons qu'à cet horizon RIO TINTO se sera installé, que le fer des mamelles sera exploité et que du fait du port, il y aura un effet induit sur l'augmentation de la population. Le tableau 68 ci après montre quelques estimations qui ne sont pas exhaustives, mais donnent un ordre de grandeur.

III.6.3.1.2- Sources de pollution

Pour identifier des sources de pollution, certaines analyses physico-chimiques et bactériologiques ont été effectuées. Leur exploitation nous permet d'identifier les différentes sources de pollution et leur niveau :

Tableau 68 : Évolution des besoins en eau

Type de consommation	Effectif selon horizon		Consommation spécifique (l/j)	Demande totale m³/j	
	2011	2025		2011	2025
Plate forme portuaire		1000	100		10
Population	(231)	(2000)	50	11,55	100
Ecoles (nombre d'élèves)	100	(500)	10	1	5
Dispensaires	2	3	1000	2	3
Hôpital		100lits	150		15

1. Pollution domestique ;
2. Pollution agricole ;
3. Pollution due aux eaux de ruissellement (pluie) ;
4. Pollution industrielle ;

Il reste entendu que pour le futur, seules quelques estimations peuvent être faites.

III.6.3.2- Besoins en eau

Les besoins en eau identifiés sont essentiellement les besoins domestiques. Le tableau 69 donne la population estimée en 2011 et les besoins domestiques dans la zone 2. Ces besoins s'élèvent à $0,0042 \text{ } 10^{-3} \text{ km}^3$.

Tableau 69 : Besoins domestiques dans la zone du projet en 2011

Effectif de la population en 2011	Consommation spécifique (l/j/personne)	Demande domestique (10^{-3} km^3)
231	50	0,0042

En l'absence du plan d'investissement de la zone 2, seule l'évolution des besoins domestiques peut être estimée. Elle se base essentiellement sur l'opérationnalité du port en eau profonde estimée en 2015 et du taux de croissance de la population. Le tableau 70 présente l'évolution des besoins domestiques.

Tableau 70 : Évolution des besoins domestiques

Année	2011	2015	2020
Effectif de la population	231	1 270	1 743
Consommationspécifique (l/j/personne)	50	25	25
Besoins en eau (10^{-3}km^3)	0,0042	0,013	0,016

Les travaux de construction du port en eau profonde et même son exploitation impacteront considérablement les ressources en eau. En effet, les travaux de terrassement sur le site de construction du port entraîneront les déplacements de terres qui se répandront dans les lits des cours d'eau interceptés, entraînant une modification de leur régime. Ces cours d'eau à débit très faible pour la plupart ne pourront pas être exploités pour l'alimentation en eau potable des populations de la DUP. Elles devront cependant être aménagées pour servir d'exutoire pour les surfaces désormais imperméabilisées par les plates formes et les bâtiments mis en place.

Certaines sources de pollution situées hors DUP telles que HEVECAM et SOCAPALM qui sont situées en rive droite de la Lobé utilisent les pesticides et les hydrocarbures influenceront également la qualité des ressources en eau. Une investigation plus poussée devra permettre de quantifier cet impact avant de proposer les mesures correctrices. Mais d'ors et déjà on peut ce fleuve étant la source identifiée pour l'alimentation en eau potable de la DUP, on peut conclure que ces pollutions auront un impact certain non seulement sur le lieu de captage de l'eau destinée à l'alimentation en eau potable, mais également sur la filière de traitement à adopter pour le traitement de cette eau.

II.6.3.3- Identification et hiérarchisation des problèmes relatifs aux ressources en eau (MERCURE)

Le tableau 71 rassemble les résultats d'analyse des problèmes d'impact relatifs aux ressources en eau dans le bassin des Fleuves côtiers dont la zone 2 fait parti, analyse réalisée par la méthode Mercure dans le cadre de l'élaboration du Plan d'Action National de Gestion Intégrée des Ressources en eau du Cameroun(PANGIRE). Cette analyse prend en compte les activités socioéconomiques à développer dans le futur.

Tableau 71 : Problèmes majeurs du bassin des Fleuves côtiers

Problèmes relatifs aux ressources en eau de surface		
Nature	Cause	Impact
Modification du régime des eaux de surface	Déforestation pour bois d'œuvre,	Réduction quantitative des ressources en eau de surface
	Expansion des zones bâties,	
	Infrastructure	
Pertes d'eau de surface	Disparition du couvert végétal	Réduction quantitative des ressources en eau de surface
	Variabilité et Changement climatique	
	Évaporation accrue	
	Sédimentation	
Contamination pathogène des eaux de surface	Excréta-défaut d'assainissement	Réduction qualitative des ressources en eau de surface
Parasitoses	Eau de surface infestée à l'état naturel	Réduction qualitative des ressources en eau de surface
Eutrophisation des eaux de surface	Engrais agricoles, érosion	Réduction qualitative des ressources en eau de surface
Turbidité des eaux de surface	Érosion	Réduction qualitative des ressources en eau de surface
Pollution des eaux de surface par des pesticides	Traitement des cultures agricoles	Réduction qualitative des ressources en eau de surface
	Pêche aux pesticides	
Autre pollutions chimiques des eaux de surface	Industries	Réduction qualitative des ressources en eau de surface
Problèmes relatifs aux ressources en eau souterraine		
Nature	Cause	Impact
Diminution de la recharge des eaux souterraines	Variabilité et Changement climatique,	Réduction quantitative des ressources en eau souterraine
	Evaporation accrue	
Pollution géochimique des eaux souterraines	Teneurs trop élevées en F, As, Fe, Mn, etc.	Réduction qualitative des ressources en eau souterraine
Problèmes relatifs aux risques liés à l'eau		
Nature	Cause	Impact
Augmentation des maladies liées à l'eau	Aménagements	Risques liés à l'eau ou à la proximité de l'eau
Pertes de biens et/ou de vies humaines	Inondations	Risques liés à l'eau ou à la proximité de l'eau

(Source : Etat des lieux du secteur de l'eau, volume 1 : Connaissance et usages des ressources en eau, MINEE 2011)

III.6.3.5- Modèle de gestion des ressources en eau

L'objectif fixé ici est d'agir pour satisfaire les besoins identifiés en limitant les concurrences entre divers usagers et en préservant au maximum le milieu naturel et l'environnement à un coût minimum pour la collectivité. Pour concilier ces intérêts, il faut imposer des contraintes aux uns et faire accepter aux autres certains inconvénients résultant de l'activité des premiers, agir sur la localisation des activités pour limiter les incompatibilités et enfin, modifier artificiellement le régime et la qualité des eaux dans le milieu.

Afin de caler un modèle, on a besoin de :

- La variabilité spatiale des précipitations et le calcul, sur tout l'historique des lames d'eau tombées ;
- Le comportement de la tranche d'eau superficielle du sol, qui déterminera la rétention, l'infiltration et le ruissellement de la lame d'eau. Ce comportement est fonction de l'état de saturation du système, lié à l'historique des précipitations et des transferts ;
- La représentation, par divers artifices mathématiques, des mécanismes de concentration et de transfert de l'eau ruisselée sur le bassin.

Nous proposons le modèle suivant :

Lorsque l'on considère le bilan de l'aquifère seul on peut écrire pour le mois m :

Entrées : $(1-\beta)$ per

Sorties : $\epsilon_{px} \cdot r = \gamma \cdot S$

$E_{cb} = \alpha \cdot S$

Dès lors on obtient : $S_m = S_{m-1} + (1-\beta) PER_m - (\alpha + \gamma) S_m$ avec S_m valeur du stock au mois m et S_{m-1} stock au mois $m-1$. On peut donc écrire :

$\Delta S = (1-\beta) PER - (\alpha + \gamma) S$ soit en variables continues :

$dS/dt + (\alpha + \gamma) S = (1-\beta) PER_t$

Un prélèvement d'une quantité mensuelle P exprimé en lame d'eau représente une augmentation P des sorties de l'aquifère dès lors le bilan devient :

$S_m = S_{m-1} + (1-\beta) PER_m - (\alpha + \gamma) S_m - P$ soit en variables continues

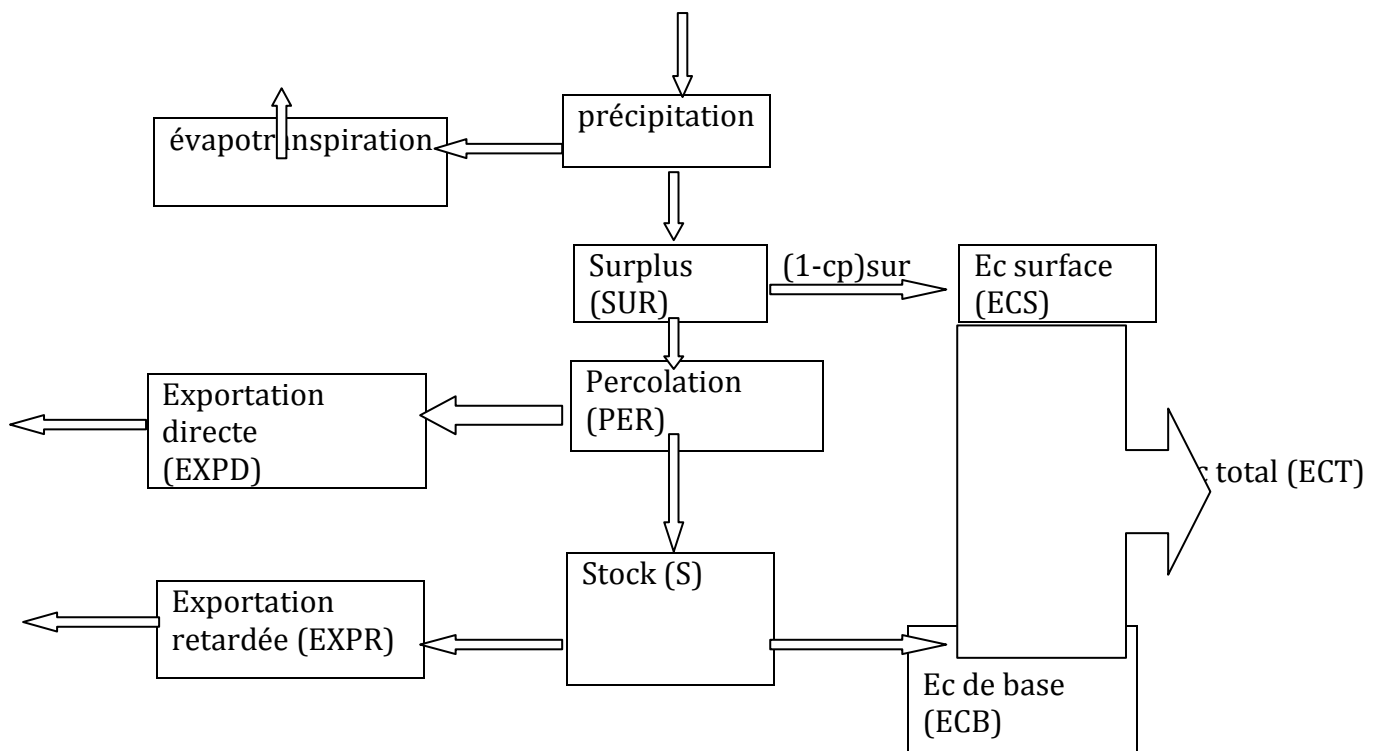
$dS/dt + (\alpha + \gamma) \{ S + P / \alpha + \gamma \} = (1-\beta) PER(t)$. ce qui veut dire que le stock est modifié de la manière suivante :

$S(t) = S.N(t) - P/\alpha + \gamma \{ 1 - e^{-(\alpha+\gamma)t}$ ou à longue échéance $S(t) = S.N(t) - P/\alpha + \gamma$ soit un effet sur le stock de : $\Delta S(t) = - P/\alpha + \gamma$) il en résulte une diminution de l'écoulement de base de :

$\Delta ECB = \alpha \Delta Sp = - \alpha P/\alpha + \gamma$ et une diminution des exportations retardées de

$\Delta EXP.R = \gamma \Delta Sp = - \gamma P/\alpha + \gamma$

$\Delta EXP.R = \gamma \Delta Sp = - \gamma P/\alpha + \gamma$



III.6.4- Base de données SIG

Les différentes interfaces de la base de données SIG sont les suivantes :

- Le Modèle Numérique de Terrain ;
- La distribution spatiale des pentes ;
- Les niveaux piézométriques ;
- La morphologie du toit du socle ;
- L'état d'occupation des sols ;
- Les zones inondables ;
- Le réseau hydrographique ;

- Les bassins versants ;
- L'habitat ;
- Les voies de communication ;
- Les ouvrages de franchissement des cours d'eau ;
- La géologie ;
- La pédologie ;
- L'organisation administrative ;
- Les institutions ;
- Les bornes du DUP.

Les quatre premières couches sont au format raster d'ESRI, cependant toutes les autres couches sont au format vecteur. Cette base de données est disponible sur un CD ROM avec des informations relatives aux différentes couches.

Conclusion générale

Au terme de cette étude, force est de constater que les différents thèmes abordés ont livré des renseignements qui permettent d'avoir une plus grande lisibilité sur le site 2, en fonction de l'affectation de cet espace.

En effet, les investigations menées, tout en restant extrêmement professionnelles selon les thèmes, n'ont pas perdu de vue l'objectif à atteindre qui est la construction du port en eau profonde de Kribi dans le respect des différentes composantes de l'environnement en général et la nécessité de protéger les ressources en eau.

Ainsi, dans le milieu socioéconomique, toutes les relations et les interdépendances ont été abordées entre l'Homme tel qu'il est, ses activités et ses attentes sur ce site qui a jadis été son terroir et, l'usage qu'il fait de la ressource hydrique.

Dans l'étude du milieu physique :

- le thème Géologie a situé le site dans son contexte structural, indiquant sa nature, les dispositions à prendre en fonction des activités que le site devra abriter et, les prédispositions vis-à-vis de la ressource hydrique ;
- le thème Pédologie a exploré les sols qu'il a classés en six groupes sous réserve des résultats d'analyses encore attendus des laboratoires, tout en indiquant les capacités agricoles de ceux-ci ;
- le thème botanique a livré les identités, les caractéristiques et les utilisations probables des essences présentes sur le site. En particulier, les essences utiles à la décontamination des eaux ont été recensées et des orientations ont été faites pour améliorer cette fonction par l'introduction de celles des essences susceptibles de servir dans des conditions écologiques qu'offre le site 2 ;
- le thème Hydraulique a caractérisé la fonction dynamique de la majorité des cours d'eau rencontrés sur le site ;
- les thèmes Hydrogéologie et Géophysique ont permis de caractériser la nappe et d'en évaluer la réserve,

- le thème Hydrologie a entamé la constitution de la banque de données hydrologiques indispensable à la maintenance du port. Cinq stations hydrométriques se sont ajoutées aux deux installées pendant la phase 1 et trois pluviomètres ont été implantés pour le suivi de la pluviométrie. Deux bassins versants ont retenu l'attention, ce qui a permis l'évaluation de la ressource hydrique en surface ;
- une base de données SIG a été élaborée et est disponible.

L'analyse des eaux a montré que celles-ci sont de très mauvaises qualités bactériologiques. Elles sont contaminées par des coliformes fécaux ou de streptocoques fécaux, ce qui indique une forte vulnérabilité de ces eaux par des matières fécales. La présence d'autres coliformes, de clostridium ou de staphylocoques laisse supposer une contamination de ce type. Dans les deux cas, des mesures doivent être prises pour interdire la consommation de l'eau ou en assurer le traitement.

La qualité physique de l'eau n'est pas préjudiciable pour l'heure au fonctionnement du port. Cet état de choses peut perdurer à la seule condition que des précautions soient prises dès à présent pour diminuer les apports solides, dont les mesures faites jusqu'à présent à travers les matières en suspension (MES) s'avèrent insuffisantes pour statuer valablement sur l'érosion mécanique. La réservation du versant Est de la DUP aux activités agricoles relève de ce souci. L'ouverture de la route à construire sur la ligne de crête contribue largement à l'atteinte de cet objectif. Associés au suivi des installations hydropluviométriques déjà mises en place, le rassemblement des populations aux endroits adéquats, la création des structures d'assainissement et la prise en compte du toit de la nappe parachèveront la sécurisation du Port en eau profonde de Kribi. La survie du projet est à ce prix.

Références bibliographiques

ACHOUNDONG, ONANA J. M., TSABANG N. et TCHIENGUE B., (2006) : Inventaire
ADJANOHOOUN J. E., ABOUBAKAR, N., DRAMANE K., EBOT, ENOW Orock M. E.,
FOCHO E. G., GBILE D., KAMANYI Z. O., KAMSU KOM A., KEITA J.,
MBENKUM A., MBI NSO T., MBIELE C. N., MBOME A., MUBIRU I. L., Nancy N.
K., NKONGMENECK W. L., SATABIE B. A., SOFOWORA B., TAMZE A., V. AND
WIRMUM C. K. (1996) : Traditional Medicine and Pharmacopoeia. Contribution to
Ethnobotanical and Floristic Studies in Cameroon. CNPMS (Centre National de production de
Manuels scolaires), Porto-Novo (Rép. du Bénin), 641p.

APOLO P., HALFORD M., KAMOU E. (2004) : Etude du Sanctuaire à gorilles et à
chimpanzés de Mengamé (Sud-Cameroun). Ressources ligneuses, Faciès de végétation, Degré
de perturbation et Sous-bois. Jane Goodall Institute (JGI), Ministère de l'environnement et
des Forêts (MINEF), Université de Yaoundé 1(UYI), Institut de Recherches en Agriculture
pour le Développement (IRAD), Cameroon Ethnobotany Network (CEN), Rapport technique
N° 4, 47 p.

BANTON O., BANGOY MULONGO L., (1997) : HYDROGÉOLOGIE, multi science
environnementale des eaux souterraines. Press. Univ. Québec. AUPELF. UREF, 460 p.

BETTI J. L., (2001) : Usages traditionnels et vulnérabilité des plantes médicinales dans la
réserve du Dja et dans les marchés de Yaoundé (Cameroun). Thèse de Doctorat en
agronomie et d'Ingénierie biologique. Université libre de Bruxelles, 238 p.

botanique du sanctuaire a gorilles de Mengamé. Ministère de l'Environnement et des Forêts
(MINEF), World Wide Fund for Nature (WWF, Institut de Recherches en Agriculture pour le
Développement (IRAD), Rapport technique, 57 p.

BUCREP (2010) : Rapport de présentation des résultats définitifs du 3^e RGPH,

CASTANY G., (1982) : Principes et méthodes de l'hydrogéologie. Éd Bordas, Paris, 236 p.

CHAMPETIER de Ribes, (1957) : Carte géologique de reconnaissance du Cameroun au 1 /
500 000, feuille Yaoundé-Ouest; G..

CHAPUIS R. (2007) : Guide des essais de pompage et leurs interprétations, bibliothèque et
archives nationales du Québec, 163 p.

- DETAY M. (1993) :** Forage d'eau (réalisation, entretien, minéralisation). Ed. Masson, Paris, 380p + annexes
- EMBRECHTS J., NINANE F. & Franc M. (1976) :** Les sols à palmier de Kribi. SOCAPALM
- FEACHAM R.G.A., (1975):** An improved role of faecal coliform to faecal streptococci ratios in the differentiation between human and non-human pollution sources. *Wat. Res.*, 9:689-690.
- FOUÉPÉ A.T.; KENGNI; L. GURUNADHA RAO V.V.S.; NDAM NGOUPAYOU J.R. (2009) :** Transfer of moisture through the unsaturated zone in the tropical forest using the neutron probe. *International Journal of Environmental Science & Technology (IJEST)*, 6, (3), 379-388
- FOUEPE TAKOUNJOU A., NDAM NGOUPAYOU J.R., RIOTTE J., TAKEM G.E., MAFANY G., MARECHAL J.C. AND EKODECK G.E., (2010):** Estimation of groundwater recharges of shallow aquifer on humid environment in Yaounde, Cameroon using Hybrid water-fluctuation and Hydrochemistry methods. *Environmental Earth Sciences Journal*, DOI: 10.1007/s12665-010-0822-x
- GAZEL J., (1952) :** Carte géologique du Cameroun au 1 / 1 000 000,
- PEGUY Gildas, TCHOUTO MBATCHOU, (2004):** Plant Diversity in Central African Rain Forest Implications for Biodiversity Conservation in Cameroon 208p.
- GWANFOGBE M., MELIGUI A., MOUKAM J. et NGOUOGHIA J. ; (1983) :** Géographie du Cameroun. Hong Kong : Edition de Macmillan. ISBN 0333366905
- GWP-CRM/MINEE (2009) :** Etat des lieux du secteur de l'eau, volet financier, économique et social, P. XI.
- IGBOEKWE M. U., GURUNADHA RAO V. V. S., AND OKWUEZE E. E., (2008) :** Groundwater flow modelling of Kwa Ibo River watershed, southeastern Nigeria. *Hydrol. Process.* 22:1523–1531
- INS/ECAM3 (2008) :** Conditions de vie des populations et profil de pauvreté au Cameroun en 2007, P. 17.
- KALLA MPAKO F., (2007) :** Caractérisation physique et hydrodynamique de l'aquifère à nappe libre du bassin versant du Ntem à Yaoundé Cameroun). Mém. DEA, Fac. Sci. Dép. Sciences de la Terre. Univ. Yaoundé I, 97p.
- LANDON R. J. (1984) :** Booker Tropical Soil manual. Longman Inc, New York.

- LEEUVENBERG J.M., (1969):** The Loganiaceae of Africa VIII Strychnos III Revision of African species with notes of extra-African.
- LEPOUTRE B., (1951) :** Etudes pédologiques dans la région de Kribi. Institut de Recherches.
- LETOUZY R :** Manuel de Botanique forestière Tome 2A et 2B.
- MAURIZOT P., (1986) :** Carte géologique du Sud-ouest Cameroun au 1 / 500 000;.
- MINEE (2007) :** « La desserte en eau urbaine au Cameroun : alimentation en eau urbaine au Cameroun », Rapport d'étude, 8 pages.
- MINEE (2007) :** « Politique nationale d'approvisionnement en eau potable et d'assainissement en milieu rural », Rapport d'étude, 50 pages.
- MINEE (2007) :** Lettre de politique sectorielle de l'hydraulique urbaine.
- MINEPAT(2009) :** DSCE, P.54
- MINMEE (2007) :** Politique d'AEPA en milieu rural – Plan d'action 2008-2015, 63 pages.
- MUSY A., SOUTTER M., (1991) :** Physique du sol. Press. Polytech. et Univ. Romandes, Lausanne, 331 p.
- NIKLES M., (1952) :** Carte géologique de l'Afrique Equatoriale Française et du Cameroun, Feuille Sud-ouest , au 1 / 2 000 000.
- NKONGMENECK B. A., TSABANG N., FONGNZOSSIE E., BALOUMA J. M.,**
- NZAYILU N'TI (1993) :** Guides des arbres et arbustes de la region de Kinshasa-Brazzaville.
- OMS, (2004) :** Guidelines for drinking water quality. In: Recommendations, vol 1, (3) Geneva, p 515
- RÉMÉNIÉRAS G., (1972) :** Hydrologie de l'ingénieur. 3e Éd. Eyrolles, Paris, 454 p. Scientifiques du Cameroun (IRCAM). Report P 9.
- TEMGOUA E., DJEUDA TCHAPNGA B., TANAWA E., GUENAT C., AND PFEIFER H.R., (2005) :** Groundwater fluctuations and footslope ferricrete soils in the humid tropical zone of southern Cameroon. Hydrol. Process. 19:3097–3111.
- THORNTHWAITE C. W., (1954) :** The measurement of potential evapotranspiration, John P. Mather Seebrook, New Jersey, 222 p.
- TIOKOU N'DONKOU F. (1993) :** Représentations culturelles des excréments, étude comparative des déchets du corps chez les populations de la savane et de la forêt côtière, 350 pages.

VIVIEN J. et FAURE J. J., (1985) : Arbres des forêts denses d'Afrique Centrale. Espèces du Cameroun. République française, Ministère des Relations extérieures, Coopération et Développement ; ACCT, Paris, 551 p.

WILKS C. et ISSEMBE Y., (2000) : Guide Pratique d'Identification. Les Arbres de la Guinée Equatoriale Région Continentale Curef 46p + annexe.

Annexes

Annexe 1 : Botanique

Annexe 1.1 : Liste des personnes rencontrées

Date	Institution et personnes rencontrées	Enquête ethnobotanique	Contact	Rencontrées par
17/04/2011	Village Lolabe 1 Quartier Abingwe Madame Masssoka	Enquête ethnobotanique		Dr. Tsabang Nolé,
18/04/2011	Village Lolabe 1 Chefferie Lolabe1. Sa Majesté Mabelé Georges	Enquête ethnobotanique		Dr. Tsabang Nolé, Jacob Nwalal
19/04/2011	T13 Atangana Alphonse Cyrile Ipoulet Jean Yannick	Enquête ethnobotanique		Dr. Tsabang Nolé,
20/04/2011	T30 Village Lolabe (Makah) Atangana Alphonse Cyrile Akeva Innocent Akeva Vincent	Enquête ethnobotanique	94855965 96868963	Dr. Tsabang Nolé,
21/10/2010	T43 Lolabe Atangana Alphonse Cyrile Akeva Innocent Akeva Vincent	Enquête ethnobotanique		Dr. Tsabang Nolé,
22/04/2011	Bord Lobe Atangana Alphonse Cyrile Akeva Innocent Akeva Vincent	Enquête ethnobotanique	96868963	Dr. Tsabang Nolé,
23/04/2011	T31 Atangana Alphonse Cyrile Akeva Innocent Akeva Vincent	Enquête ethnobotanique	96868963	Dr. Tsabang Nolé,
24/04/2011	T31 Atangana Alphonse Cyrile Akeva Innocent Akeva Vincent	Enquête ethnobotanique	96868963	Dr. Tsabang Nolé,
25/04/2011	T12 Lende Bibe Atangana Alphonse Cyrile Akeva Innocent Akeva Vincent Justin Mawole	Enquête ethnobotanique	96868963	Dr. Tsabang Nolé,
26/04/2011	T10 Lende Dibé Atangana Alphonse Cyrile Akeva Innocent Akeva Vincent	Enquête ethnobotanique	96868963	Dr. Tsabang Nolé,
27/04/2011	Bord Bikodo sur terrain souvent inondée Atangana Alphonse Cyrile Akeva Innocent Akeva Vincent	Enquête ethnobotanique	96868963	Dr. Tsabang Nolé,

Date	Institution et personnes rencontrées	Enquête ethnobotanique	Contact	Rencontrées par
28/04/2011	Bord Bikodo Atangana Alphonse Cyrile Akeva Innocent Akeva Vincent	Enquête ethnobotanique	96868963	Dr. Tsabang Nolé,
29/04/2011	T43 Atangana Alphonse Cyrile Akeva Innocent Akeva Vincent	Enquête ethnobotanique	96868963	Dr. Tsabang Nolé,
30/04/2011	Limite sud et Zone de la carrière Atangana Alphonse Cyrile Akeva Innocent Akeva Vincent Justin Mawole	Enquête ethnobotanique	96868963	Dr. Tsabang Nolé,
31/04/2011	Village Lolabe 1 Chefferie Lolabe1. Sa Majesté Mabelé Georges et le long de la route jusqu' a la limite nord Atangana Alphonse Cyrile Akeva Innocent Akeva Vincent Justin Mawole	Enquête ethnobotanique	96868963	Dr. Tsabang Nolé,

Annexe 1.2 : Répartition des espèces en fonction des types de formations végétales

Noms scient	Types forêt	Total
Abrus precatorius	FSJ ou VJ	1
Acioa barteri	FSV	1
Total Acioa barteri		1
Aframomum mansuanum	FSJ ou VJ	1
	J à Chromelaena odoranta	1
Total Aframomum mansuanum		2
Afzelia	FPI	1
Total Afzelia		1
Agelaea sp.	FSJ ou VJ	1
	FSV	1
Total Agelaea sp.		2
Albizia adianthifolia	FSJ ou VJ	1
Total Albizia adianthifolia		1
Alchornea cordifolia	FSJ ou VJ	1
	J à Chromelaena odoranta	1
Total Alchornea cordifolia		2
Allophylus zenkeri	FSJ ou VJ	1
	FSV	1
Total Allophylus zenkeri		2
Alstonia boneii	FPI	1
Total Alstonia boneii		1
Amphimax ferruginea	FSV	1
Total Amphimax ferruginea		1
Aningeria robusta	Forêt littorale	1
	FPI	2
	FR	1
Total Aningeria robusta		4
Anisophyllea meniaudii	FSV	1
Total Anisophyllea meniaudii		1
Anisophyllea polyneura	FSV	1
Total Anisophyllea polyneura		1
Anisophyllea sp.1	FSJ ou VJ	1
	FSV sur pentes rocheuses	1
Total Anisophyllea sp.1		2
Anisophyllea sp.2	J à Chromelaena odoranta	1
Total Anisophyllea sp.2		1
Annickia chlorantha	FSV	1

Total Annickia chlorantha		1
Anonidium mannii	FPI	1
	FSV sur pentes rocheuses	1
Total Anonidium mannii		2
Anopyxis klaineana	FSV	1
Total Anopyxis klaineana		1
Anthocleista sp.	FPI	1
Total Anthocleista sp.		1
Anthocleista Schweinfurthii	FSJ ou VJ	1
	FSV	1
	J à Chromolaena odoranta	1
Total Anthocleista Schweinfurthii		3
Anthocleista vogelii	Forêt littorale	1
	FSV	1
	FSV sur pentes rocheuses	1
	J à Chromolaena odoranta	1
Total Anthocleista vogelii		4
Anthonotha fragrans	FPI	2
	FSJ ou VJ	1
	FSV	2
Total Anthonotha fragrans		5
Anthonotha macrophylla	FPI	2
	FR	1
	FSV	1
Total Anthonotha macrophylla		4
Anthonotha sp.	FSV	1
Total Anthonotha sp.		1
Anthostema aubryanum	FM	1
Total Anthostema aubryanum		1
Aorantho cladantha	FSV	1
Total Aorantho cladantha		1
Aptandra zenkeri	FSV	1
Total Aptandra zenkeri		1
autranella congolensis	FSV	1
Total autranella congolensis		1
Barteria fistulosa	FSJ ou VJ	1
Total Barteria fistulosa		1
Beilschmiedia congolana	FSV	1
Total Beilschmiedia congolana		1
Beilschmiedia minutiflora	FSV	1
Total Beilschmiedia minutiflora		1
Berlinia brateosa	FR	1

Total <i>Berlinia brateosa</i>		1
<i>Berlinia confuse</i>	FPI	1
Total <i>Berlinia confuse</i>		1
<i>Blighia welwitschii</i>	FSV	1
Total <i>Blighia welwitschii</i>		1
<i>Brachystegia cynometroides</i>	Forêt littorale	1
	FPI	1
	FSJ ou VJ	1
	FSV	1
	FSV sur pentes rocheuses	1
Total <i>Brachystegia cynometroides</i>		5
<i>Brachystegia sp.</i>	FSV	1
Total <i>Brachystegia sp.</i>		1
<i>Brachystegia zenkeri</i>	FSJ ou VJ	1
	FSV	1
Total <i>Brachystegia zenkeri</i>		2
<i>Brenania brieyi</i>	FSV	1
	FSV sur pentes rocheuses	1
Total <i>Brenania brieyi</i>		2
<i>Buchholzia coriacea</i>	FSV	1
	FSV sur pentes rocheuses	1
Total <i>Buchholzia coriacea</i>		2
<i>Bufforestia mannii</i>	FSJ ou VJ	1
Total <i>Bufforestia mannii</i>		1
<i>Caloncoba glauca</i>	FSV	2
Total <i>Caloncoba glauca</i>		2
<i>Calophyllum inophyllum</i>	Forêt littorale	1
Total <i>Calophyllum inophyllum</i>		1
<i>Calpocalyx heitzii</i>	FSV	1
Total <i>Calpocalyx heitzii</i>		1
<i>Calpocalyx dinklagei</i>	Forêt littorale	1
	FSV	2
Total <i>Calpocalyx dinklagei</i>		3
<i>Campylospermum sp.</i>	FSV	1
Total <i>Campylospermum sp.</i>		1
<i>Canthium subcordatum</i>	Forêt littorale	1
Total <i>Canthium subcordatum</i>		1
<i>Carapa procera</i>	FSJ ou VJ	1
	FSV	1
Total <i>Carapa procera</i>		2
<i>Carpolobia alba</i>	FSV	1
Total <i>Carpolobia alba</i>		1
<i>Cassia alata</i>	FSJ ou VJ	1
Total <i>Cassia alata</i>		1

Ceiba pentandra	FSV	1
Total Ceiba pentandra		1
Ceropegia sp.	FSJ ou VJ	1
Total Ceropegia sp.		1
Chromelaena odoranta	J à Chromelaena odoranta	1
Total Chromelaena odoranta		1
Cleistopholis glauca	FSV	1
Total Cleistopholis glauca		1
Cleistopholis patens	FSV	1
Total Cleistopholis patens		1
Cleistopholis staudtii	FM	1
Total Cleistopholis staudtii		1
Coelocaryon preussii	FSV	1
Total Coelocaryon preussii		1
Cola argentea	FSV	1
Total Cola argentea		1
Cola sp.1	Forêt littorale	1
Total Cola sp.1		1
Cola sp.2	FSV	1
	FSV sur pentes rocheuses	1
Total Cola sp.2		2
Cola sp.3	FSV	1
	FSV sur pentes rocheuses	1
Total Cola sp.3		2
Cola sp.4	FSV	1
Total Cola sp.4		1
Cola verticillata	FPI	1
Total Cola verticillata		1
Cola vertillata	FSV	1
Total Cola vertillata		1
Coula edulis	FSJ ou VJ	1
	FSV sur pentes rocheuses	1
Total Coula edulis		2
Creteva sp.	FSJ ou VJ	1
Total Creteva sp.		1
Croton sylvaticus	FSV	1
Total Croton sylvaticus		1
Cryptosepalum congolanum	FSV	1
Total Cryptosepalum congolanum		1
Cylicodiscus gabunensis	FSV	1
Total Cylicodiscus gabunensis		1
Cynometra hankei	FSV	2
Total Cynometra hankei		2

Cyrtosperma senegalense	FM	1
Total Cyrtosperma senegalense		1
Cyttaranthus sp.	FSV	1
Total Cyttaranthus sp.		1
Dacryodes igaganga	FSV	1
Total Dacryodes igaganga		1
Dacryodes macrophylla	FSV	1
Total Dacryodes macrophylla		1
Dalbergia ecastaphyllum	Forêt littorale	1
	FSJ ou VJ	1
Total Dalbergia ecastaphyllum		2
Daniellia klainei	FR	1
Total Daniellia klainei		1
Deinbollia cuneifolia	FSV	1
Total Deinbollia cuneifolia		1
Desbordesia glaucescens	FSV	1
Total Desbordesia glaucescens		1
Desbordesia glauscens	FSV sur pentes rocheuses	1
Total Desbordesia glauscens		1
Desmostachys brevipes	FSV	1
Total Desmostachys brevipes		1
Desplatsia dewevrei	FSV	1
Total Desplatsia dewevrei		1
Desplatsia suberica	FSV	1
Total Desplatsia suberica		1
Detalium macrocarpum	FSV sur pentes rocheuses	1
Total Detalium macrocarpum		1
Detalium sp .	FSV sur pentes rocheuses	1
Total Detalium sp .		1
Detarium macrocarpum	FSV	1
Total Detarium macrocarpum		1
Dialum bipindense	FSV	1
Total Dialum bipindense		1
Dialun sp.	FSV sur pentes rocheuses	1
Total Dialun sp.		1
Dichapetalalum sp.	FSV	1
Total Dichapetalalum sp.		1
Dichapetalalum arachnoideum	FSJ ou VJ	1
Total Dichapetalalum arachnoideum		1
Dicranolepis buchholzii	FR	1
Total Dicranolepis buchholzii		1
Didelotia letouzeyi	FSV	1
Total Didelotia letouzeyi		1

Didelotia unifoliolata	FPI	1
Total Didelotia unifoliolata		1
Diospyros sp.1	FPI	1
	FSV	1
Total Diospyros sp.1		2
Diospyros sp.2	FSV	1
	FSV sur pentes rocheuses	1
Total Diospyros sp.2		2
Diospyros sp.3	FSV sur pentes rocheuses	1
Total Diospyros sp.3		1
Diospyros bipindensis	FSV	1
Total Diospyros bipindensis		1
Diospyros fragrans	FSV	2
Total Diospyros fragrans		2
Diospyros sp.1	FSV	1
Total Diospyros sp.1		1
Diospyros sp.2	FPI	1
Total Diospyros sp.2		1
Diospyros sp.3	FSV	1
Total Diospyros sp.3		1
Discoglypema caloneura	FSV	2
	FSV sur pentes rocheuses	1
Total Discoglypema caloneura		3
Dissotis sp.	FSV	1
Total Dissotis sp.		1
Distemonanthus benthamianus	FSV	1
Total Distemonanthus benthamianus		1
Dracaena arborea	Forêt littorale	1
Total Dracaena arborea		1
Drypetes gossweileri	FSV	1
	FSV sur pentes rocheuses	1
Total Drypetes gossweileri		2
Duboscia macrocarpa	FSV	2
	FSV sur pentes rocheuses	1
Total Duboscia macrocarpa		3
Duguetia confine	FR	1
Total Duguetia confine		1
Duguetia mannii	FPI	2
	FR	1
Total Duguetia mannii		3
Entandrophragma angolense	FSV sur pentes rocheuses	1
Total Entandrophragma angolense		1
Entandrophragma cylindricum	FSV sur pentes rocheuses	1
Total Entandrophragma cylindricum		1

Eribroma oblongum	FSV	1
Total Eribroma oblongum		1
Erismadelphus exsul	FSJ ou VJ	1
Total Erismadelphus exsul		1
Erythrophleum ivorensis	FSV	1
Total Erythrophleum ivorensis		1
Ficus sp.1	FSJ ou VJ	1
Total Ficus sp.1		1
Ficus sp.2	Forêt littorale	1
	FPI	1
Total Ficus sp.2		2
Ficus sp.3	FPI	1
	FR	1
Total Ficus sp.3		2
Gaertnera paniculata	FPI	1
	FSV	1
Total Gaertnera paniculata		2
Gambeya Africana	FSV sur pentes rocheuses	1
Total Gambeya Africana		1
Gambeya perpulchra	FSV	1
Total Gambeya perpulchra		1
Gambeya subnuda	FSJ ou VJ	1
Total Gambeya subnuda		1
Garcinia mannii	FSV	1
Total Garcinia mannii		1
Garcinia punctata	FSV	1
	FSV sur pentes rocheuses	1
Total Garcinia punctata		2
Garcinia sp.	FSV	1
Total Garcinia sp.		1
Gardenia imperialis	FSJ ou VJ	1
Total Gardenia imperialis		1
Gilbertiodendron brachystegioides	FSV	1
Total Gilbertiodendron brachystegioides		1
Gleicheria linearis	Forêt littorale	1
Total Gleicheria linearis		1
Gloriosa simplex	FR	1
Total Gloriosa simplex		1
Glyphaea brevis	FPI	1
	FSV	1
Total Glyphaea brevis		2
Gnetum Africana	FSJ ou VJ	1
Total Gnetum africana		1
Gossweilerodendron joveri	FSV	1

Total Gossweilerodendron joveri		1
Gosswetlerodendron basalmiferum	FR	1
Total Gosswetlerodendron basalmiferum		1
Gosswetlerodendron joveri	FPI	1
Total Gosswetlerodendron joveri		1
Grewia sp.	FSJ ou VJ	1
	FSV	1
Total Grewia sp.		2
Guarea cedrata	FSV sur pentes rocheuses	1
Total Guarea cedrata		1
Guarea thompsonii	FSV sur pentes rocheuses	1
Total Guarea thompsonii		1
Guibourtia ehie	FPI	1
	FR	1
Total Guibourtia ehie		2
Guibourtia tessmannii	FSV	1
Total Guibourtia tessmannii		1
Hallea stipulosa	FM	1
Total Hallea stipulosa		1
Harungana madagascariensis	FSJ ou VJ	1
	FSV	1
	J à Chromelaena odoranta	1
Total Harungana madagascariensis		3
Heisteria parvifolia	FR	1
Total Heisteria parvifolia		1
Heisteria zimmereri	FSV	1
Total Heisteria zimmereri		1
Homalium letestui	FSV sur pentes rocheuses	1
Total Homalium letestui		1
Homalium sp.	FSJ ou VJ	1
Total Homalium sp.		1
Hydrocotyle sp.	FM	1
Total Hydrocotyle sp.		1
Hylodendron gaboense	FSV	1
Total Hylodendron gaboense		1
Hymenostegia afzelii	FPI	1
	FR	1
	FSV	1
Total Hymenostegia afzelii		3
Icacina micrantha	FSJ ou VJ	1
Total Icacina micrantha		1
Icacina sp.	FSV	1
Total Icacina sp.		1

Ipomoea pes-cabrae	Forêt littorale	1
Total Ipomoea pes-cabrae		1
Irvingia gabonensis	FSJ ou VJ	1
	FSV	1
	FSV sur pentes rocheuses	1
	J à Chromolaena odorata	1
Total Irvingia gabonensis		4
Irvingia grandifolia	FSV	1
Total Irvingia grandifolia		1
Irvingia sp.	FPI	1
	FR	1
	FSV	1
Total Irvingia sp.		3
Isolona hexaloba	FPI	1
	FSV	1
Total Isolona hexaloba		2
Julbernardia pelegreniana	FSV	1
Total Julbernardia pelegreniana		1
Julbernardia sp	FSV	1
Total Julbernardia sp		1
Khaya anthotheca	Forêt littorale	1
Total Khaya anthotheca		1
Klainedoxa gabonensis	FSV	1
Total Klainedoxa gabonensis		1
Landolfia sp.	FSJ ou VJ	1
Total Landolfia sp.		1
Lannea welwitschii	FSV	1
Total Lannea welwitschii		1
Iasiodiscus mannii	FPI	1
Total Iasiodiscus mannii		1
Lebrunodendron leptanthum	Forêt littorale	1
Total Lebrunodendron leptanthum		1
Leonardoxa Africana	FSV	1
Total Leonardoxa Africana		1
Librevillea klainei	FPI	1
Total Librevillea klainei		1
Lophira alata	FSV	1
	FSV sur pentes rocheuses	1
Total Lophira alata		2
Lovoa trichilioides	FSV	1
Total Lovoa trichilioides		1
Macaranga assas	FM	1
	FPI	1

Total Macaranga assas		2
Macaranga hurifolia	FSV	1
Total Macaranga hurifolia		1
Macaranga schweinfurthii	FPI	1
	FSJ ou VJ	1
	FSV	1
Total Macaranga schweinfurthii		3
Macaranga spinosa	FSJ ou VJ	2
	FSV sur pentes rocheuses	1
Total Macaranga spinosa		3
Mammea Africana	FSV	1
Total Mammea Africana		1
Manihot esculenta	J à Chromelaena odoranta	1
Total Manihot esculenta		1
Manilkara lacera	Forêt littorale	1
Total Manilkara lacera		1
Manilkara pellegriniana	FPI	1
	FSV	1
Total Manilkara pellegriniana		2
Maproumia Africana	FSV	1
	J à Chromelaena odoranta	1
Total Maproumia Africana		2
Maranthes gabonensis	FSV	1
Total Maranthes gabonensis		1
Maranthes glabra	FSV	1
Total Maranthes glabra		1
Markhamia luttea	FSV	1
Total Markhamia luttea		1
Massularia acuminata	FSV	1
Total Massularia acuminata		1
Memecylon sp.	FSV	1
Total Memecylon sp.		1
Microdesmis puberula	FSV	1
Total Microdesmis puberula		1
Microsorium punctata	Forêt littorale	1
Total Microsorium punctata		1
Millettia le-testui	FSJ ou VJ	1
Total Millettia le-testui		1
Millettia macrophylla	FSJ ou VJ	1
Total Millettia macrophylla		1
Millettia sp.1	Forêt littorale	1
Total Millettia sp.1		1

Millettia sp.2	FSJ ou VJ	1
Total Millettia sp.2		1
Millicia exelsa	Forêt littorale	1
Total Millicia exelsa		1
Monodora myristica	J à Chromelaena odoranta	1
Total Monodora myristica		1
Monopetalanthus heirzii	FSV	1
Total Monopetalanthus heirzii		1
Morelia senegalensis	FSV sur pentes rocheuses	1
Total Morelia senegalensis		1
Morinda morindoides	FSJ ou VJ	1
Total Morinda morindoides		1
Musa sapientum	J à Chromelaena odoranta	1
Total Musa sapientum		1
Musanga cecropioides	FSJ ou VJ	1
	FSV	1
	J à Chromelaena odoranta	1
Total Musanga cecropioides		3
Mussaenda arcuta	FPI	1
Total Mussaenda arcuta		1
Napoleonaea vogelii	FSV	1
Total Napoleonaea vogelii		1
Nauclea diderrichii	FSV	1
Total Nauclea diderrichii		1
Nephrolepis biserrata	FSJ ou VJ	1
Total Nephrolepis biserrata		1
Newbouldia laevis	Forêt littorale	1
Total Newbouldia laevis		1
Newtonia griffoniana	FSV	1
Total Newtonia griffoniana		1
Ochna mutiflora	FSV	1
Total Ochna mutiflora		1
Ochthocosmus africanus	FPI	2
	FSV	1
Total Ochthocosmus africanus		3
Ochthocosmus calothyrsus	Forêt littorale	1
Total Ochthocosmus calothyrsus		1
Ochthocosmus sessiliflorus	FSJ ou VJ	1
Total Ochthocosmus sessiliflorus		1
Ochthocosmus sp.	FR	1
Total Ochthocosmus sp.		1

Odyendyea gabonensis	FSV	1
Total Odyendyea gabonensis		1
Olax gambecola	FM	1
	FR	1
	FSV	1
	FSV sur pentes rocheuses	1
Total Olax gambecola		4
Olax latifolia	FSV	2
Total Olax latifolia		2
Olax triplinervia	FPI	1
	FSV	1
Total Olax triplinervia		2
Ongoeka gore	FSJ ou VJ	1
	FSV sur pentes rocheuses	1
Total Ongoeka gore		2
Oubanguia Africana	FSV sur pentes rocheuses	1
Total Oubanguia Africana		1
Oubanguia laurifolia	FSV	1
Total Oubanguia laurifolia		1
Ouratea sp.	Forêt littorale	1
Total Ouratea sp.		1
Oxyanthus sp.	Forêt littorale	1
	FSV	1
Total Oxyanthus sp.		2
Oxyanthus unilocularis	FSV	1
Total Oxyanthus unilocularis		1
Oxystigma mannii	FSV	1
Total Oxystigma mannii		1
Pachyelsma tessmannii	FSV	1
Total Pachyelsma tessmannii		1
Pachystela msolo	FSV sur pentes rocheuses	1
Total Pachystela msolo		1
Pararistolochia sp.	FSJ ou VJ	1
Total Pararistolochia sp.		1
Parinari excels	FSV	1
Total Parinari excels		1
Parkia bicolor	FM	1
Total Parkia bicolor		1
Paropsia brazzeana	FPI	1
Total Paropsia brazzeana		1
Pausinystalia yohimbe	FSV sur pentes rocheuses	1
Total Pausinystalia yohimbe		1
Pausinystallia macroceras	FSV	1
Total Pausinystallia macroceras		1

Pausinystallia yohimbe	FSV	1
Total Pausinystallia yohimbe		1
Pavetta sp.	FSV	1
Total Pavetta sp.		1
Penianthus longifolius	FSJ ou VJ	1
Total Penianthus longifolius		1
Penianthus longifolius	FR	1
	FSV	2
	FSV sur pentes rocheuses	1
Total Penianthus longifolius		4
Pentaclethra macrophylla	FSV	2
Total Pentaclethra macrophylla		2
Piptadeniastrum africanum	FSV	1
Total Piptadeniastrum africanum		1
Plagiostyles Africana	FR	1
	FSV	1
Total Plagiostyles Africana		2
Poga oleosa	FSV	1
Total Poga oleosa		1
Polyalthia suaveolens	FR	1
	FSV	1
	FSV sur pentes rocheuses	1
Total Polyalthia suaveolens		3
Pseudospondia sp.	FSV	1
Total Pseudospondia sp.		1
Psorospermum sp.	FSJ ou VJ	1
Total Psorospermum sp.		1
Psychotria avakubiensis	Forêt littorale	1
	FSJ ou VJ	1
	FSV	1
Total Psychotria avakubiensis		3
Psychotria sp.1	FR	1
Total Psychotria sp.1		1
Psychotria sp.2	FSJ ou VJ	1
Total Psychotria sp.2		1
Psychotria sp.3	FSV	1
Total Psychotria sp.3		1
Psychotria sp.4	FPI	1
Total Psychotria sp.4		1
Pterocarpus soyauxii	FSV	1
Total Pterocarpus soyauxii		1
Pterygota bequaertii	FM	1
Total Pterygota bequaertii		1
Pycnanthus angolensis	FSJ ou VJ	1

	FSV	1
Total Pycnanthus angolensis		2
Rauvolfia caffra	FSV	1
Total Rauvolfia caffra		1
Rauvolfia vomitoria	FSV	1
	J à Chromelaena odoranta	1
Total Rauvolfia vomitoria		2
Rhabdophyllum arholdianum	FSV	1
Total Rhabdophyllum arholdianum		1
Rhaptopetalum depressum	FSJ ou VJ	1
Total Rhaptopetalum depressum		1
Rhopalopilia pallens	FSJ ou VJ	1
Total Rhopalopilia pallens		1
Ricinodendron heudelotii	FSV	1
Total Ricinodendron heudelotii		1
Rinorea longiflora	FSV	1
Total Rinorea longiflora		1
Rinorea sp.1	FSV	1
Total Rinorea sp.1		1
Rothmannia lujae	FSV	1
Total Rothmannia lujae		1
Rottboellia exaltata	FM	1
Total Rottboellia exaltata		1
Sacoglottis gabonensis	FPI	1
	FSV	1
Total Sacoglottis gabonensis		2
Samanea dinklagei	FM	1
Total Samanea dinklagei		1
Santiria trimera	FPI	1
	FSV	1
	FSV sur pentes rocheuses	1
Total Santiria trimera		3
Sapuim ellipticum	FSV sur pentes rocheuses	1
Total Sapuim ellipticum		1
Scorodophleum zenkeri	FR	1
Total Scorodophleum zenkeri		1
Scorodophloeus zenkeri	FSV	1
Total Scorodophloeus zenkeri		1
Scottelia coriacea	FSV sur pentes rocheuses	1
Total Scottelia coriacea		1
Scyttopetalum pierreanum	FSV sur pentes rocheuses	1
Total Scyttopetalum pierreanum		1
Selaginella mysosurus	FSJ ou VJ	1

Total Selaginella mysosurus		1
Sindora klaineanea	FSV	1
Total Sindora klaineanea		1
Smilax krausiana	FSJ ou VJ	1
Total Smilax krausiana		1
Spondianthus preussii	FPI	1
	FR	1
Total Spondianthus preussii		2
Staudtia kamerunica	FR	1
	FSV	1
Total Staudtia kamerunica		2
Sterculia tragacantha	FSV	1
Total Sterculia tragacantha		1
Strephonema pseudocola	FSV	1
Total Strephonema pseudocola		1
Strombosia grandifolia	FPI	2
	FSV	1
	FSV sur pentes rocheuses	1
Total Strombosia grandifolia		4
Strombosia pustulata	FPI	1
	FR	1
	FSV	2
	FSV sur pentes rocheuses	1
Total Strombosia pustulata		5
Strombosia schefferi	FSV	1
Total Strombosia schefferi		1
Strombosiopsis tetrandra	FPI	1
	FSV	1
	FSV sur pentes rocheuses	1
Total Strombosiopsis tetrandra		3
Strychnos chrysophylla	FPI	1
	FSV	1
Total Strychnos chrysophylla		2
Strychnos sp.	FSV	1
Total Strychnos sp.		1
Strynos retinervis	FSV sur pentes rocheuses	1
Total Strynos retinervis		1
Swartzia fistuloides	FR	1
Total Swartzia fistuloides		1
Symphonia globulifera	FSV	1
Total Symphonia globulifera		1
Syzygium guineense	FSJ ou VJ	1
	FSV	1
Total Syzygium guineense		2

Tabernaemontana crassa	FSV	1
Total Tabernaemontana crassa		1
Tapura Africana	Forêt littorale	1
Total Tapura Africana		1
Terminalia catappa	Forêt littorale	1
Total Terminalia catappa		1
Terminalia superb	FSV	1
Total Terminalia superb		1
Tetraberlinia bifoliolata	FSV	1
Total Tetraberlinia bifoliolata		1
Tetrapleura tetraptera	FSJ ou VJ	1
Total Tetrapleura tetraptera		1
Tieghemella Africana	FSV sur pentes rocheuses	1
Total Tieghemella Africana		1
Treculia Africana	FSV	2
Total Treculia Africana		2
Treculia obovata	FSV	1
Total Treculia obovata		1
Trema orientalis	FSJ ou VJ J à Chromolaena odorata	1 1
Total Trema orientalis		2
Tricalysia eosiacea	FSV	1
Total Tricalysia eosiacea		1
Trichilia welwitschii	FPI FSV	1 2
Total Trichilia welwitschii		3
Turraenthus sp.	FSV	1
Total Turraenthus sp.		1
Uapaca guineensis	FM FSV FSV sur pentes rocheuses	1 1 1
Total Uapaca guineensis		3
Uapaca paludosa	FR	1
Total Uapaca paludosa		1
Uapaca staudtii	Forêt littorale FPI FSV	1 1 1
Total Uapaca staudtii		3
Vaocanga Africana	FSJ ou VJ	1
Total Vaocanga Africana		1
Vitex cuneata	FSJ ou VJ	1
Total Vitex cuneata		1
Vitex grandifolia	FSJ ou VJ	1

Total Vitex grandifolia		1
Vitex sp.	FSV	1
Total Vitex sp.		1
Voacanga Africana	J à Chromelaena odoranta	1
Total Voacanga Africana		1
Xylopi aethiopica	FR	1
	J à Chromelaena odoranta	1
Total Xylopi aethiopica		2
Xylopi hypolampra	Forêt littorale	1
	FSJ ou VJ	2
	FSV	1
	J à Chromelaena odoranta	1
Total Xylopi hypolampra		5
Xylopi staudtii	FSV	1
	FSV sur pentes rocheuses	1
Total Xylopi staudtii		2
Zanthoxylon heitzii	FSV	1
Total Zanthoxylon heitzii		1
Zanthoxylon macrophylla	FSV	1
	FSV sur pentes rocheuses	1
Total Zanthoxylon macrophylla		2
Zanthoxylon tessmannii	FSV	1
Total Zanthoxylon tessmannii		1
Total		427

Annexe 1.3 : Hydrocotyle sp au centre



Annexe 1.4 : Déblayage de la zone portuaire



Annexe 2 : Géophysique

Synthèse des résultats de la prospection géophysique

S1V

Terrain No :	1	2	3	4	5	6
Résistivité Ohm-m :	500	300	500	20	800	12000
Epaisseur m :	2,00	2,80	4,00	0,10	10,00	

X

600261

Type de sondage : Nappe perchée

Y

287366

Profondeur estimée du socle : 09m

S2V

Terrain No :	1	2	3	4	5	6
Résistivité Ohm-m :	3600	1200	10	7000	10	7000
Epaisseur m :	5,00	1,00	0,25	15,00	0,2	

X

602999

Type de sondage : Fond de bateau

Y

288357

Profondeur estimée du socle : 06,5 m

S3V

Terrain No :	1	2	3	4	5	6	7	8
Résistivité Ohm-m :	4700	20	2500	20	7000	20	7000	
Epaisseur m :	2,00	0,10	3,50	1,00	9,0	0,8		

X

606709

Type de sondage : Fond de bateau

Y

289282

Profondeur estimée du socle : 07 m

S4V

Terrain No :	1	2	3	4	5	6
Résistivité Ohm-m :	2500	7000	300	25000	20	30000
Epaisseur m :	1,20	3,20	2,00	40,00	0,3	

X

609910

Type de sondage : Escalier montant avec cloche

Y

289392

Profondeur estimée du socle : 06,5 m

S5V

Terrain No :	1	2	3	4	5	6	7	8
Résistivité Ohm-m :	3100	4800	2000	45	2300	20	12000	
Epaisseur m :	1,20	3,20	8,00	3,50	20,00	2,0		

X

597924

Type de sondage : Fond de bateau

Y

289530

Profondeur estimée du socle : 16 m

S6V

Terrain No :	1	2	3	4	5	6	7	8
Résistivité Ohm-m :	6500	8500	2400	30	35000	30	75000	
Epaisseur m :	2,00	4,50	7,00	0,05	10,0	0,3		

X

600493

Type de sondage : Fond de bateau

Y

290463

Profondeur estimée du socle : 11,5

S7V

Terrain No :	1	2	3	4	5	6	7	8
Résistivité Ohm-m :	380	550	300	20	800	8000		
Epaisseur m :	1,80	2,50	1,70	0,70	10,00			

X

605413

Type de sondage : Escalier montant avec cloche

Y

292052

Profondeur estimée du socle : 07 m

S8V

Terrain No :	1	2	3	4	5	6	7	8
Résistivité Ohm-m :	2200	300	30	180	5000	10	5000	
Epaisseur m :	3,50	10,00	3,00	1,50	15,00	0,7		

X

608657

Type de sondage : Fond de bateau

Y

292968

Profondeur estimée du socle : 18 m

S9V

Terrain No :	1	2	3	4	5	6	7	8
Résistivité Ohm-m :	1200	500	5	550	5	150	7000	
Epaisseur m :	2,00	5,80	0,30	25,0	0,5	12,0		

X

594085

Type de sondage : Fond de bateau

Y

292204

Profondeur estimée du socle : 44 m

S10V

Terrain No :	1	2	3	4	5	6	7	8
Résistivité Ohm-m :	2500	20000	400	5000	700	20	2000	
Epaisseur m :	1,20	1,80	4,1	6,0	20,0	0,3		

X

596532

Type de sondage : Escalier descendant

Y

292790

Profondeur estimée du socle : 33 m

S11V

Terrain No :	1	2	3	4	5	6	7	8
Résistivité Ohm-m :	1400	13500	10	4000	20000			
Epaisseur m :	1,40	2,00	0,05	3,0				

X

599480

Type de sondage : Escalier montant simple

Y

293606

Profondeur estimée du socle : 07 m

S12V

Terrain No :	1	2	3	4	5	6	7	8
Résistivité Ohm-m :	1500	250	500	6000				
Epaisseur m :	1,40	1,40	5,00					

X

601699

Type de sondage : Nappes perchées

Y

294198

Profondeur estimée du socle : 08 m FS à 03 m

S13V

Terrain No :	1	2	3	4	5	6	7
Résistivité Ohm-m :	1600	9000	3000	7000	20	12000	
Epaisseur m :	2,00	2,50	7,00	7,0	0,2		

X

604937

 Type de sondage : Escalier montant simple

Y

295028

 Profondeur estimée du socle : 11,5 m

S14V

Terrain No :	1	2	3	4	5	6
Résistivité Ohm-m :	600	20	1300	20	9000	
Epaisseur m :	1,40	0,30	2,00	0,6		

X

607856

 Type de sondage : Nappes perchées

Y

295796

 Profondeur estimée du socle : 03,7 m FS 1,7 m

S15V

Terrain No :	1	2	3	4	5	6	7	8
Résistivité Ohm-m :	1900	2700	1300	45	3000	5	2000	
Epaisseur m :	1,60	4,20	4,00	5,00	15,00	1,5		

X

595133

 Type de sondage : Escalier descendant

Y

295416

 Profondeur estimée du socle : 15 m

S16V

Terrain No :	1	2	3	4	5	6	7	8
Résistivité Ohm-m :	1900	16000	1500	120	30	5	500	
Epaisseur m :	0,80	1,00	9,00	20,00	3,00	0,8		

X

596299

 Type de sondage : Escalier descendant

Y

295863

 Profondeur estimée du socle : 34 m

S17V

Terrain No :	1	2	3	4	5	6
Résistivité Ohm-m :	2500	1200	2700	20	20000	
Epaisseur m :	3,00	3,00	14,0	0,1		

X

600252

Type de sondage : Nappes perchées

Y

296850

Profondeur estimée du socle : 20 m FS à 06 m

S18V

Terrain No :	1	2	3	4	5	6
Résistivité Ohm-m :	1400	450	25000	10	25000	2000
Epaisseur m :	5,00	0,50	3,50	0,6	40,0	

X

602273

Type de sondage : Escalier montant avec cloche

Y

297410

Profondeur estimée du socle : 5,5 m

S19V

Terrain No :	1	2	3	4	5	6	7
Résistivité Ohm-m :	4500	9000	160	6000	60	50000	
Epaisseur m :	1,00	3,00	0,8	10,0	2,0		

X

604336

Type de sondage : Escalier descendant

Y

297957

Profondeur estimée du socle : 17 m

S20V

Terrain No :	1	2	3	4	5	6
Résistivité Ohm-m :	2200	130	10000	10	10000	
Epaisseur m :	1,80	0,70	4,00	0,10		

X

606219

Type de sondage : Nappes perchées

Y

298484

Profondeur estimée du socle : 02,5 m

S21V

Terrain No :	1	2	3	4	5
Résistivité Ohm-m :	3300	20000	70	30000	
Epaisseur m :	1,80	8,00	0,70		

X

597555

Type de sondage : Escalier montant avec cloche

Y

299335

Profondeur estimée du socle : 10 m

S22V

Terrain No :	1	2	3	4	5	6	7
Résistivité Ohm-m :	1400	2500	60	3000	10	15000	
Epaisseur m :	1,80	2,50	0,50	6,00	2,5		

X

599960

Type de sondage : Escalier descendant

Y

300839

Profondeur estimée du socle : 13,5 m

S23V

Terrain No :	1	2	3	4	5	6	7
Résistivité Ohm-m :	14000	6000	14000	8000	80	2000	
Epaisseur m :	1,50	2,00	9,00	7,0	0,8		

X

601076

Type de sondage : Escalier descendant

Y

299734

Profondeur estimée du socle : 21 m

S24rd

Terrain No :	1	2	3	4	5	6	7
Résistivité Ohm-m :	100	20000	1000	20000	1000	50000	
Epaisseur m :	0,30	1,20	9,0	7,0	20,0		

X

605142

Type de sondage : Escalier montant simple

Y

301685

Profondeur estimée du socle : 37,5 m

S24rg

Terrain No :	1	2	3	4	5	6	7	8
Résistivité Ohm-m :	650	80	350	10	400	6000		
Epaisseur m :	1,80	1,20	15,0	0,1	5,0			

X

604936

Type de sondage : Nappe perchée

Y

301212

Profondeur estimée du socle : 23 m FS à 03 m

S25V

Terrain No :	1	2	3	4	5	6	7	8
Résistivité Ohm-m :	1700	6000	1700	600	1500	5	5000	
Epaisseur m :	1,10	2,50	12,00	1,00	35,00	0,2		

X

598253

Type de sondage : Fond de bateau

Y

302813

Profondeur estimée du socle : 51 m

S27V

Terrain No :	1	2	3	4	5	6	7	8
Résistivité Ohm-m :	500	80	400	5	800	5	3000	
Epaisseur m :	1,40	1,10	5,00	0,10	5,00	0,20		

X

601962

Type de sondage : Nappe perchée

Y

303754

Profondeur estimée du socle : 12 m FS à 7,5 m

S28V

Terrain No :	1	2	3	4	5	6	7
Résistivité Ohm-m :	700	150	70	20	3000	5	5000
Epaisseur m :	4,50	3,00	1,50	0,02	8,00	0,40	

X

603983

Type de sondage : Fond de bateau

Y

304026

Profondeur estimée du socle : 09 m

S29V

Terrain No :	1	2	3	4	5	6	7
Résistivité Ohm-m :	1200	25000	1200	22000	250	7500	4500
Epaisseur m :	0,55	4,00	0,50	0,15	0,50	25,0	

X

598439

Type de sondage : Escalier montant avec cloche

Y

305588

Profondeur estimée du socle : 06 m

S30V

Terrain No :	1	2	3	4	5	6	7	8
Résistivité Ohm-m :	450	1200	5000	1200	30000	20	4000	
Epaisseur m :	3,00	3,50	1,00	0,20	1,0	1,5		

X

599798

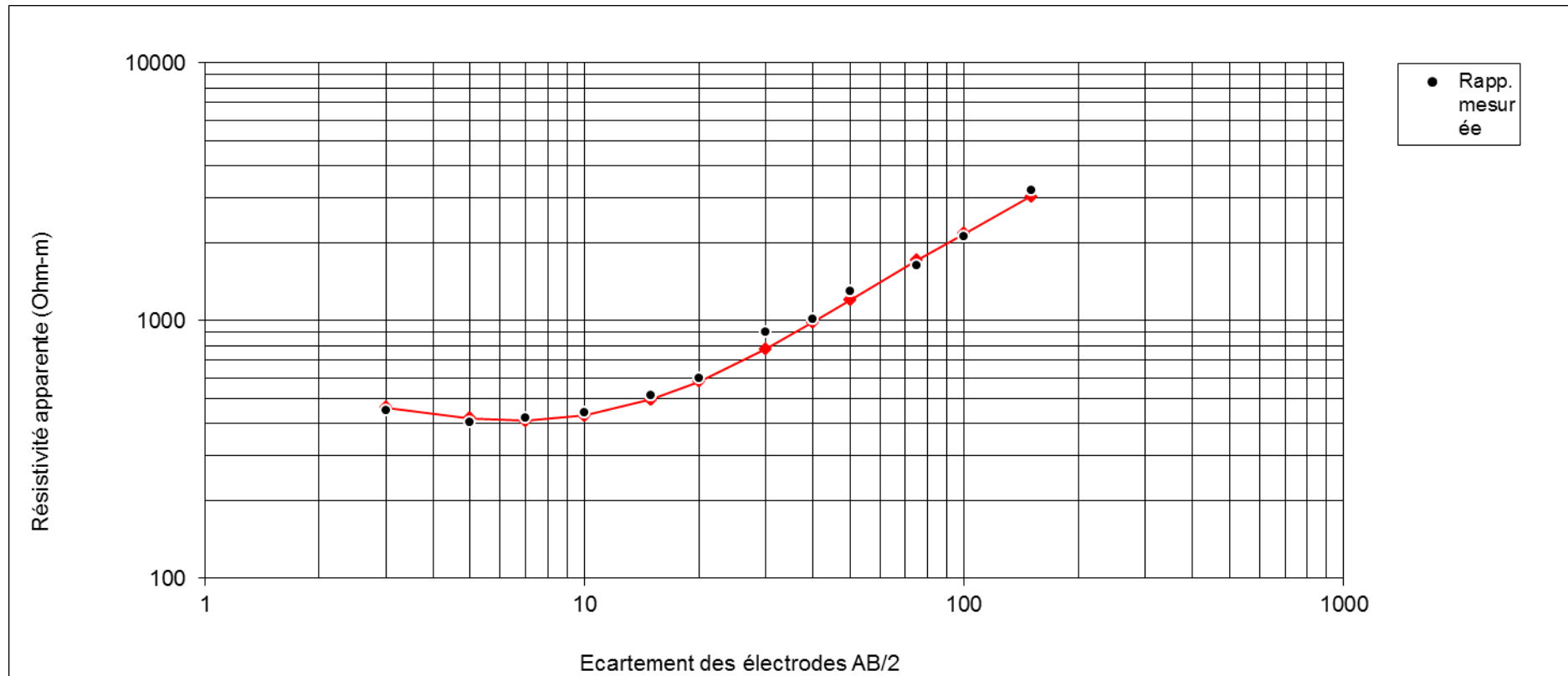
Type de sondage : Escalier montant avec cloche

Y

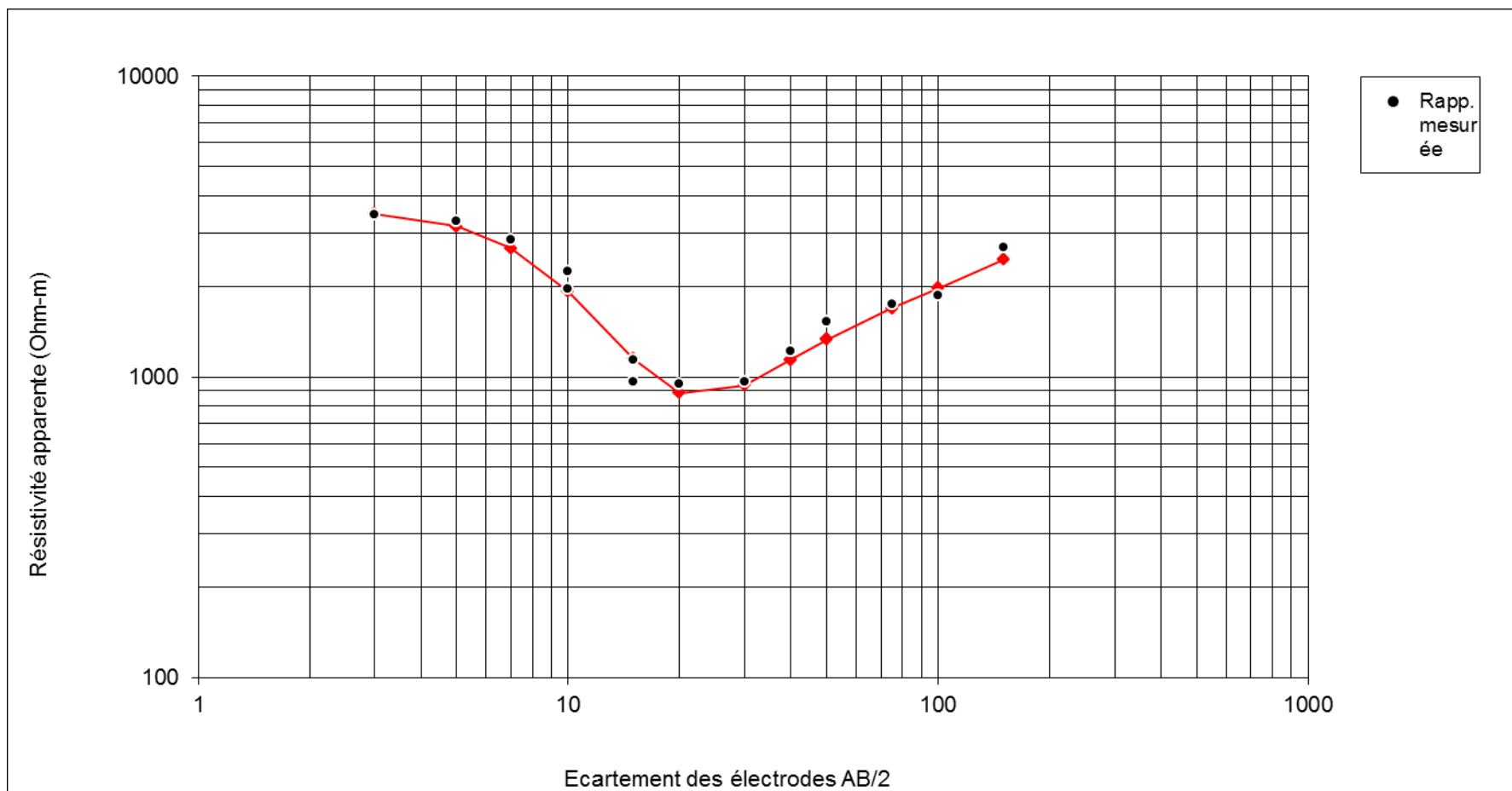
305108

Profondeur estimée du socle : 7,5 m

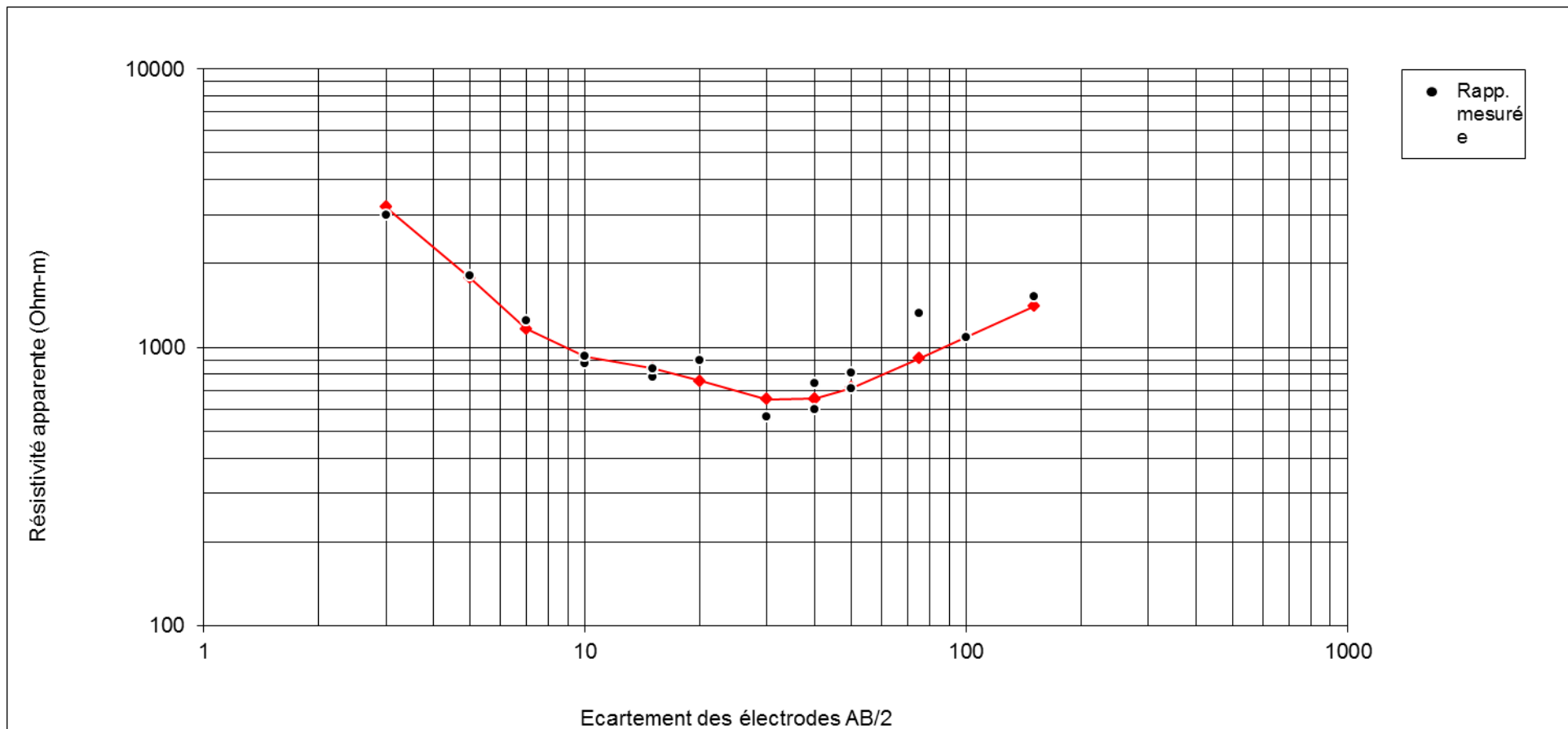
GRAPHIQUE SEV 01



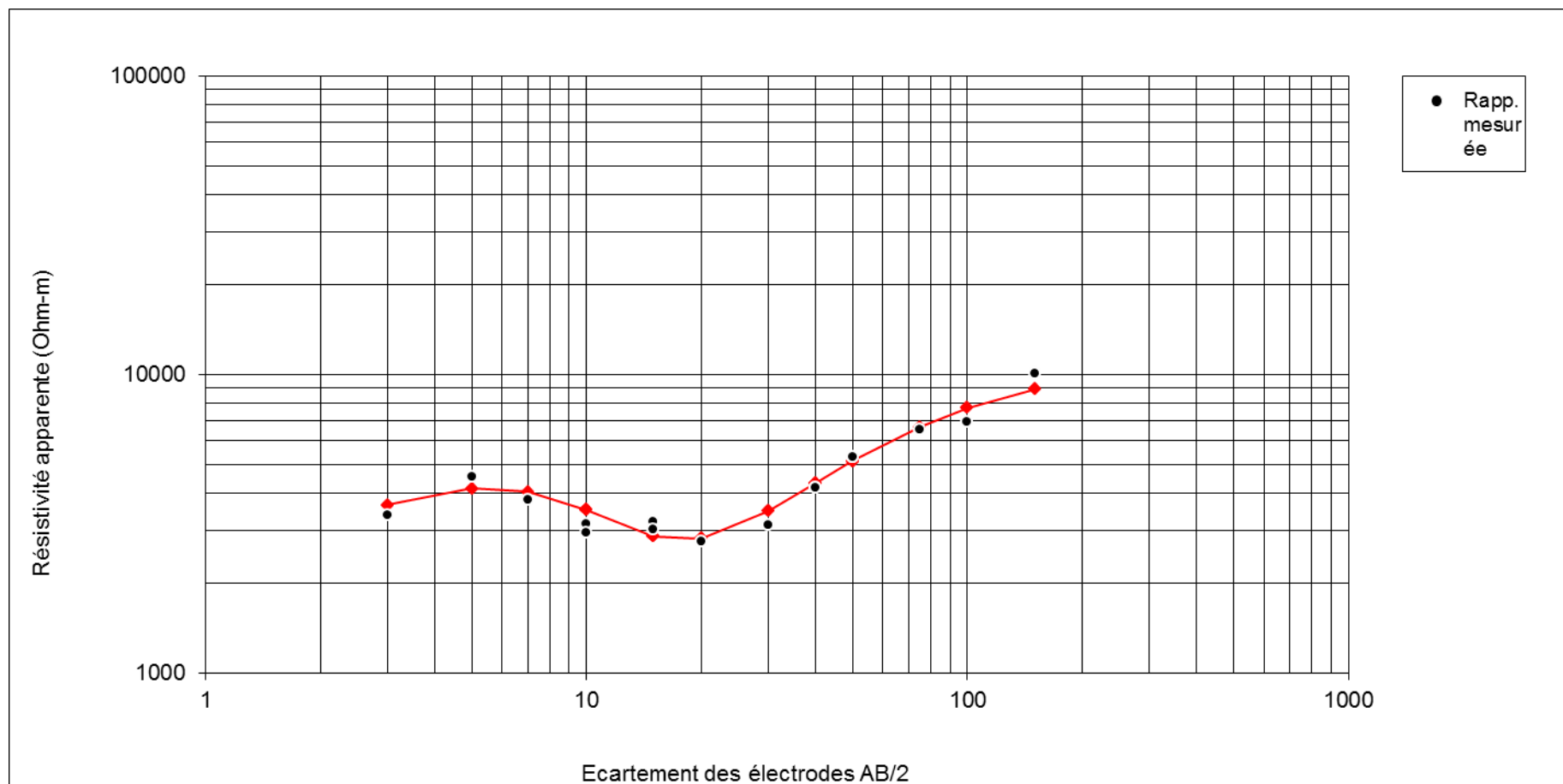
GRAPHIQUE SEV 02



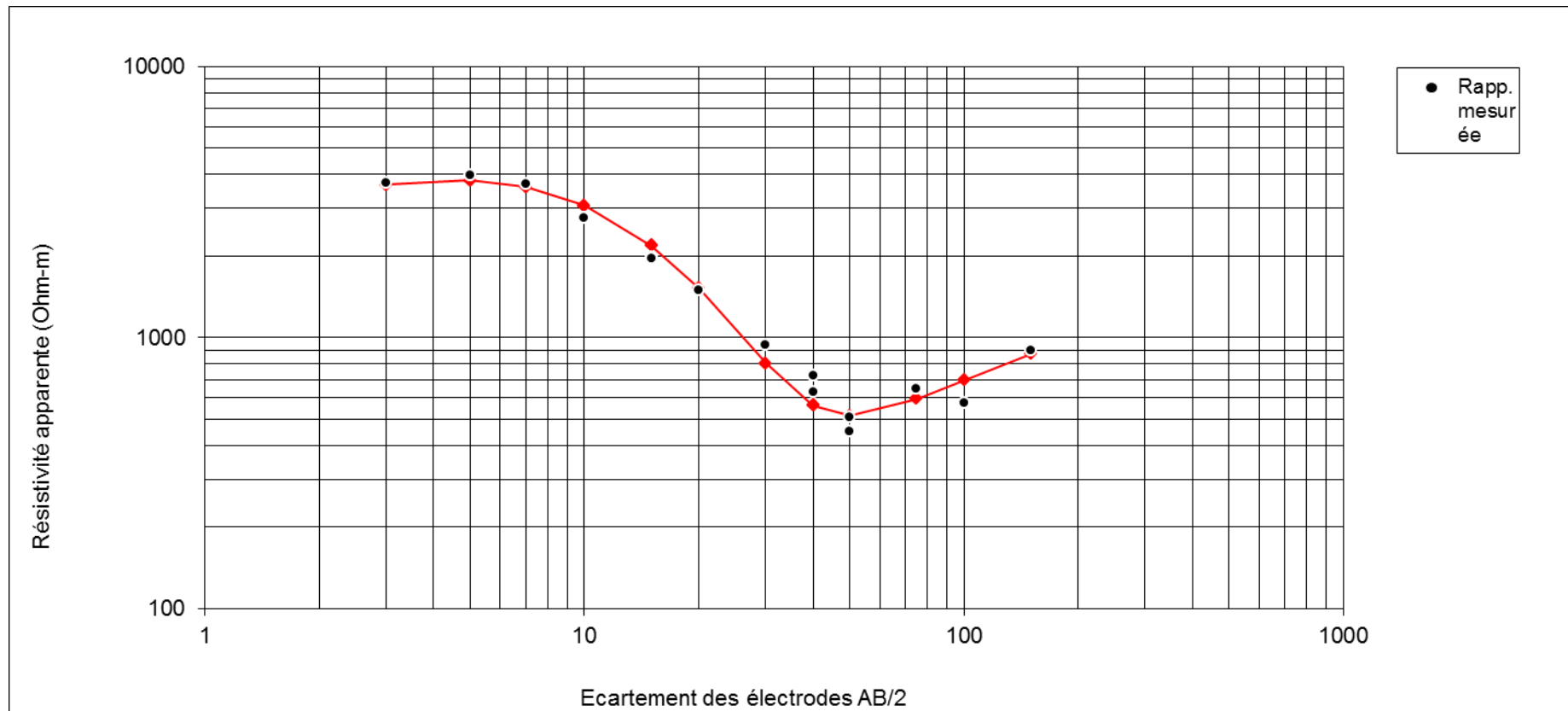
GRAPHIQUE SEV 03



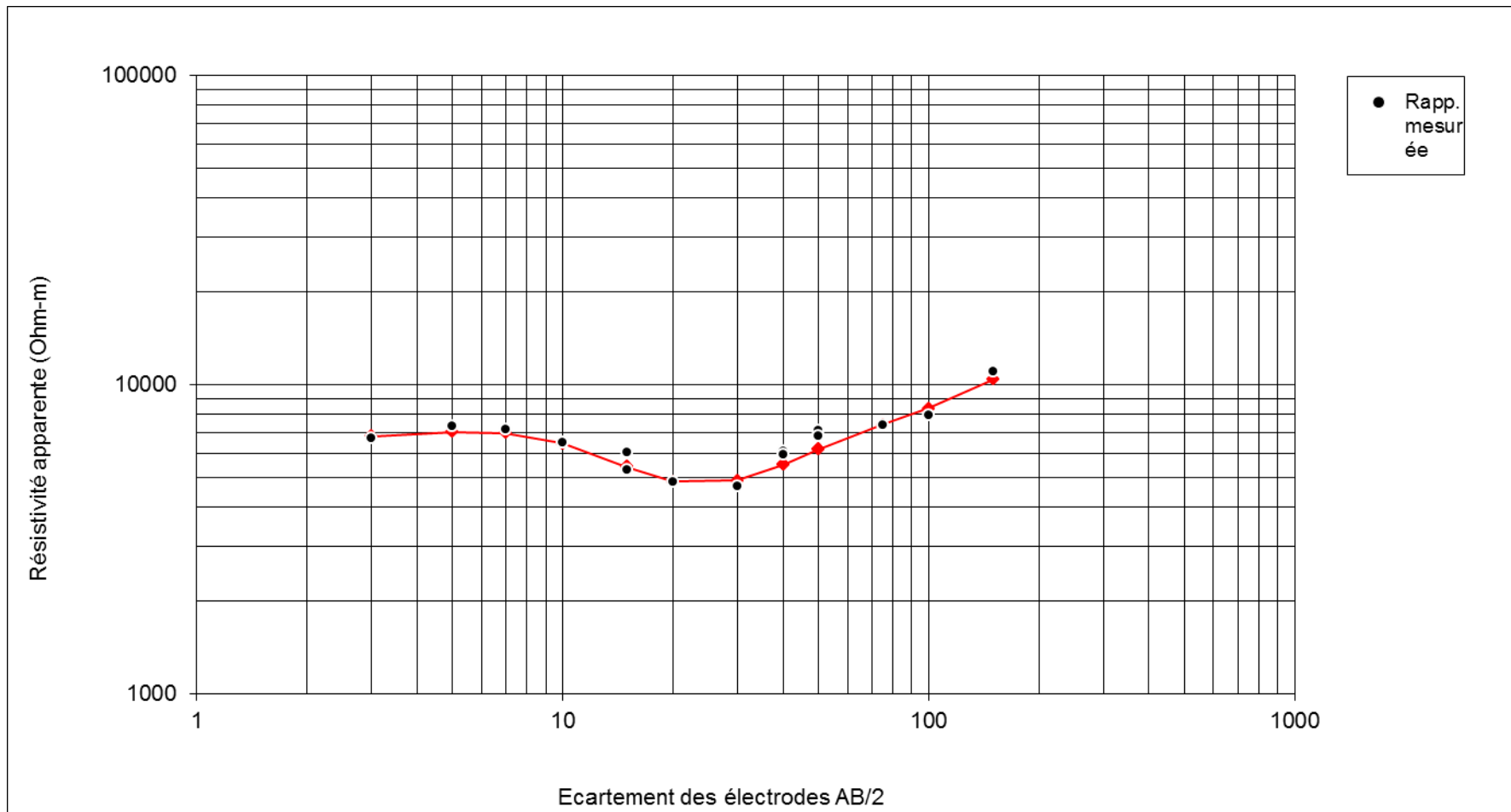
GRAPHIQUE SEV 04



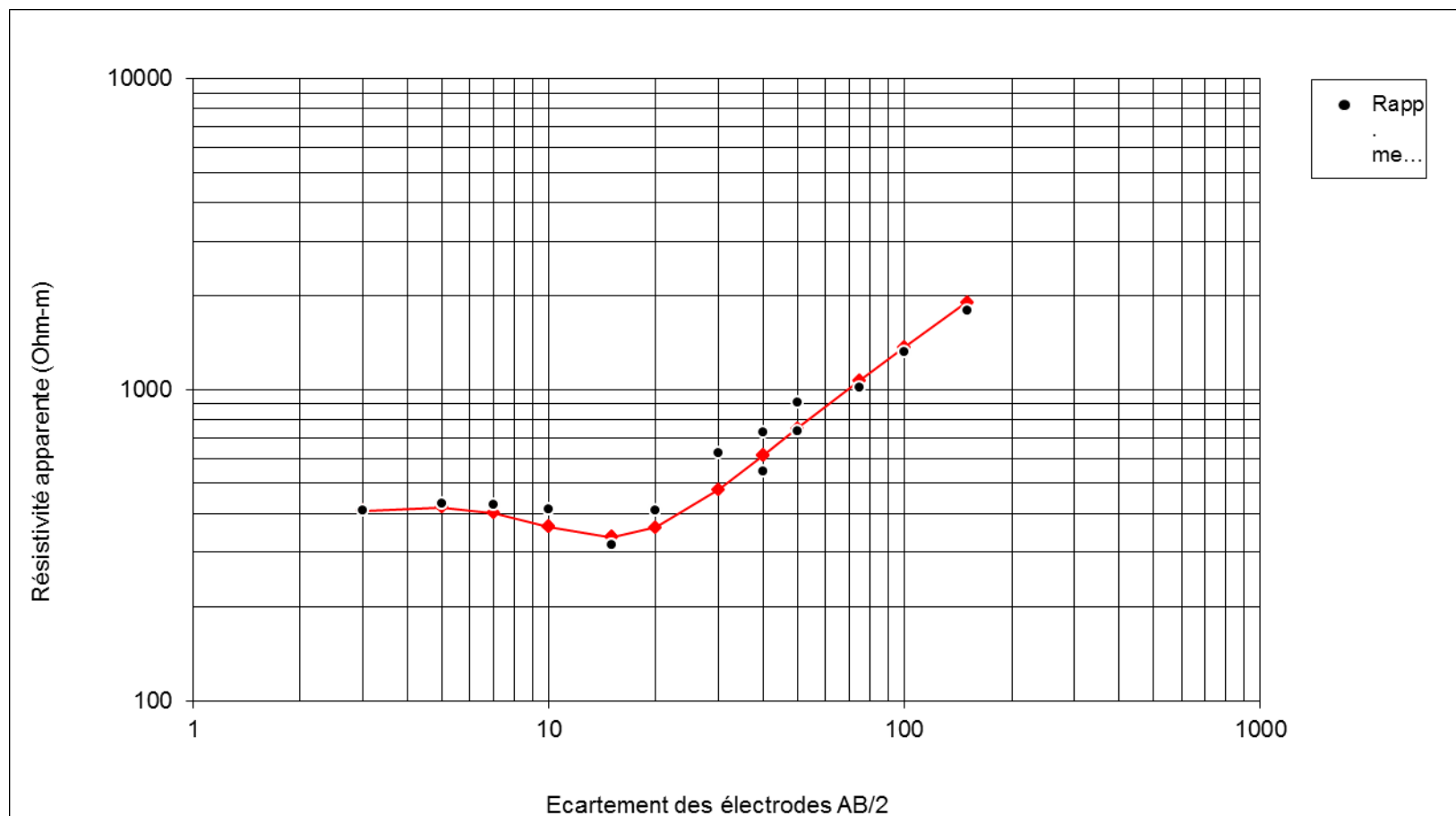
GRAPHIQUE SEV 05



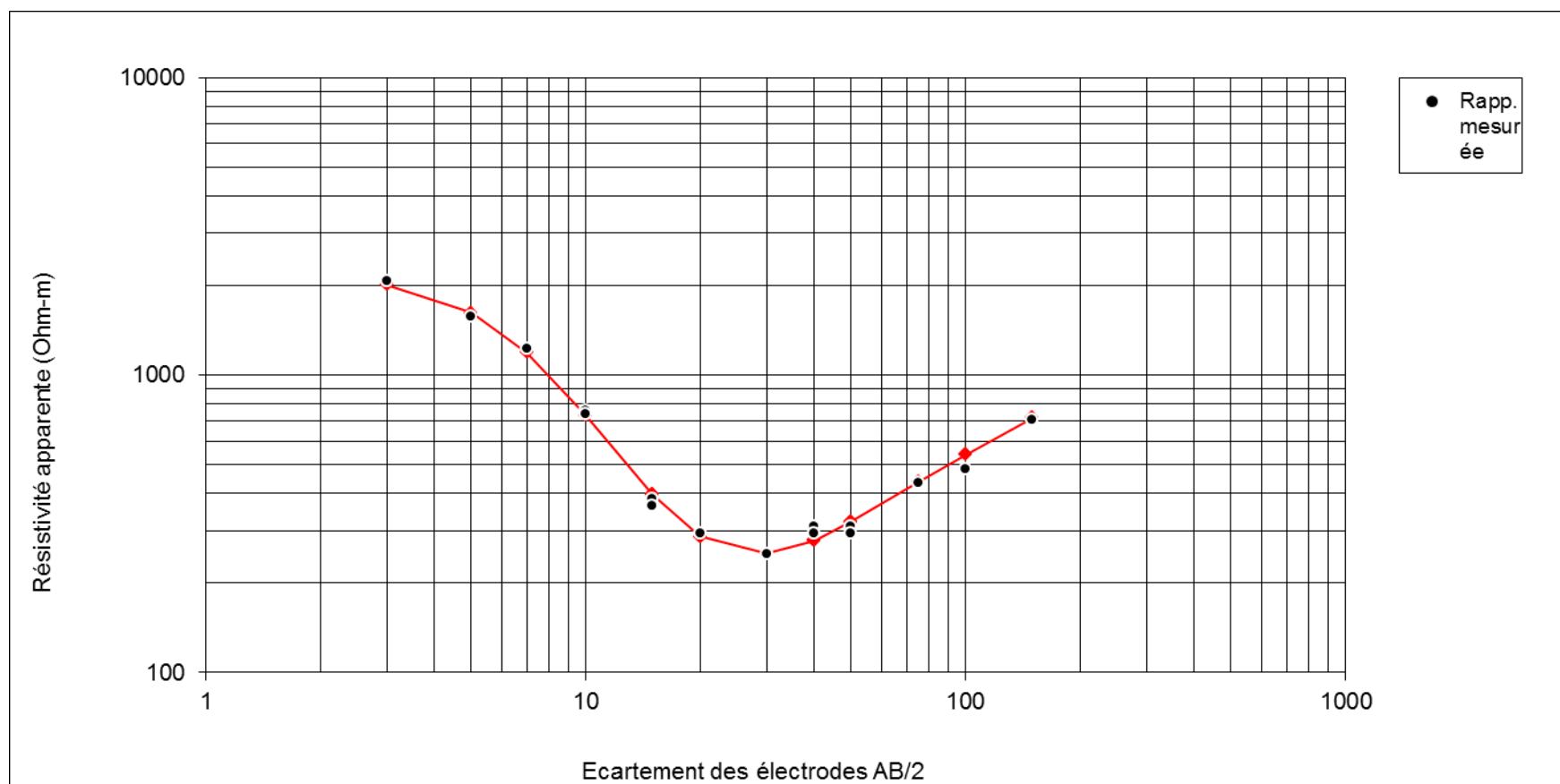
GRAPHIQUE SEV 06



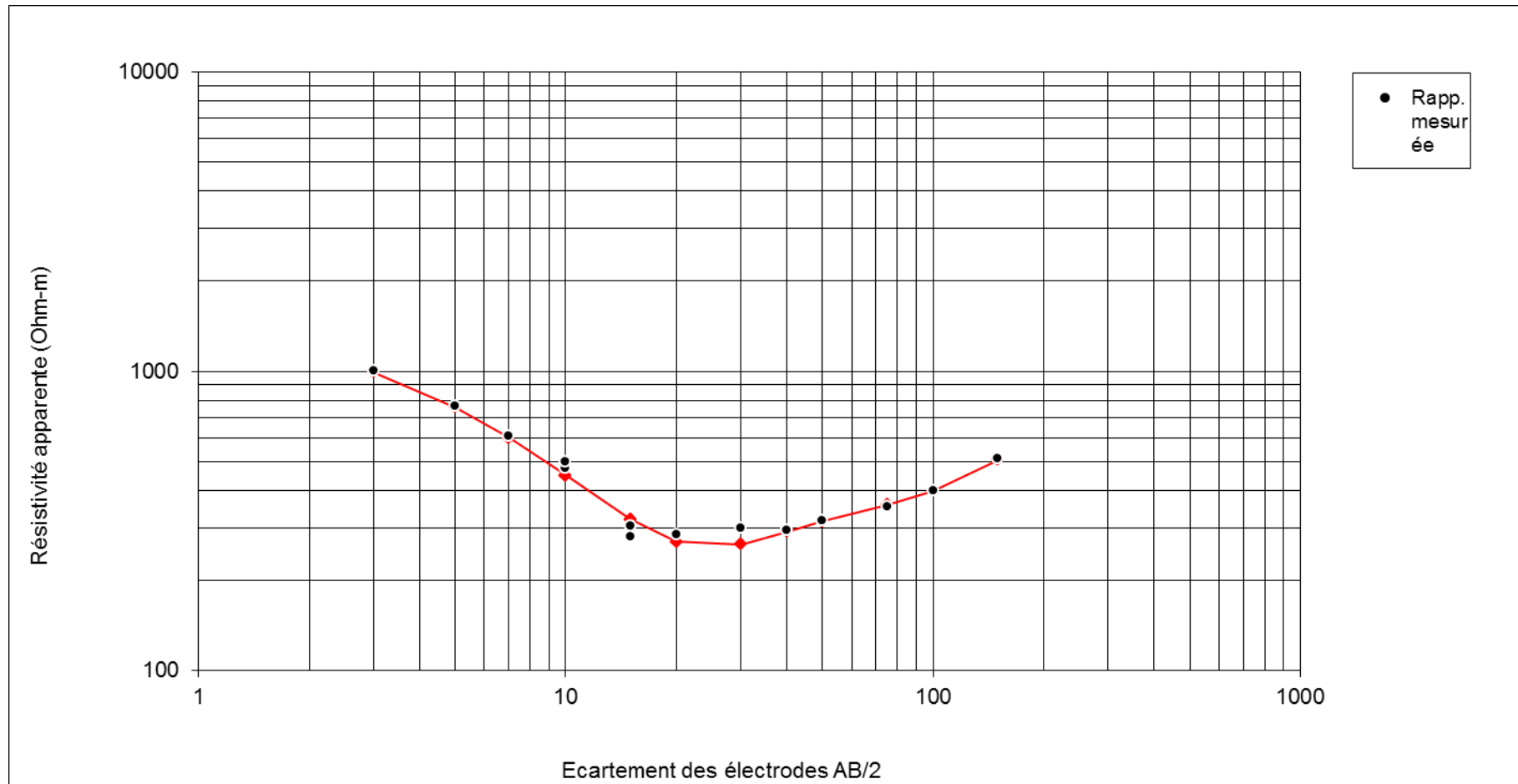
GRAPHIQUE SEV 07



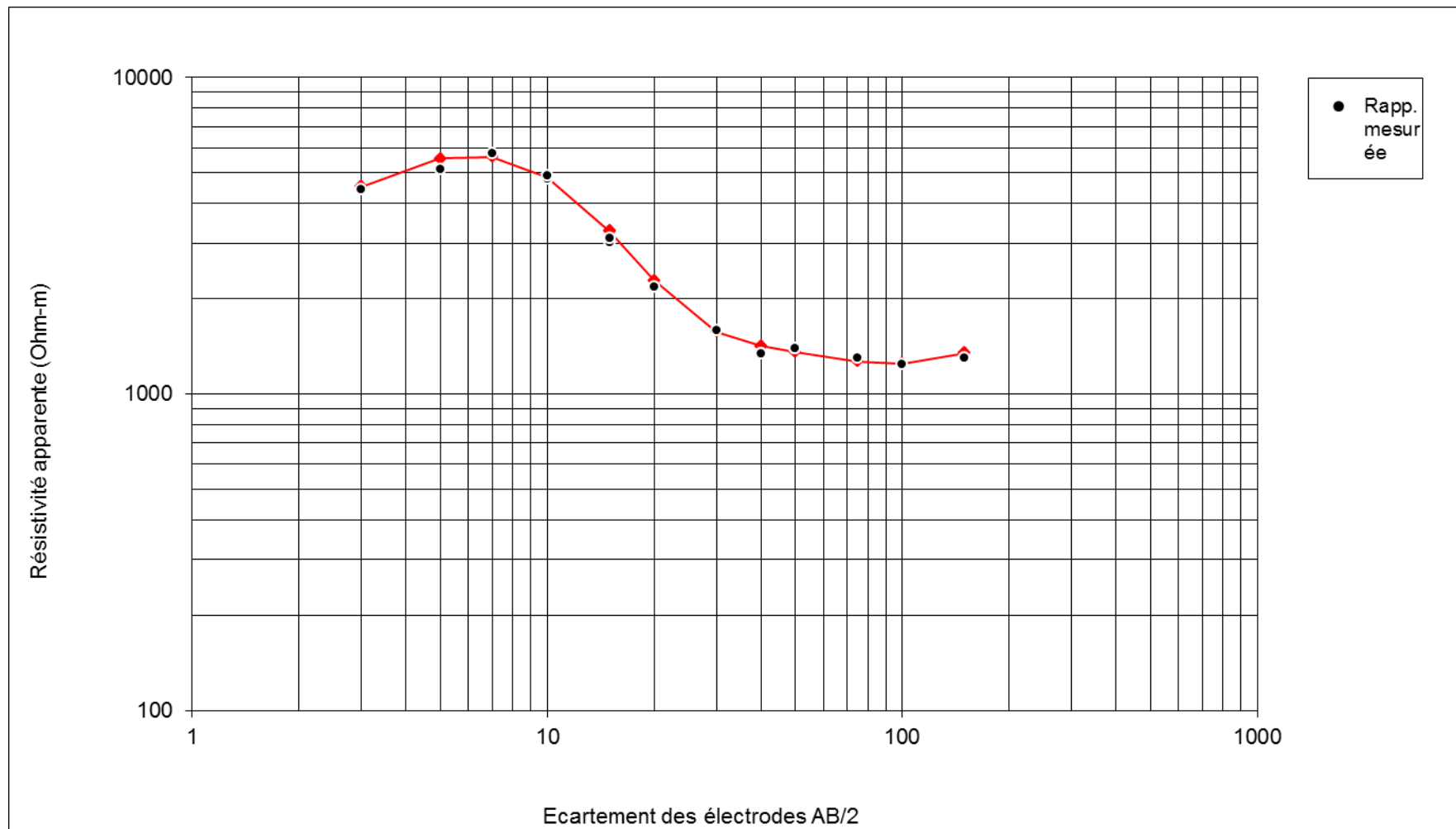
GRAPHIQUE SEV 08



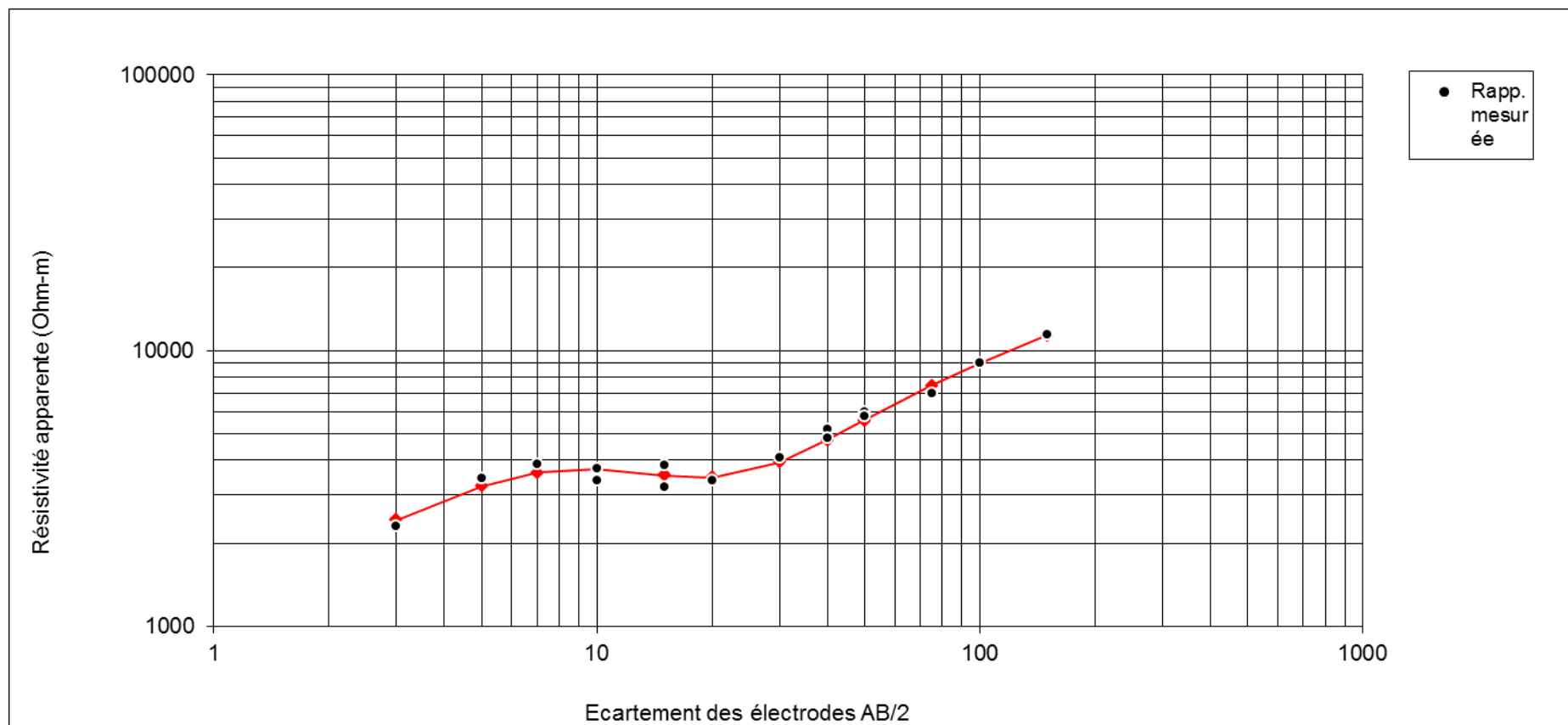
GRAPHIQUE SEV 09



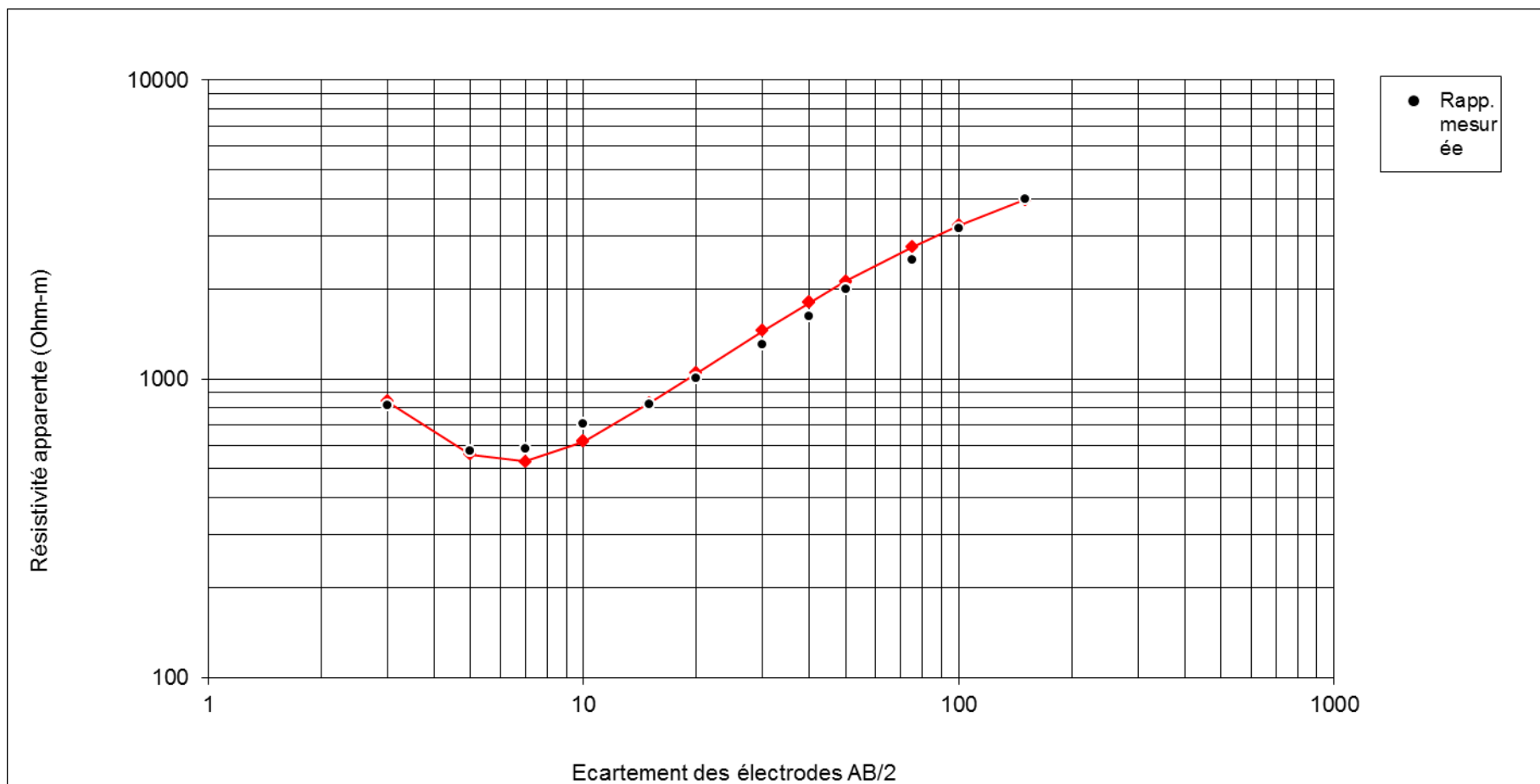
GRAPHIQUE SEV 10



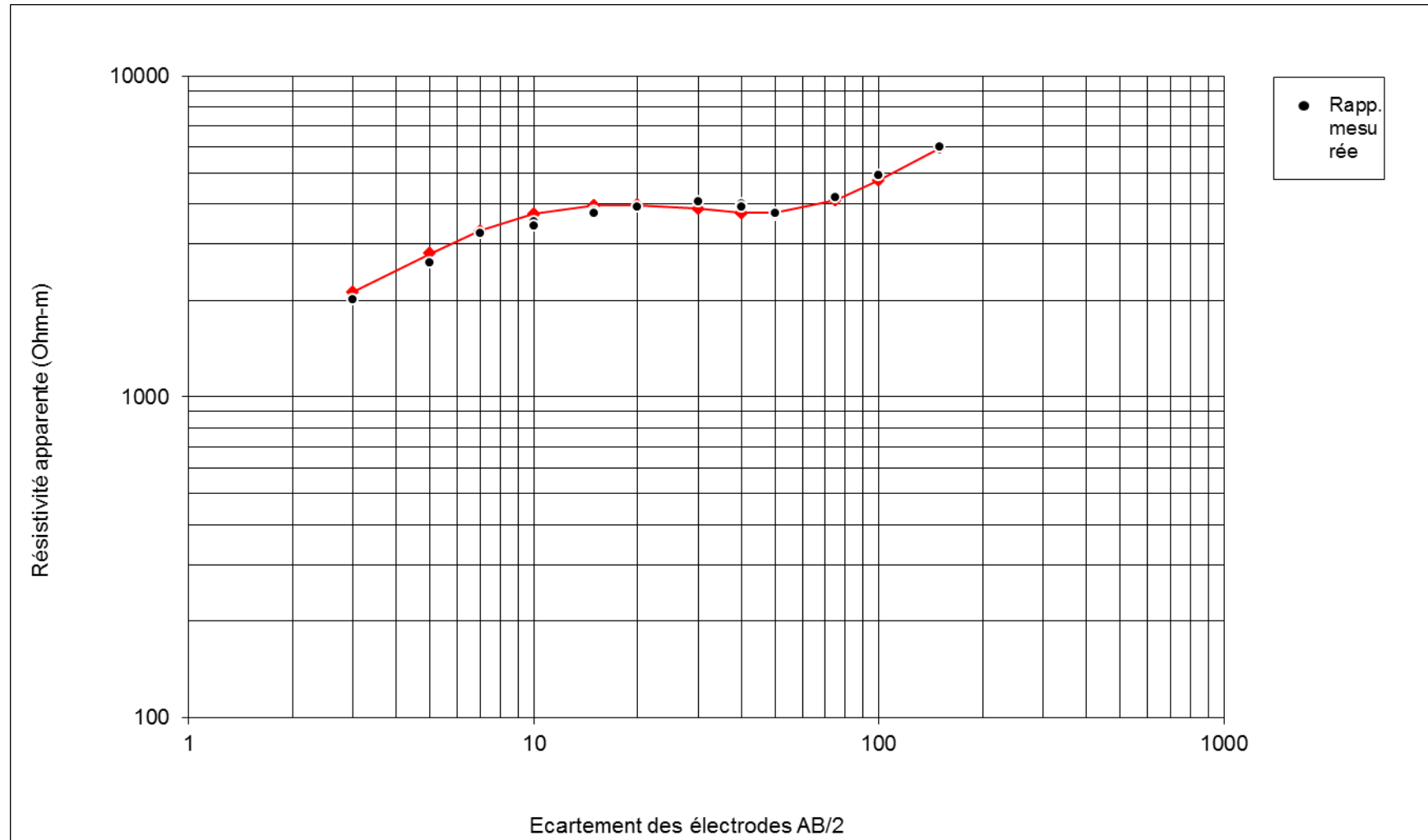
GRAPHIQUE SEV 11



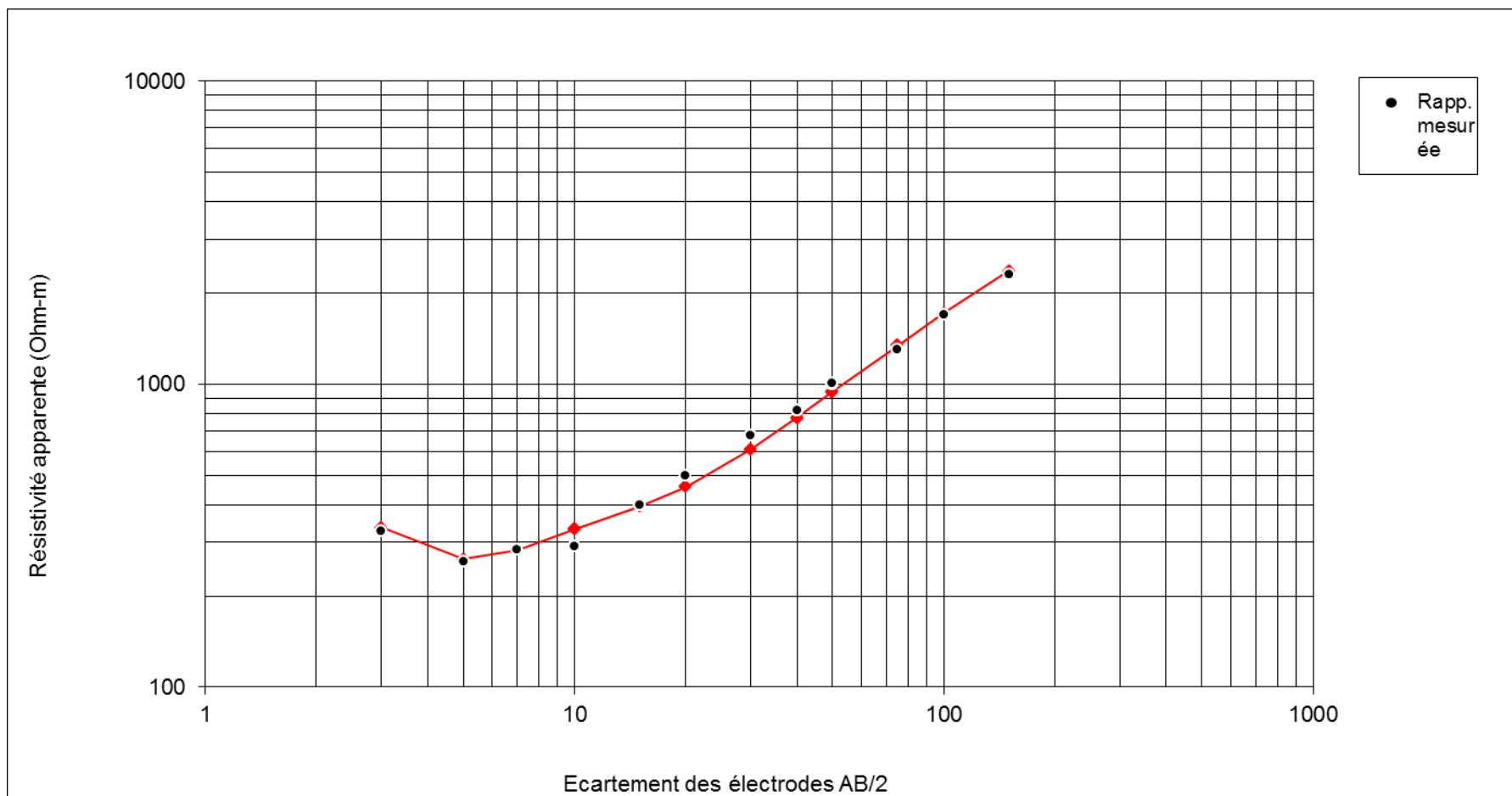
GRAPHIQUE SEV 12



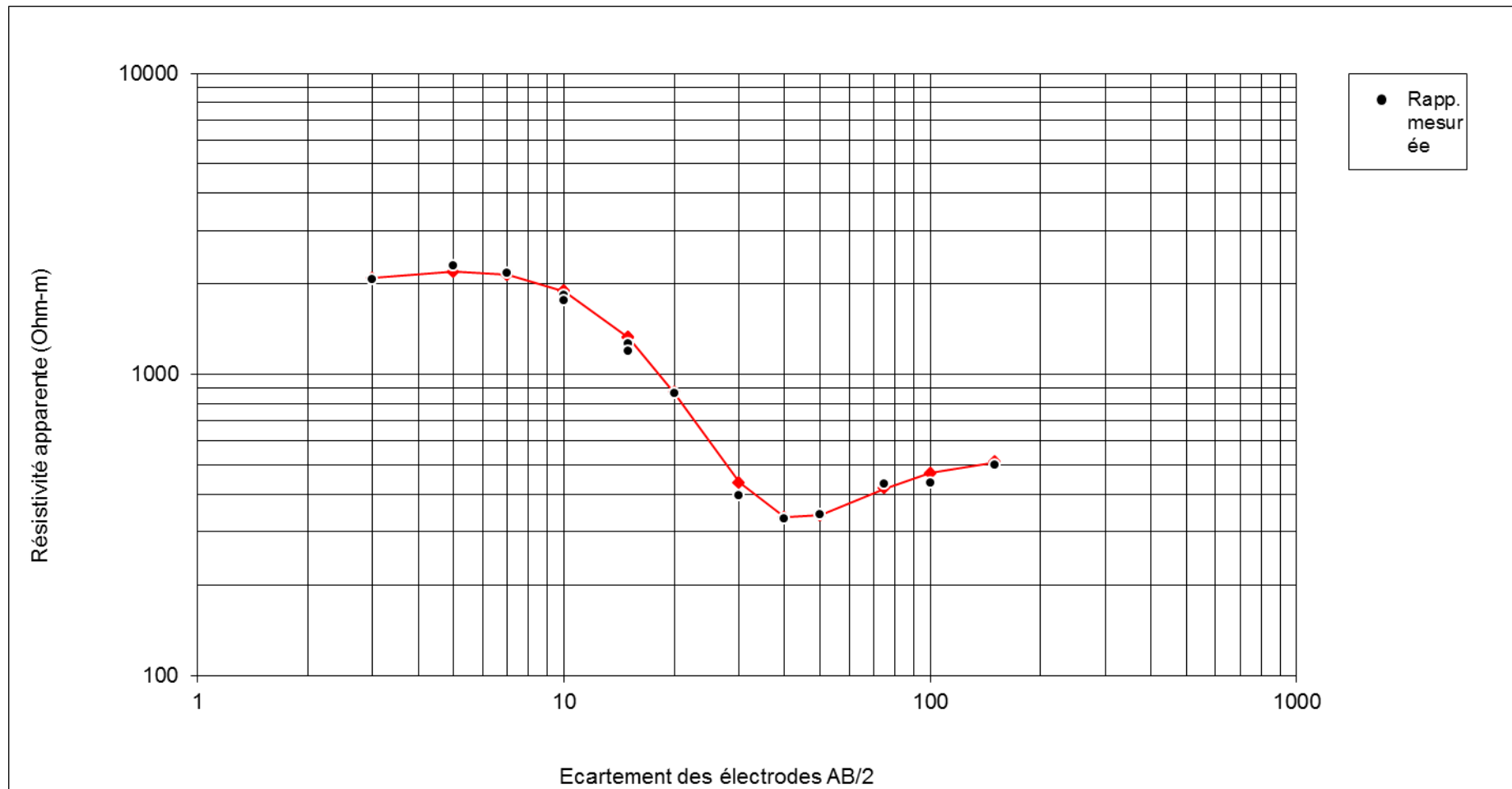
GRAPHIQUE SEV 13



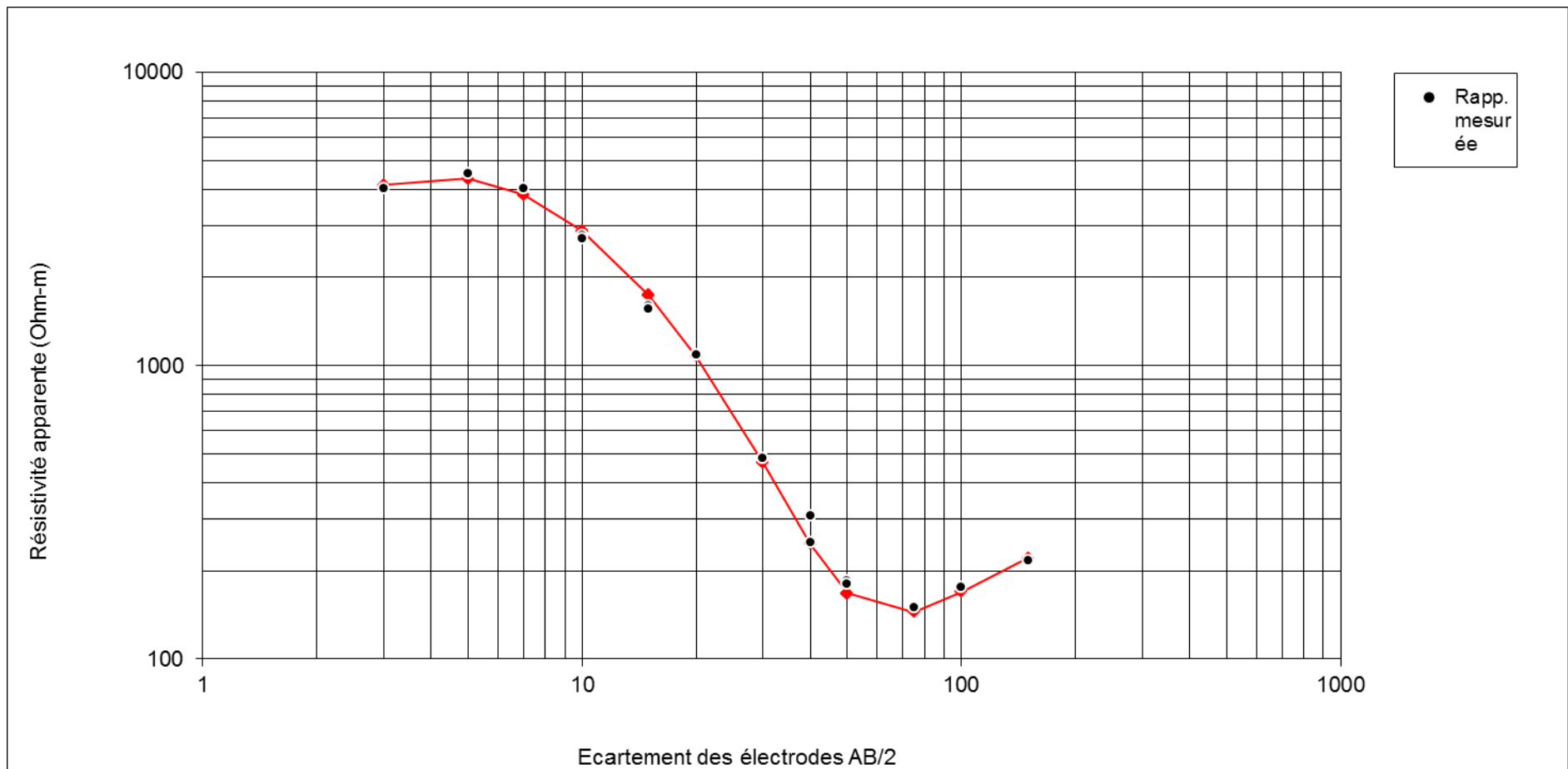
GRAPHIQUE SEV 14



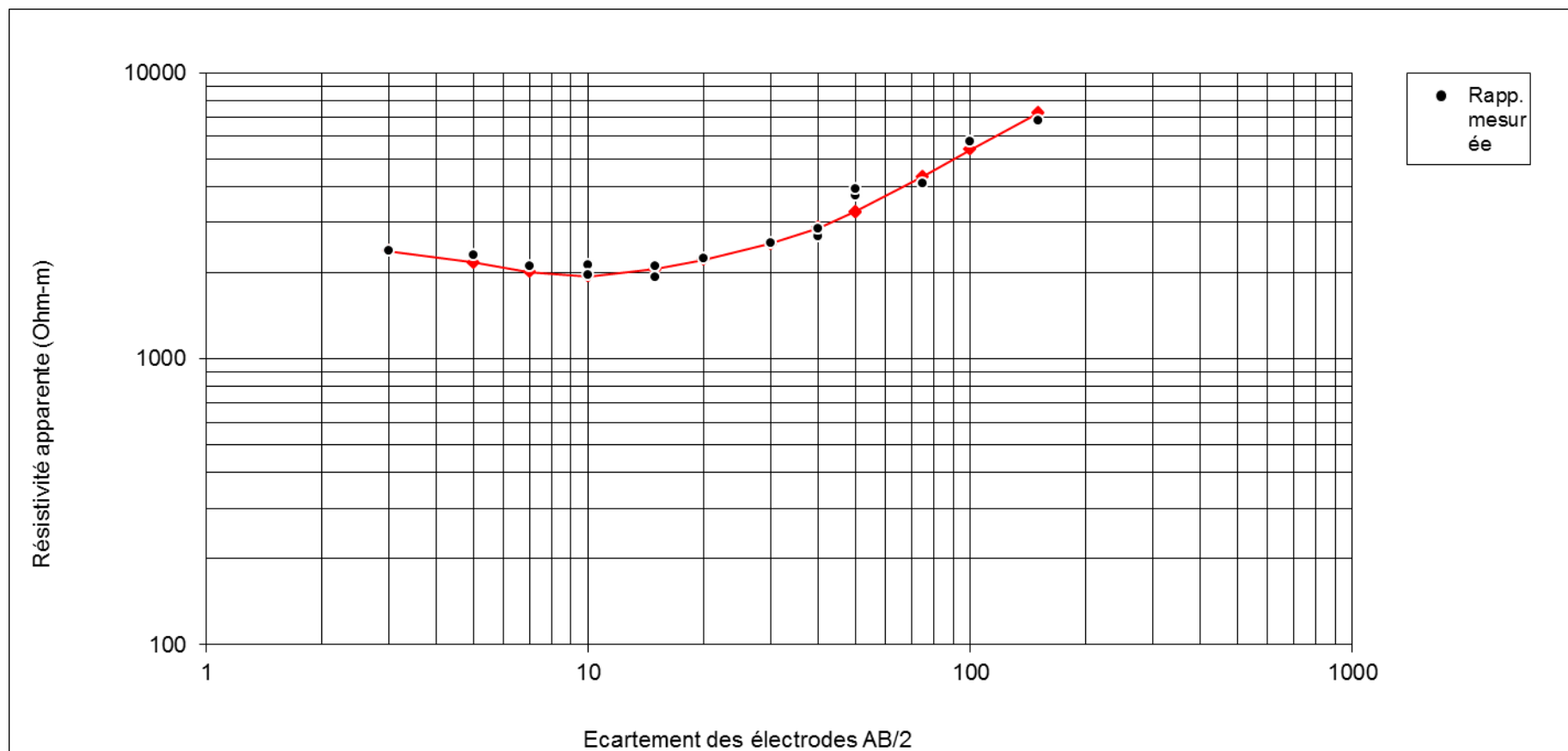
GRAPHIQUE SEV 15



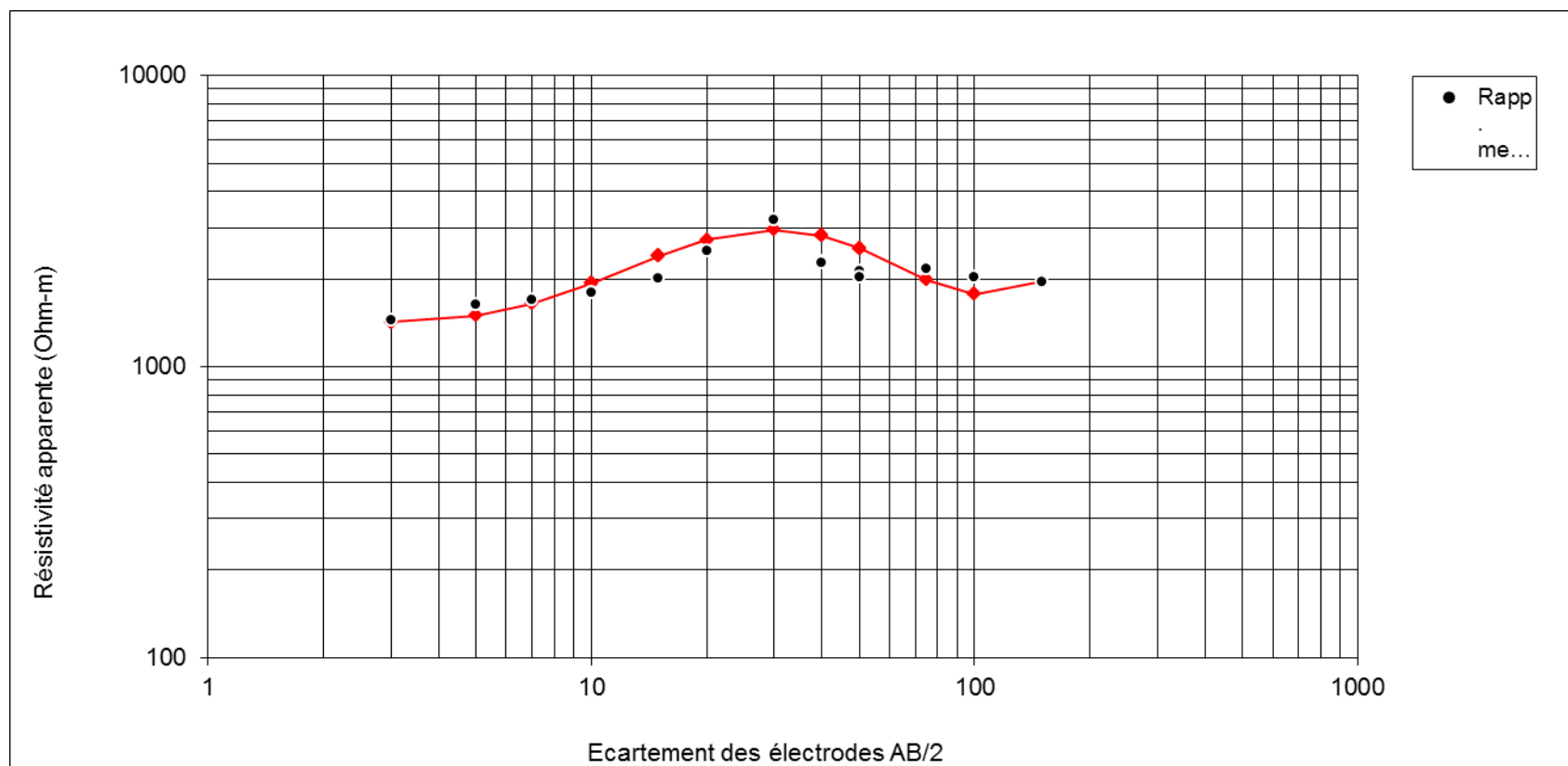
GRAPHIQUE SEV 16



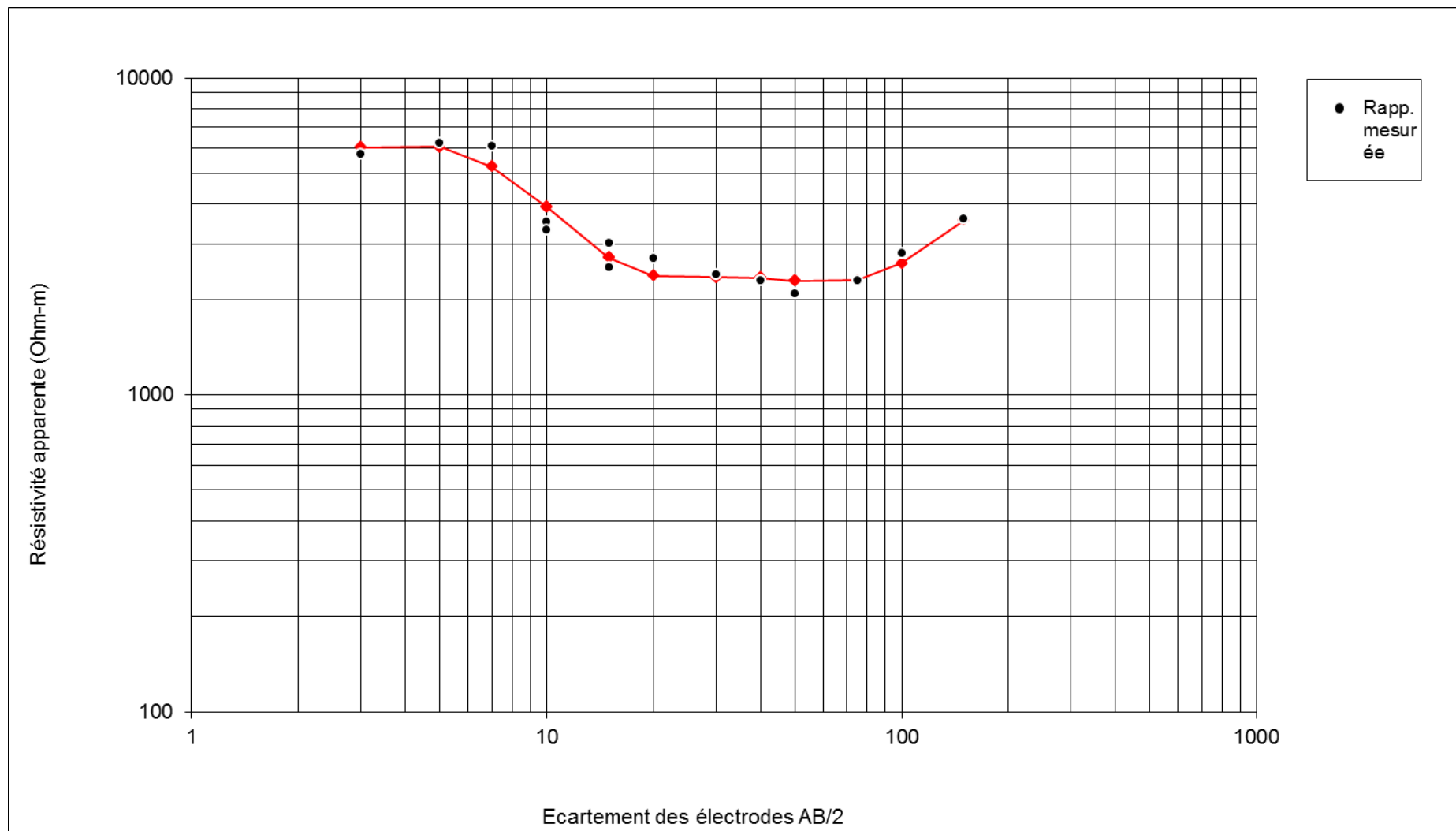
GRAPHIQUE SEV 17



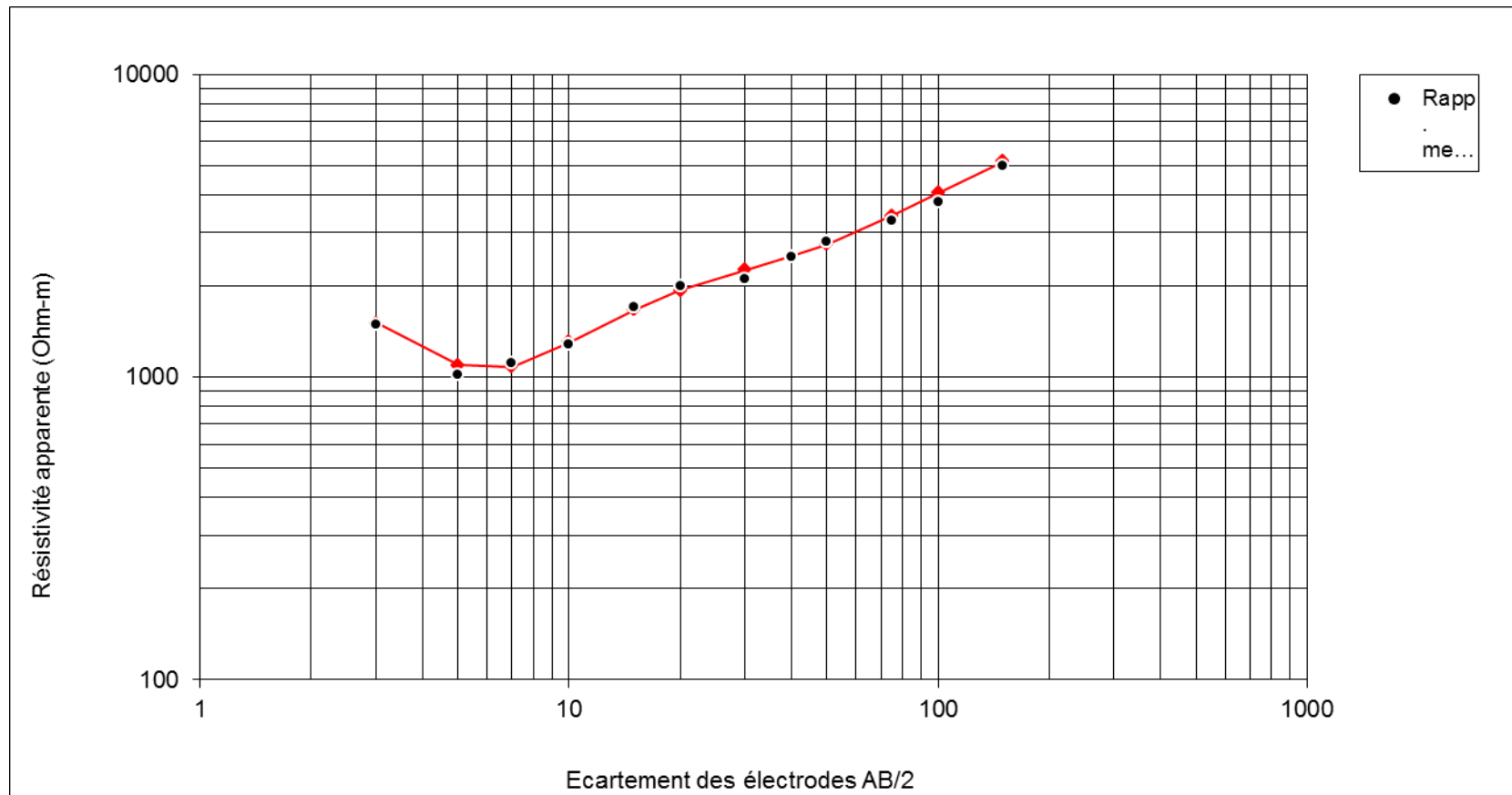
GRAPHIQUE SEV 18



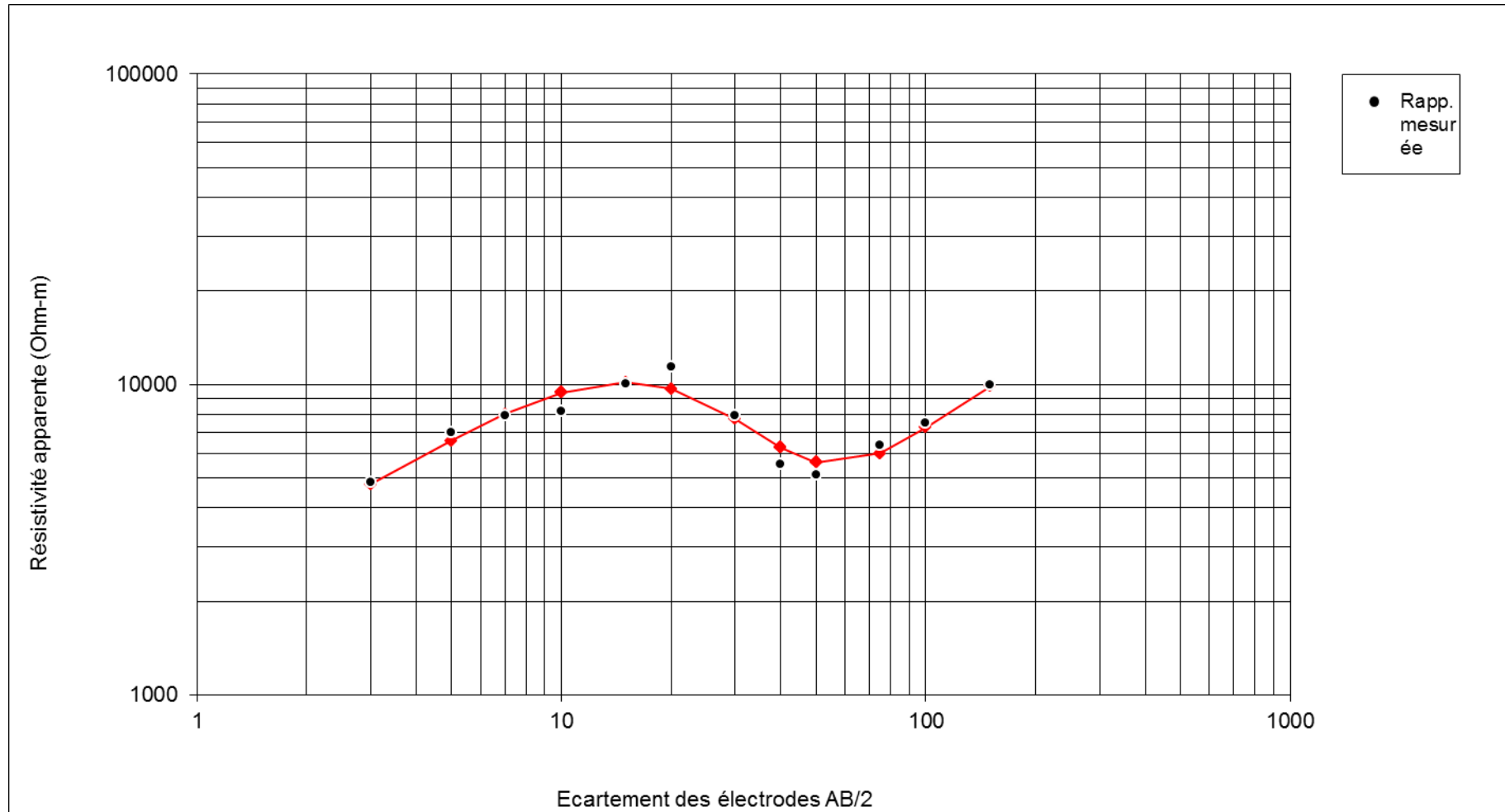
GRAPHIQUE SEV 19



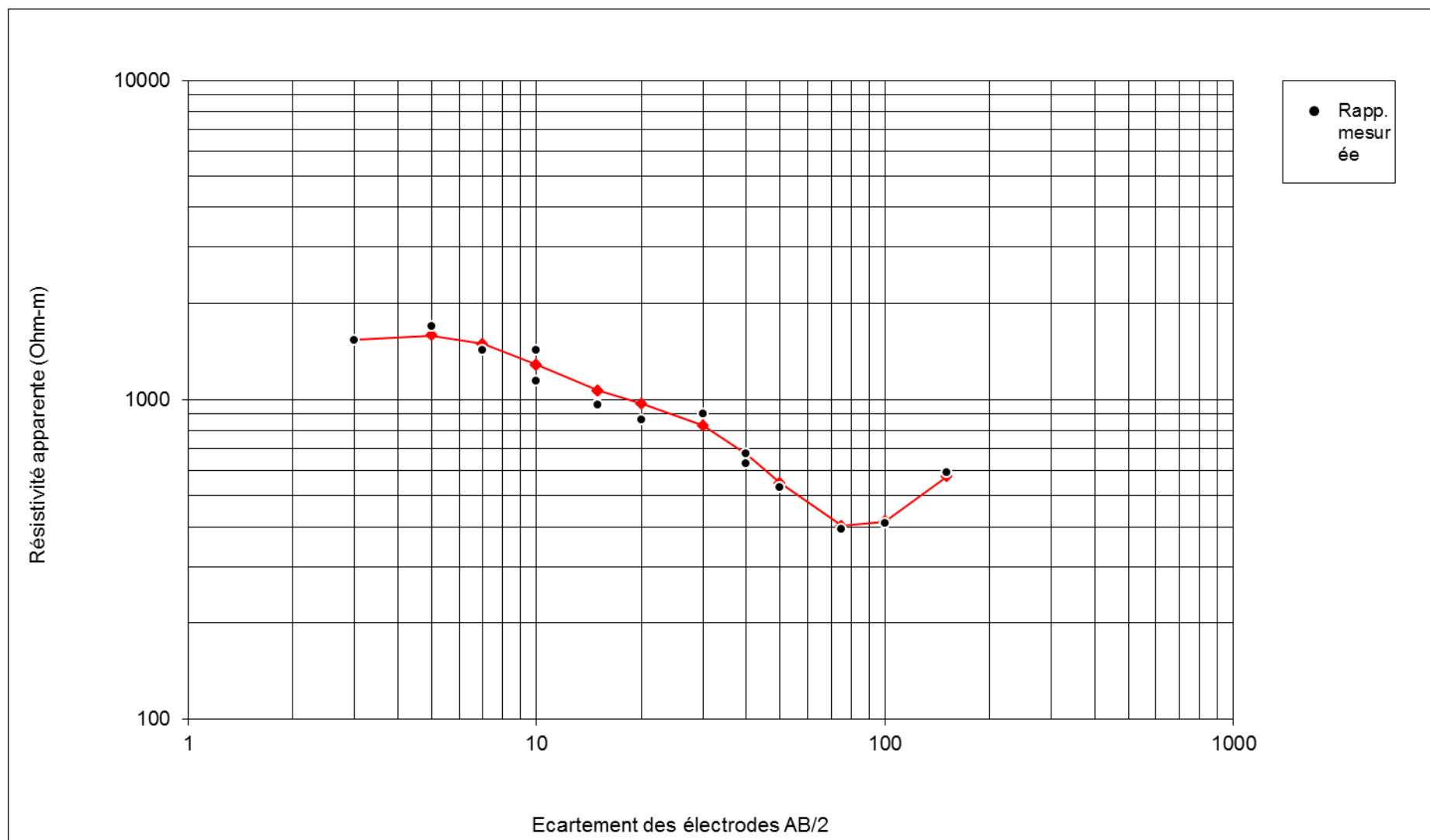
GRAPHIQUE SEV 20



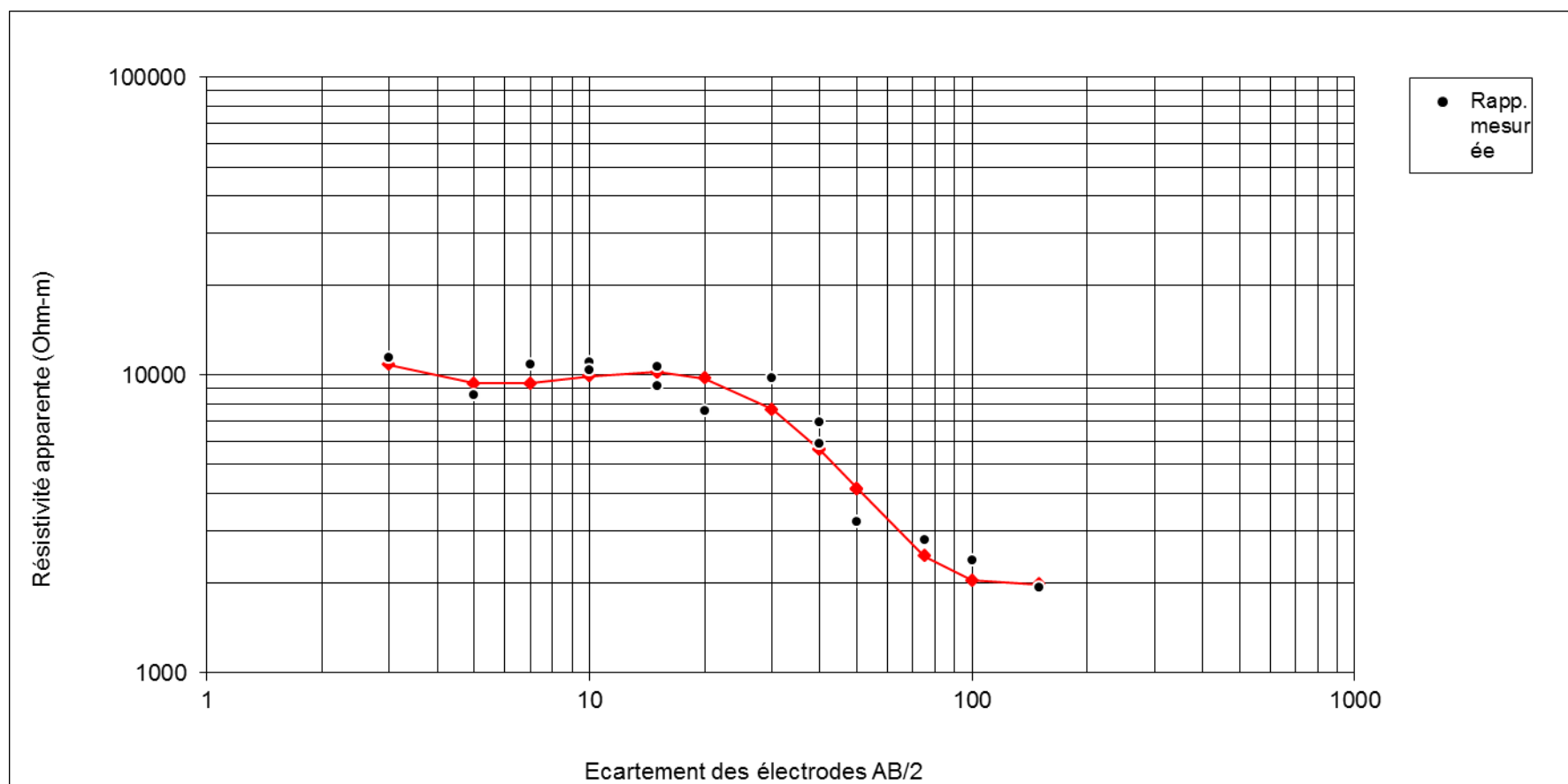
GRAPHIQUE SEV 21



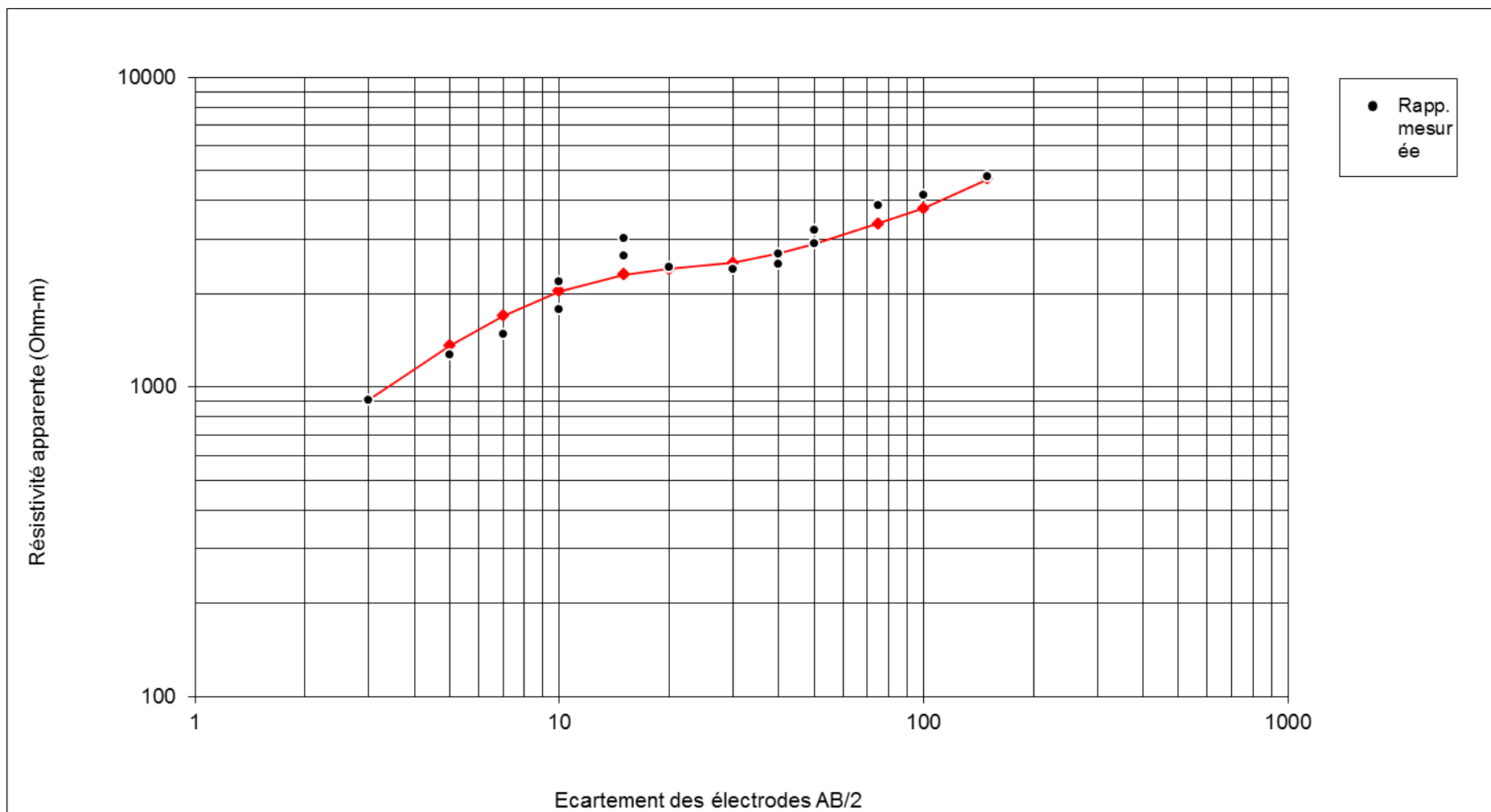
GRAPHIQUE SEV 22



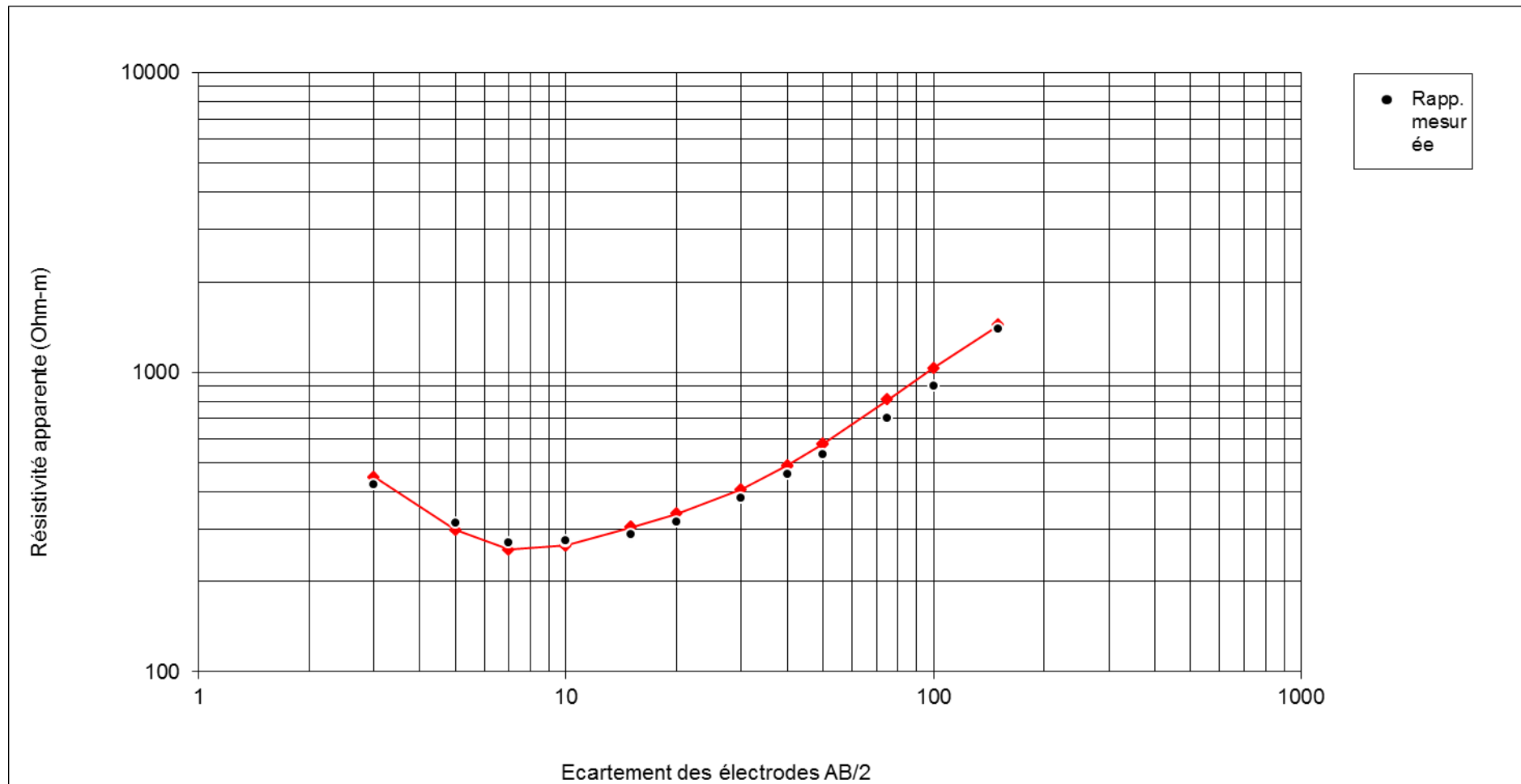
GRAPHIQUE SEV 23



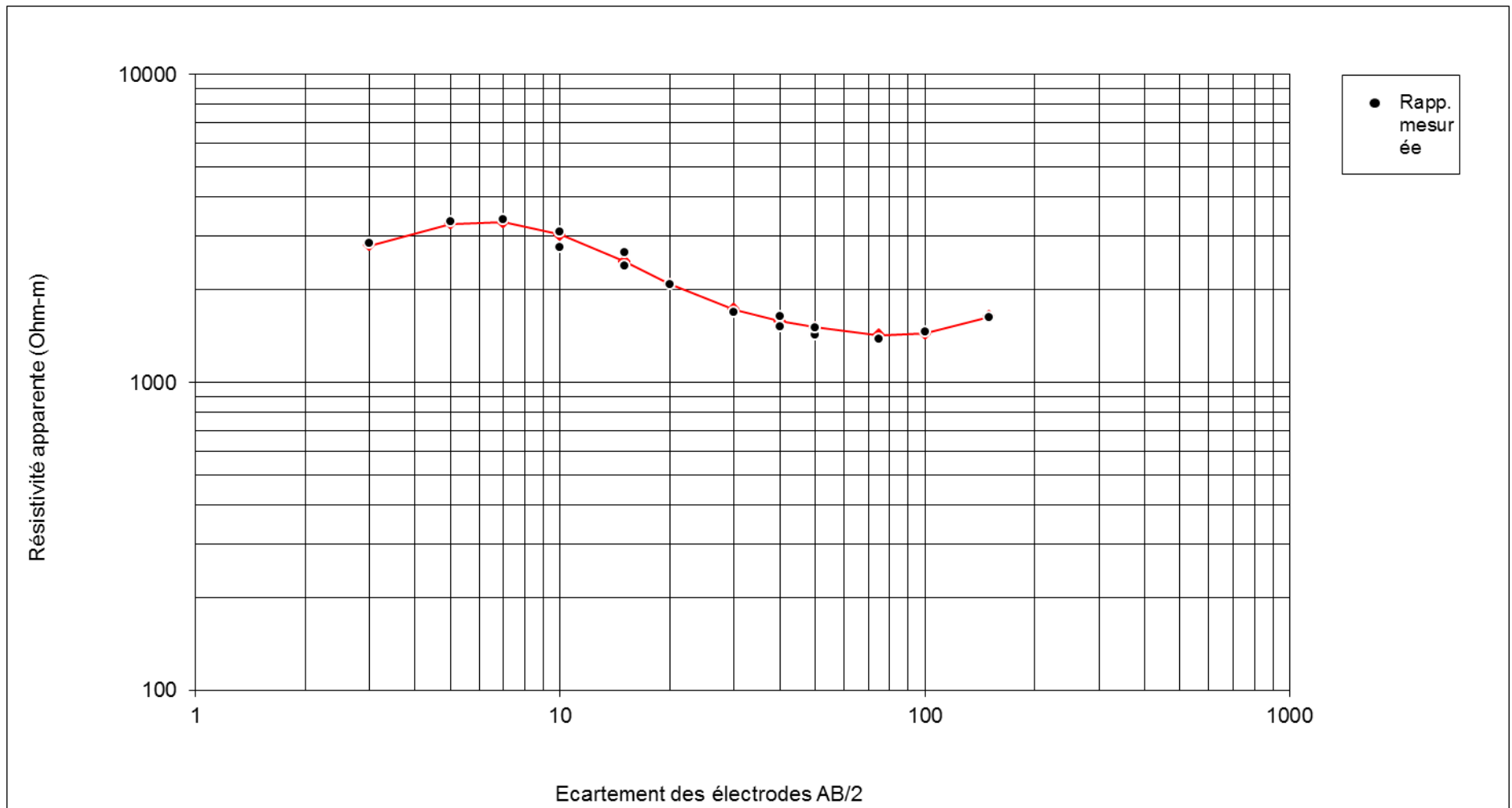
GRAPHIQUE SEV 24 rd



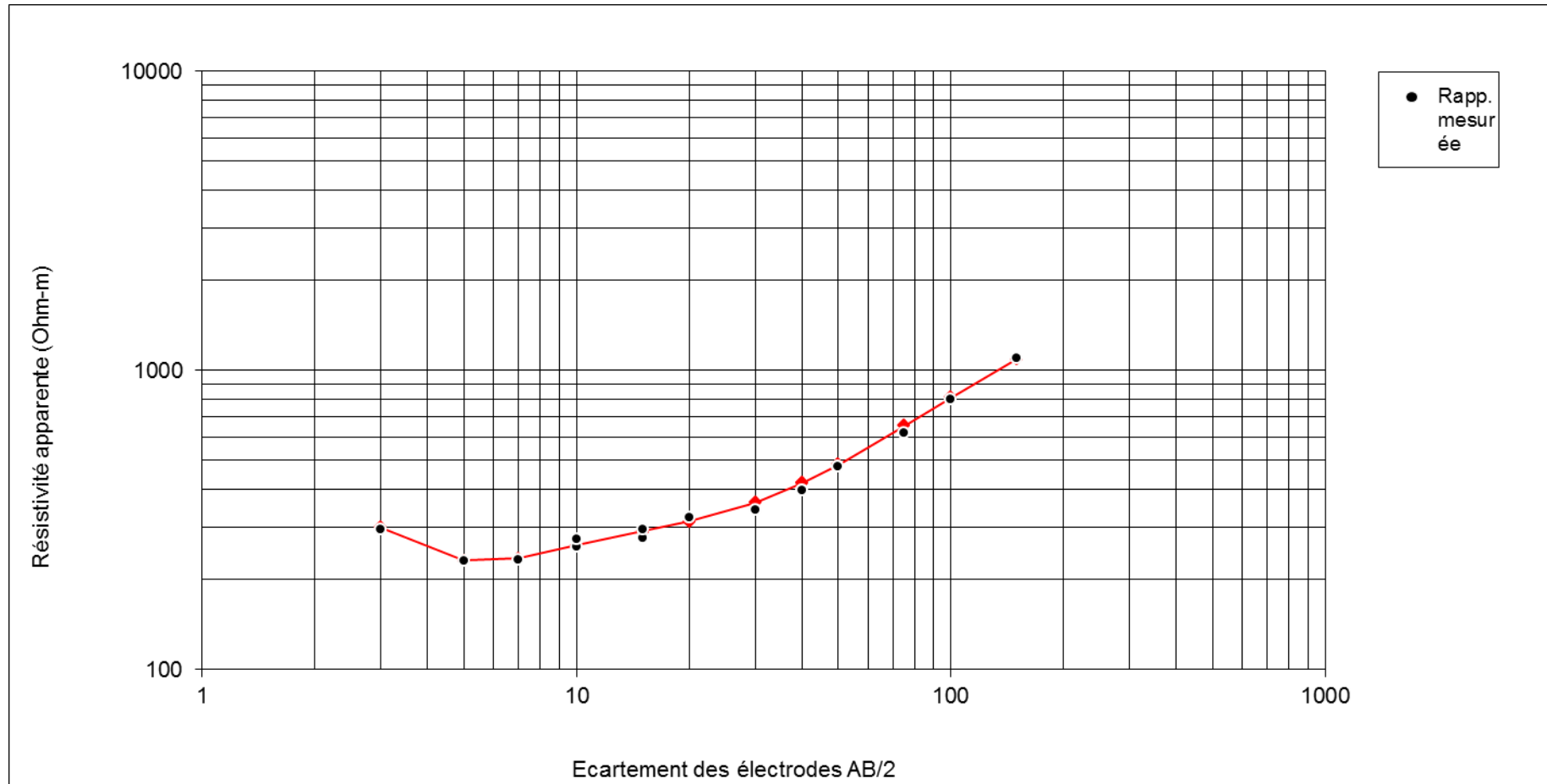
GRAPHIQUE SEV 24 rg



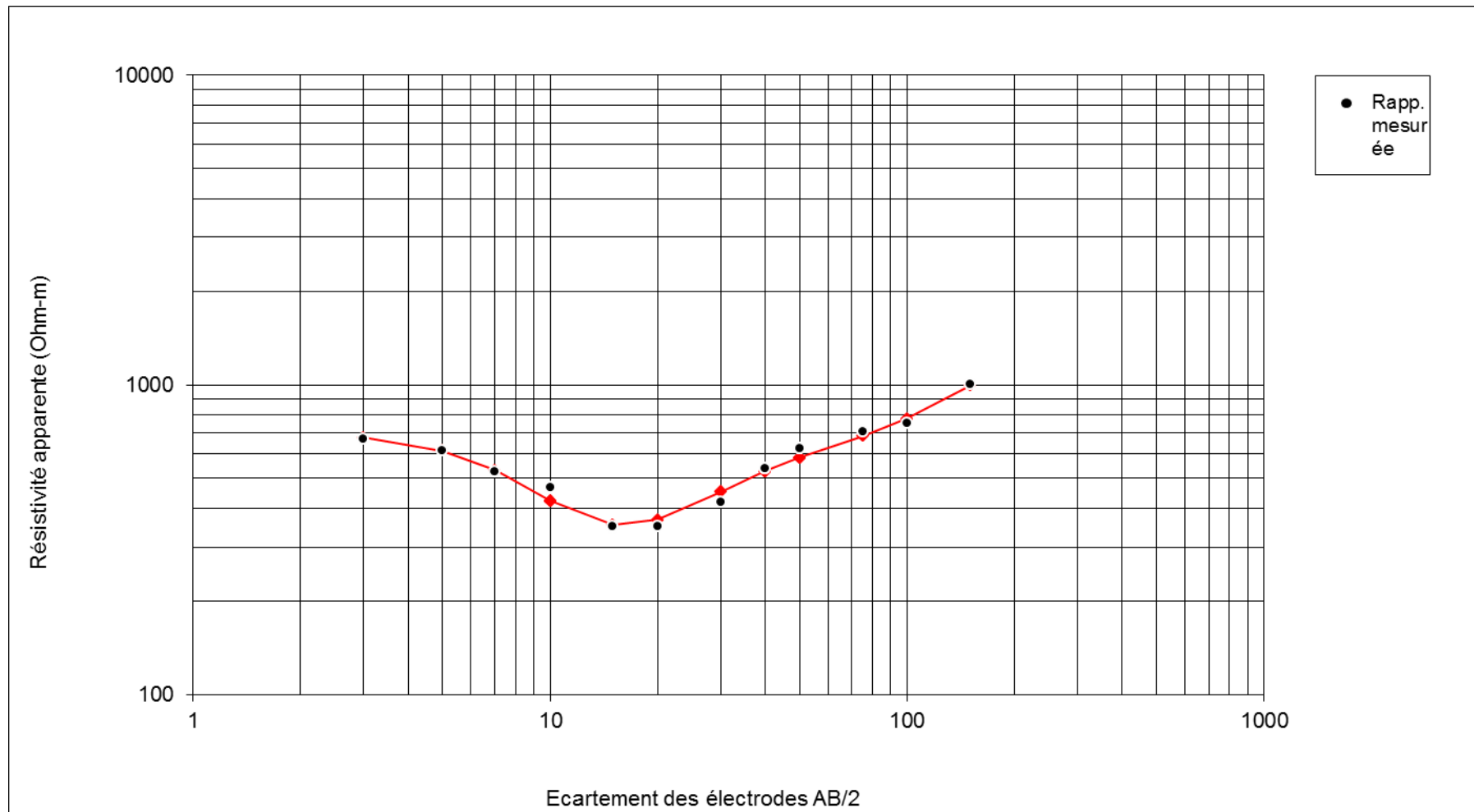
GRAPHIQUE SEV 25



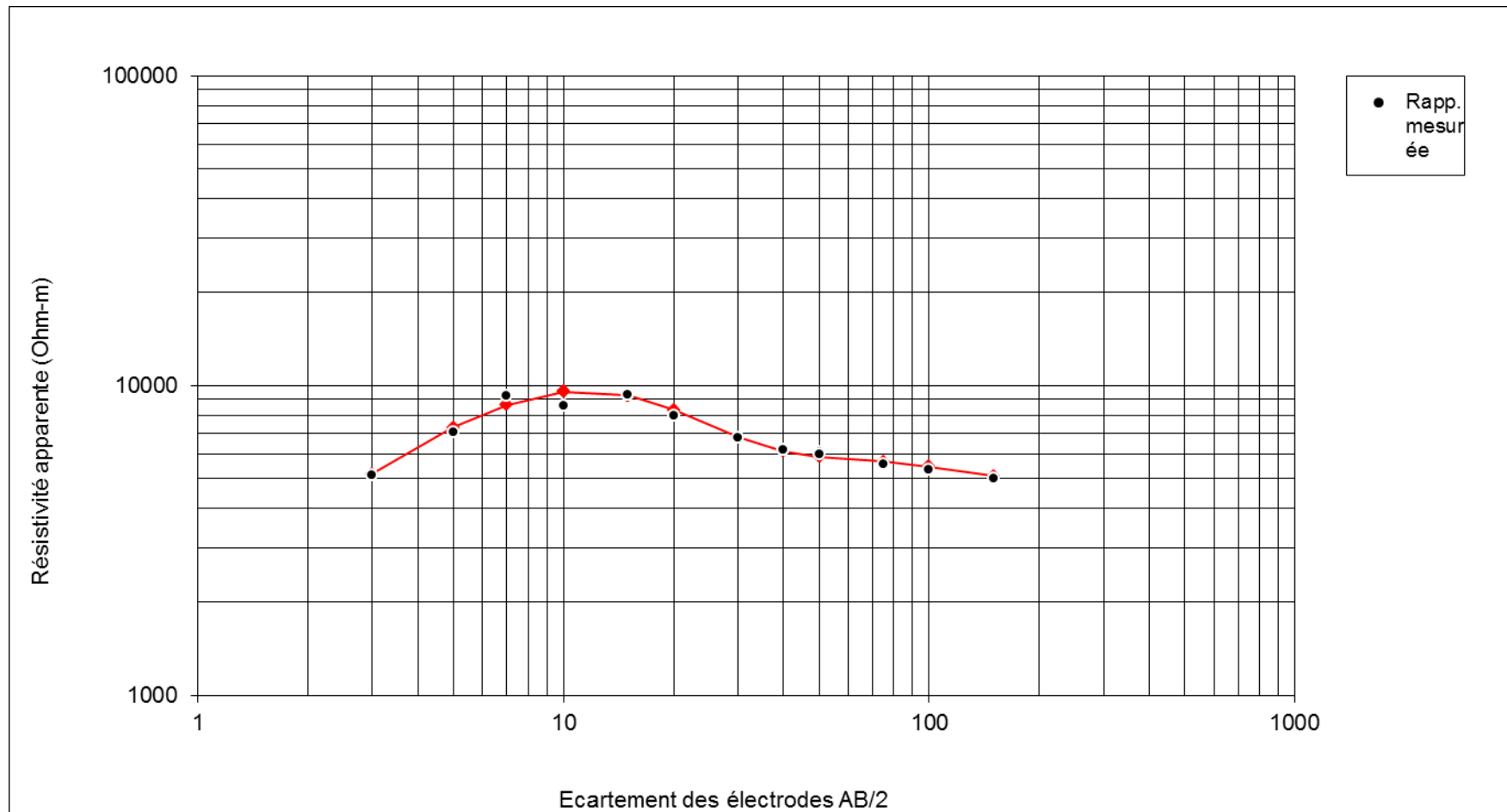
GRAPHIQUE SEV 27



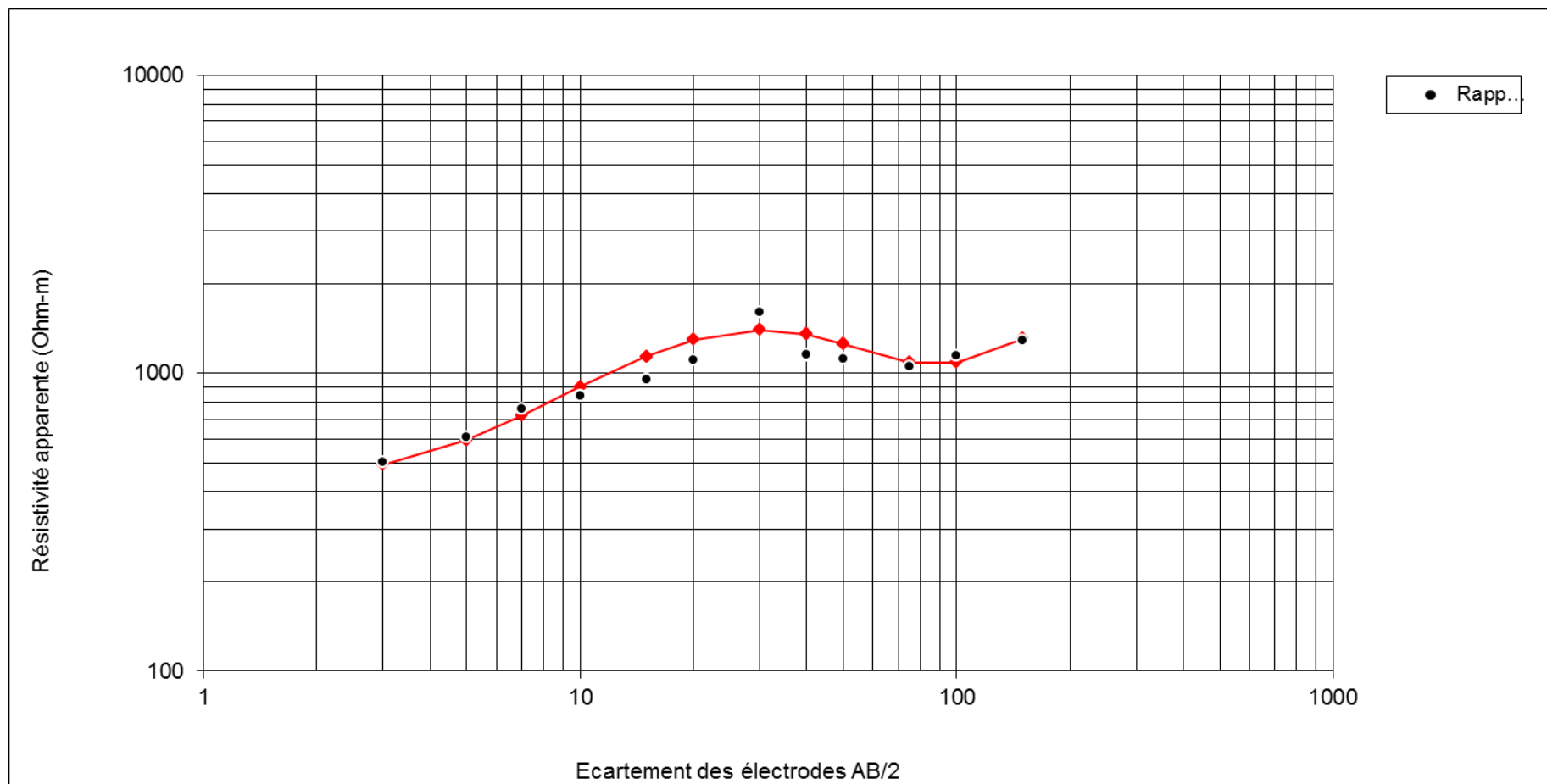
GRAPHIQUE SEV 28



GRAPHIQUE SEV 29



GRAPHIQUE SEV 30



Annexe 3 : Hydraulique et GIRE

Annexe 3.1 : Questionnaire



Études hydraulique, hydrologique et
hydrogéologique de la zone affectée au projet de construction du port en eau profonde de Kribi

ENQUETE SANITAIRE – VOLET HYDRAULIQUE –

AVANT PROPOS

CONSENTEMENT

Bonjour. Je m'appelle _____, et je travaille pour le compte du "Global Water Partnership Central Africa". Nous effectuons une enquête à laquelle nous souhaiterions que vous participiez. Je voudrais vous poser des questions sur votre mode d'utilisation de l'eau potable et d'assainissement. Ces informations seront utiles au "Global Water Partnership Central Africa" pour élaborer le rapport de l'étude hydraulique, hydrologique et hydrogéologique du site affecté au projet de construction du port en eau profonde de Kribi. L'enquête prend habituellement quinze minutes. Quelles que soient les informations que vous nous fournirez, elles resteront strictement confidentielles et ne seront divulguées à personne.

La participation à cette enquête est volontaire et vous pouvez décider de ne pas répondre à des questions personnelles ou à toutes les questions. Cependant, nous espérons que vous participiez à cette enquête car ce que vous pensez est d'un grand intérêt.

Avez-vous maintenant des questions à me poser concernant l'enquête ?

Signature de l'enquêteur: _____

Date: ____/____/____

Village : _____

I. VOLET APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE ET ASSAINISSEMENT

A USAGES DE L'EAU

Points de prélèvement de l'eau pour les différents usages

A₁ Boissons

Où prenez vous votre eau de boisson

- | | |
|-----------------------|--------------------------|
| 1. Puits | ☐ |
| 2. Forage | ☐ |
| 3. AEP | ☐ |
| 4. Pluie | ☐ |
| 5. Rivière | ☐ |
| 6. Autres à spécifier | ☐ |

A₂ Lessives

Avec quelle eau faites vous votre lessive ?

- | | |
|-----------------------|--------------------------|
| 1. Puits | ☐ |
| 2. Forage | ☐ |
| 3. AEP | ☐ |
| 4. Pluie | ☐ |
| 5. Rivière | ☐ |
| 6. Autres à spécifier | ☐ |

(Si 1, 2, 3, 4, 5, passer à B₂)

A₃ Bains

Où prenez vous de l'eau pour votre bain ?

- | | |
|------------|--------------------------|
| 1. Maison | ☐ |
| 2. Rivière | ☐ |

Si 1., avec quelle eau ?

- | | |
|-----------------------|--------------------------|
| 1. Puits | ☐ |
| 2. Forage | ☐ |
| 3. AEP | ☐ |
| 4. Pluie | ☐ |
| 5. Autres à spécifier | ☐ |
-

B. MODE DE PUISAGE, DE TRANSPORT ET DE STOCKAGE DE L'EAU

B₁ Comment transportez-vous votre eau lorsque vous la puisez ?

- 1. Seau ☐
 - 2. Pompe ☐
 - 3. Bassine ☐
 - 4. bidon ☐
 - 5. Autre à spécifier ☐
-

B₂ la transportez vous dans les mêmes récipients ?

- 1. Oui ☐
- 2. Non ☐

B₃ Comment stockez-vous votre eau ?

- 1. Bassine ☐
 - 1) Ouverte ☐
 - 2) Fermée ☐
- 2. Bidon ☐
- 3. Seau ☐
 - 1) Ouvert ☐
 - 2) Fermé ☐

B₅ Comment vous servez vous de l'eau pour boire ?

- 1. Un gobelet commun ☐
- 2. Plusieurs gobelets communs ☐
- 3. Verre ☐
- 4. Autre à spécifier ☐

B₆ Faites vous subir un traitement quelconque à votre eau avant de la boire ?

- 1. Oui ☐
- 2. Non ☐

Si oui lequel ?

- 1. Filtration ☐
- 2. Bouillir ☐
- 3. Autre à spécifier ☐

B₇ Examen visuel des installations d'approvisionnement en eau potable si elles existent

■ Puits

- | | | | | |
|-----------------|-----|--------------------------|-----|--------------------------|
| 1. Moderne | Oui | ☐ | Non | ☐ |
| 2. Traditionnel | Oui | ☐ | Non | ☐ |

❖ Etat margelle

❖ Etat parois

❖ Aire assainie

■ Rivières

1. Distance jusqu'au domicile _____ mètres environ
2. Etat du point de prélèvement et des environs si visité

C. ASSAINISSEMENT

C₁ Où est-ce que les membres de la famille vont-ils faire les selles ?

- | | |
|-----------------------|--------------------------|
| 1. Champs | ☐ |
| 2. Rivière | ☐ |
| 3. Brousse | ☐ |
| 4. Fosse | ☐ |
| 5. Autres à spécifier | ☐ |

Si 4. Comment est votre fosse ?

Avec superstructure

- | | | |
|----------|-----|--------------------------|
| En béton | Oui | ☐ |
| | Non | ☐ |

En bois

Oui ☐
Non ☐

Avec aménagement de surface

Murs

Oui ☐
Non ☐

Couverture

Oui ☐
Non ☐

Observation visuelle de chaque installation

Qu'utilisez-vous pour vous nettoyer après être allé aux selles ?

1. Papier hygiénique ☐
2. Papier journal ☐
3. Papier carton ☐
4. Feuille d'arbre ☐
5. Epi de maïs ☐
6. Eau

A quelle distance de la maison se trouve votre fosse d'aisance ?

1. Moins de 10 mètres ☐
2. Plus de 10 mètres ☐

C₂ LAVAGE DES MAINS

Vous lavez vous les mains régulièrement ?

1. Oui ☐
2. Non ☐

A quelles occasions ?

3. Avant de manger ☐
 4. Après avoir mangé ☐
 5. Après être allé aux selles ☐
 6. Autres à spécifier ☐
-

Comment vous lavez vous les mains ?

1. Eau simple ☐
- 309 ☐
- ☐
- ☐

2. Eau plus savon
 1. Dans une bassine commune
 2. Autres à spécifier
-

D. MALADIES D'ORIGINE HYDRIQUE

D₁ Quelle est la dernière fois qu'un membre de la famille est tombé malade ?

1. 1 jour ☐
2. 1 semaine ☐
3. 2 semaines ☐
4. Plus de 2 semaines ☐

D₂ De quoi souffrait-il ?

1. Maux de tête ☐
2. Diarrhée ☐
3. Maux de ventre ☐
4. Autres à spécifier ☐

D₃ Comment avez-vous fait pour le soigner

1. Rien ☐
2. Médicament à la maison ☐
3. Dispensaire ☐
4. Guérisseur ☐

D₄ Savez vous à quoi était du sa maladie ?

1. Sorcier ☐
 2. Saleté ☐
 3. Autres à spécifier ☐
-

D₅ Que comptez-vous faire pour éviter qu'il ne retombe malade ?

E ORDURES MENAGERES

Où jetez vous vos ordures ?

- 1. Fosse ☐
- 2. Rivière ☐
- 3. Air libre ☐

Si 1. Fermez vous cette fosse après usage ?

- 1) Oui ☐
- 2) Non ☐

Si 3. Quel traitement faites vous subir à vos ordures ?

- 1. Rien ☐
- 2. Bruler ☐
- 3. Autre à spécifier ☐

II. ELEVAGE

A₁ Pratiquez-vous un élevage ?

A₂ Quelles sont les espèces que vous élevez ?

A₃ A quoi sont destinés les produits Consommation ☐ Commercialisation ☐

A₄ Avez-vous des enclos pour l'élevage Oui ☐ Non ☐

A₆ Comment procédez-vous pour abreuver vos bêtes ?

A₇ Les animaux domestiques ont-ils accès à votre récipient de stockage d'eau de boisson ?

- 1. Oui ☐
- 2. Non ☐

Si oui lesquels

- 1. Poules ☐
- 2. Chèvres ☐
- 3. Porcs ☐

III. AGRICULTURE

A₁ Avez-vous une parcelle sur laquelle vous pratiquez de l'agriculture ? ☐ Oui Non ☐

A₂ Que cultivez-vous ? _____

A₃ Arrosez-vous ces cultures par moment ? Oui ☐ Non ☐

A₄ Par quel moyen

- 1. Arrosoir ☐
- ☐
- ☐

2. Seau

3. Autre à préciser

A₅ Quel est le temps que vous consacrez à l'agriculture ?

1. L'essentiel de mon temps ☐

2. La moitié de mon temps ☐

3. Très peu de temps ☐

Annexe 4.1

Rivière : Grand Kabongwe **Station :** Jaugeage N° : 01
Date : 01 Avril 2011 **Moulinet :** 65851 C 31
- 00 **Hélice :** 1 - 70944

Observations : Jaugeage à la perche coulissante
Si $n < 0,64$, $V = 0,2455 n + 0,014$. Si $n \geq 0,64$, $V = 0,2595 n + 0,005$

	Heure	Hauteur
Début	10h20	014Cm
Fin	10H31	014cm

313

Annexe 4.2

FICHE DE JAUGEAGE

Rivière : Likodo

Station :

Jaugeage N° : 01

Date : 27 Mars

Moulinet : 65851 C 31

2011

- 00

Hélice : 1 - 70944

Observations : Jaugeage à la perche
coulissante

Si $n < 0,64$, $V = 0,2455 n + 0,014$. Si $n > 0,64$, $V = 0,2595 n + 0,005$

	Heure	Hauteur
Début	11h00	
Fin	11h26	

N° verticale	Distance	Prof	Hélice à	Nbre tours	Temps mis	Tours / sec.	Vitesses
RG	2m						
7	2,5	0,17					
		F	0,1	20	30	0,66666667	0,178
6	3	0,2					
		F	0,1	6	30	0,2	0,0631
5	4	0,27					
		F	0,1	24	30	0,8	0,2126
		S	0,2	34	30	1,13333333	0,2991
4	5	0,32					
		F	0,2	31	30	1,03333333	0,27315
3	6,5	0,28					
		F	0,1	31	30	1,03333333	0,27315
		S	0,22	42	30	1,4	0,3683
2	8	0,23					
		F	0,1	20	30	0,66666667	0,178
1	10	0,2					
		F	0,13	10	30	0,33333333	0,09583333
RD	11,1						

Annexe 4.3

FICHE DE JAUGEAGE

Rivière : Lolabé
Date : 28-mars-11

Station :
Moulinet : 65851 C 31
- 00

Jaugeage N° : 01

Hélice : 1 - 70944

Si $n < 0,64$, $V = 0,2455 n + 0,014$. Si $n > 0,64$, $V = 0,2595 n + 0,005$

	Heure	Hauteur
Début	13h33	548 cm
Fin	13h58	548 cm

N° verticale	Distance	Prof	Hélice à	Nbre tours	Temps mis	Tours / sec.	Vitesses
RD	0,8						
1	1,8	0,2					
		F	0,1	18	30	0,6	0,1607
2	2,8	0,45					
		F	0,1	15	30	0,5	0,13675
			0,25	29	30	0,96666667	0,25585
		S	0,35	30	30	1	0,2645
3	4	0,66					
		F	0,1	3	30	0,1	0,03855
			0,3	14	30	0,46666667	0,12856667
		S	0,55	30	30	1	0,2645
4	5,5	0,65					
		F	0,1	7	30	0,23333333	0,07128333
			0,3	12	30	0,4	0,1122
		S	0,55	15	30	0,5	0,13675
5	7	0,61					
		F	0,1	8	30	0,26666667	0,07946667
			0,25	10	30	0,33333333	0,09583333
		S	0,5	10	30	0,33333333	0,09583333
6	9	0,73					
		F	0,1	8	30	0,26666667	0,07946667
			0,3	14	30	0,46666667	0,12856667
			0,5	18	30	0,6	0,1607
		S	0,65	17	30	0,56666667	0,15311667
7	10,5	0,33					
		F	0,18	0	30	0	0,014
8	11,8	0,16					
		F	0,09	0	30	0	0,014
RG	12,6						

Annexe 4.4

FICHE DE JAUGEAGE

Rivière : Lolabé **Station :** **Jaugeage N° :** 02
Date : 31-mars-11 **Moulinet :** 65851 C 31 - 00 **Hélice :** 1 - 70944

Observations : Jaugeage à la perche coulissante
 Si $n < 0,64$, $V = 0,2455 n + 0,014$. Si $n > 0,64$, $V = 0,2595 n + 0,005$

	Heure	Hauteur
Début	12H20	541cm
Fin	12H40	541cm

N° verticale	Distance	Prof	Hélice à	Nbre tours	Temps mis	Tours / sec.	Vitesses
RD	2,55						
1	3,2	0,3					
		F	0,1	4	30	0,13333333	0,04673333
		S	0,2	4	30	0,13333333	0,04673333
2	3,7	0,6					
		F	0,2	12	30	0,4	0,1122
			0,4	31	30	1,03333333	0,26768333
		S	0,53	30	30	1	0,2645
3	4,3	0,57					
		F	0,1	31	30	1,03333333	0,27315
			0,25	33	30	1,1	0,29045
		S	0,45	33	30	1,1	0,29045
4	4,9	0,65					
		F	0,1	34	30	1,13333333	0,2991
			0,35	37	30	1,23333333	0,32505
		S	0,55	30	30	1	0,2645
5	5,5	0,3					
		F	0,15	29	30	0,96666667	0,25585
6	6,2	0,22					
		F	0,15	4	30	0,13333333	0,04673333
RG	7,15						

Annexe 4.5

FICHE DE JAUGEAGE

Rivière : Lolabé

Station :

Jaugeage N° :03

Date : 01-avr-11

Moulinet : 65851 C
31 - 00

Hélice : 1 - 70944

Observations : Jaugeage à la perche coulissante

Si $n < 0,64$, $V = 0,2455 n + 0,014$. Si $n > 0,64$, $V = 0,2595 n + 0,005$

	Heure	Hauteur
Début	8H35	539
Fin	9H04	539

N° verticale	Distance	Prof	Hélice à	Nbre tours	Temps mis	Tours / sec.	Vitesses
RD	2,55						
1	3	0,28					
		F	0,15	1	30	0,03333333	0,02218333
2	3,7	0,59					
		F	0,1	3	30	0,1	0,03855
			0,35	20	30	0,66666667	0,178
		S	0,5	28	30	0,93333333	0,2472
3	4,2	0,57					
		F	0,1	47	30	1,56666667	0,41155
			0,3	43	30	1,43333333	0,37695
		S	0,45	35	30	1,16666667	0,30775
4	4,8	0,53					
		F	0,1	47	30	1,56666667	0,41155
			0,3	43	30	1,43333333	0,37695
		S	0,45	35	30	1,16666667	0,30775
5	5,3	0,3					
		F	0,15	25	30	0,83333333	0,22125
6	6	0,19					
		F	0,1	6	30	0,2	0,0631
7	6,5	0,19					
		F	0,1	1	30	0,03333333	0,02218333
RG	7,1						

Annexe 4.6

FICHE DE JAUGEAGE

Rivière : Lolabé

Station :

Jaugeage N° :03

Date : 01-avr-11

Moulinet : 65851 C
31 - 00

Hélice : 1 - 70944

Observations : Jaugeage à la perche coulissante

Si $n < 0,64$, $V = 0,2455 n + 0,014$. Si $n > 0,64$, $V = 0,2595 n + 0,005$

	Heure	Hauteur
Début	8H35	539
Fin	9H04	539

N° verticale	Distance	Prof	Hélice à	Nbre tours	Temps mis	Tours / sec.	Vitesses
RD	2,55						
1	3	0,28					
		F	0,15	1	30	0,03333333	0,02218333
2	3,7	0,59					
		F	0,1	3	30	0,1	0,03855
			0,35	20	30	0,66666667	0,178
		S	0,5	28	30	0,93333333	0,2472
3	4,2	0,57					
		F	0,1	47	30	1,56666667	0,41155
			0,3	43	30	1,43333333	0,37695
		S	0,45	35	30	1,16666667	0,30775
4	4,8	0,53					
		F	0,1	47	30	1,56666667	0,41155
			0,3	43	30	1,43333333	0,37695
		S	0,45	35	30	1,16666667	0,30775
5	5,3	0,3					
		F	0,15	25	30	0,83333333	0,22125
6	6	0,19					
		F	0,1	6	30	0,2	0,0631
7	6,5	0,19					
		F	0,1	1	30	0,03333333	0,02218333
RG	7,1						

Annexe 4.7

FICHE DE JAUGEAGE

Rivière :Lolo

Station : Amont
Moulinet : 65851 C
31 - 00

Jaugeage N° : 02

Date :31 Mars 2011

Hélice : 1 - 70944

Observations : Jaugeage à la perche coulissante

Si $n < 0,64$, $V = 0,2455 n + 0,014$. Si $n > 0,64$, $V = 0,2595 n + 0,005$

	Heure	Hauteur
Début	10h41	540cm
Fin	11h05	540cm

N° verticale	Distance	Prof	Hélice à	Nbre tours	Temps mis	Tours / sec.	Vitesses
RG	0,9						
1	1,2	0,25					
		F	0,1	5	30	0,16666667	0,05491667
		S	0,2	5	30	0,16666667	0,05491667
2	2	0,2					
		F	0,1	15	30	0,5	0,13675
		S	0,15	21	30	0,7	0,18665
3	2,7	0,26					
		F	0,1	105	30	3,5	0,91325
		S	0,2	125	30	4,16666667	1,08625
4	3,7	0,2					
		F	0,15	43	30	1,43333333	0,37695
5	4,2	0,27					
		F	0,1	39	30	1,3	0,34235
6	4,7	0,15					
		F	0,1	34	30	1,13333333	0,2991
7	5,2	0,18					
		F	0,13	9	30	0,3	0,08285
RG	6,45						

Annexe 4.8

FICHE DE JAUGEAGE

Rivière :Lolo

Station : Amont
Moulinet : 65851 C 31
- 00

Jaugeage N° : 02

Date :31 Mars 2011

Hélice : 1 - 70944

Observations : Jaugeage à la perche coulissante

Si $n < 0,64$, $V = 0,2455 n + 0,014$. Si $n > 0,64$, $V = 0,2595 n + 0,005$

	Heure	Hauteur
Début	10h41	540cm
Fin	11h05	540cm

N° verticale	Distance	Prof	Hélice à	Nbre tours	Temps mis	Tours / sec.	Vitesses
RG	0,9						
1	1,2	0,25					
		F	0,1	5	30	0,16666667	0,05491667
		S	0,2	5	30	0,16666667	0,05491667
2	2	0,2					
		F	0,1	15	30	0,5	0,13675
		S	0,15	21	30	0,7	0,18665
3	2,7	0,26					
		F	0,1	105	30	3,5	0,91325
		S	0,2	125	30	4,16666667	1,08625
4	3,7	0,2					
		F	0,15	43	30	1,43333333	0,37695
5	4,2	0,27					
		F	0,1	39	30	1,3	0,34235
6	4,7	0,15					
		F	0,1	34	30	1,13333333	0,2991
7	5,2	0,18					
		F	0,13	9	30	0,3	0,08285
RG	6,45						

Annexe 4.9

FICHE DE JAUGEAGE

Rivière : Lolo

Station : Amont

Jaugeage N° : 01

Date : 24 Mars 2011

Moulinet : 65851 C 31 -
00

Hélice : 1 - 70944

Observations : Jaugeage à la perche coulissante

Si $n < 0,64$, $V = 0,2455 n + 0,014$. Si $n > 0,64$, $V = 0,2595 n + 0,005$

	Heure	Hauteur
Début	16h30	574cm
Fin	17h12	574cm

N° verticale	Distance	Prof	Hélice à	Nbre tours	Temps mis	Tours / sec.	Vitesses
RD	0,8						
1	2	0,58					
		F	0,1	0	30	0	0,014
			0,2	4	30	0,13333333	0,04673333
			0,35	5	30	0,16666667	0,05491667
		S	0,5	11	30	0,36666667	0,10401667
2	2,5	0,7					
		F	0,15	6	30	0,2	0,0569
			0,4	10	30	0,33333333	0,0915
		S	0,6	17	30	0,56666667	0,15205
3	5	0,78					
		F	0,15	16	30	0,53333333	0,1434
			0,4	21	30	0,7	0,18665
		S	0,7	20	30	0,66666667	0,178
4	4	0,71					
		F	0,15	30	30	1	0,2645
			0,4	22	30	0,73333333	0,1953
		S	0,6	23	30	0,76666667	0,20395
5	5	0,78					
		F	0,15	31	30	1,03333333	0,27315
			0,4	34	30	1,13333333	0,2991
		S	0,6	35	30	1,16666667	0,30775
6	6	0,65					
		F	0,15	28	30	0,93333333	0,2472

			0,3	34	30	1,13333333	0,2991
		S	0,6	34	30	1,13333333	0,2991
7	7	0,52					
		F	0,15	9	30	0,3	0,08285
			0,25	18	30	0,6	0,1607
		S	0,45	29	30	0,96666667	0,25585
8	24	0,29					
		F	0,2	22	30	0,73333333	0,1953
9	8,5	0,18					
		F	0,1	22	30	0,73333333	0,1953
10	9	0,17					
		F	0,1	18	30	0,6	0,1607
11	9,5	0,2					
		F	0,1	6	30	0,2	0,0631
RG	10,1						

Annexe 4.10

FICHE DE JAUGEAGE							
Rivière : Lolo		Station : AVAL		Jaugeage N° : 01			
Date : 26 Mars 2011		Moulinet : 65851 C 31 - 00		Hélice : 1 - 70944			
Observations : Jaugeage à la perche coulissante Si $n < 0,64$, $V = 0,2455 n + 0,014$. Si $n > 0,64$, $V = 0,2595 n + 0,005$				Heure		Hauteur	
				Début		15H50	
				Fin		17H24	
				531cm		531cm	

N° verticale	Distance	Prof	Hélice à	Nbre tours	Temps mis	Tours / sec.	Vitesses
RG	0,9						
1	2	0,49					
		F	0,1	2	30	0,06666667	0,03036667
			0,3	4	30	0,13333333	0,04673333
		S	0,4	4	30	0,13333333	0,04673333
2	3	0,83					
		F	0,3	7	30	0,23333333	0,07128333
			0,5	9	30	0,3	0,08765
		S	0,65	9	30	0,3	0,08765
3	4,5	0,83					
		F	0,15	5	30	0,16666667	0,05491667
			0,4	2	30	0,06666667	0,03036667
		S	0,75	9	30	0,3	0,08765
4	6	0,51					
		F	0,1	12	30	0,4	0,1122
			0,25	14	30	0,46666667	0,12856667
		S	0,4	14	30	0,46666667	0,12856667
5	7,5	0,5					
		F	0,1	15	30	0,5	0,13675
			0,3	16	30	0,53333333	0,14493333
		S	0,45	16	30	0,53333333	0,14493333

6	9	1,04					
		F	0,2	0	30	0	0,014
			0,5	13	30	0,43333333	0,12038333
			0,8	15	30	0,5	0,13675
		S	0,9	14	30	0,46666667	0,12856667
7	10,5	0,98					
		F	0,2	5	30	0,16666667	0,05491667
			0,5	9	30	0,3	0,08765
		S	0,9	13	30	0,43333333	0,12038333
8	12,5	0,45					
		F	0,1	3	30	0,1	0,03855
			0,25	5	30	0,16666667	0,05491667
		S	0,38	15	30	0,5	0,13675
9	14	0,48					
		F	0,1	2	30	0,06666667	0,03036667
			0,25	6	30	0,2	0,0631
		S	0,4	11	30	0,36666667	0,10401667
10	15,5	0,58					
		F	0,15	4	30	0,13333333	0,04673333
			0,25	5	30	0,16666667	0,05491667
			0,45	9	30	0,3	0,08765
		S	0,53	12	30	0,4	0,1122
11	17	0,5					
		F	0,1	2	30	0,06666667	0,03036667
			0,25	4	30	0,13333333	0,04673333
		S	0,4	15	30	0,5	0,13675
12	18	0,57					
		F	0,08	2	30	0,06666667	0,03036667
			0,2	4	30	0,13333333	0,04673333
			0,3	4	30	0,13333333	0,04673333
			0,4	14	30	0,46666667	0,12856667
		S	0,5	18	30	0,6	0,1607
13	19	0,35					

		F	0,07	21	30	0,7	0,18665
		S	0,2	22	30	0,733333333	0,1953
14	20	0,25					
		F	0,07	24	30	0,8	0,2126
		S	0,18	25	30	0,833333333	0,22125
15	21	0,13					
		F	0,1	26	30	0,866666667	0,2299
RD	21,7						

Annexe 4.11

FICHE DE JAUGEAGE

Rivière : Lolo

Station : AVAL

Jaugeage N° : 02

Date : 27 Mars 2011

Moulinet : 65851 C
31 - 00

Hélice : 1 - 70944

Si $n < 0,64$, $V = 0,2455 n + 0,014$. Si $n \geq 0,64$, $V = 0,2595 n + 0,005$

	Heure	Hauteur
Début	7H18	528cm
Fin	8H16	528cm

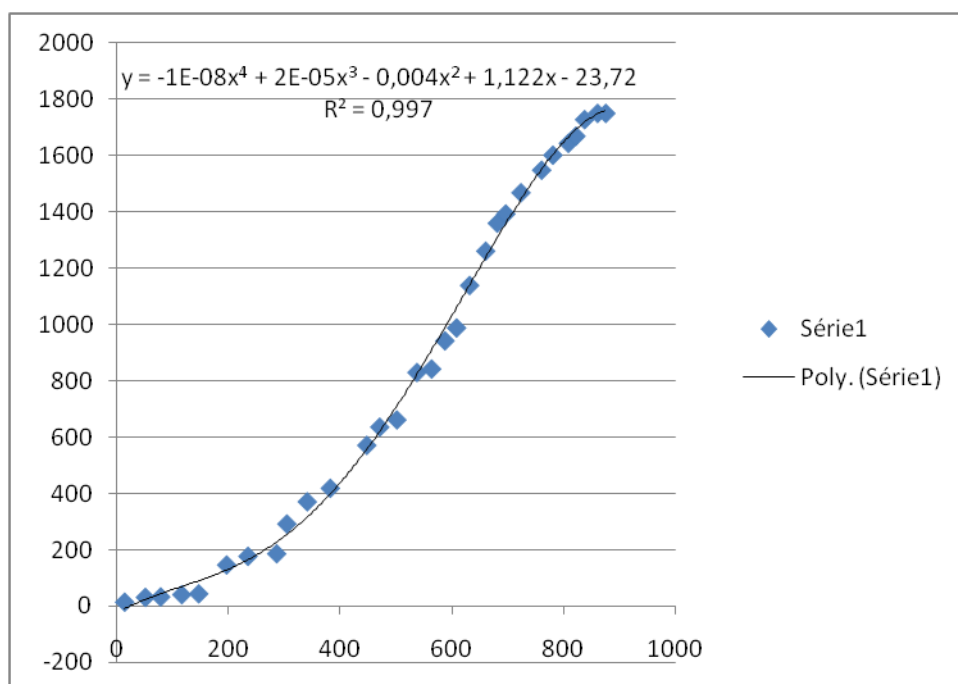
N° verticale	Distance	Prof	Hélice à	Nbre tours	Temps mis	Tours / sec.	Vitesses
RG	0,3						
1	2	0,55					
		F	0,3	3	30	0,1	0,03855
		S	0,45	3	30	0,1	0,03855
2	5,5	0,48					
		F	0,1	12	30	0,4	0,1122
			0,25	12	30	0,4	0,1122
		S	0,35	11	30	0,36666667	0,10401667
3	7,5	0,44					
		F	0,1	13	30	0,43333333	0,12038333
		S	0,35	13	30	0,43333333	0,12038333
4	9,5	1,16					
		F	0,1	3	30	0,1	0,03855
			0,3	12	30	0,4	0,1122
			0,5	12	30	0,4	0,1122
			0,7	13	30	0,43333333	0,12038333
		S	0,95	14	30	0,46666667	0,12856667
5	11,5	0,76					
		F	0,15	4	30	0,13333333	0,04673333
			0,35	3	30	0,1	0,03855
			0,5	12	30	0,4	0,1122
		S	0,65	13	30	0,43333333	0,12038333

6	13,5	0,44					
		F	0,2	4	30	0,13333333	0,04673333
		S	0,35	9	30	0,3	0,08765
7	15	0,63					
		F	0,2	4	30	0,13333333	0,04673333
			0,35	9	30	0,3	0,08765
		S	0,55	15	30	0,5	0,13675
8	16,5	0,49					
		F	0,2	1	30	0,03333333	0,02218333
			0,3	8	30	0,26666667	0,07946667
		S	0,4	12	30	0,4	0,1122
9	18	0,56					
		F	0,1	6	30	0,2	0,0631
			0,25	11	30	0,36666667	0,10401667
		S	0,4	14	30	0,46666667	0,12856667
10	19	0,28					
		F	0,09	17	30	0,56666667	0,15311667
		S	0,15	17	30	0,56666667	0,15311667
11	20,5	0,17					
		F	0,1	19	30	0,63333333	0,16948333
RD	21,6						

Annexe 4.12

13,1	14
50,2	30,8
77,6	32,8
115,4	40,6
145,9	43,8
195,8	146,2

Janvier

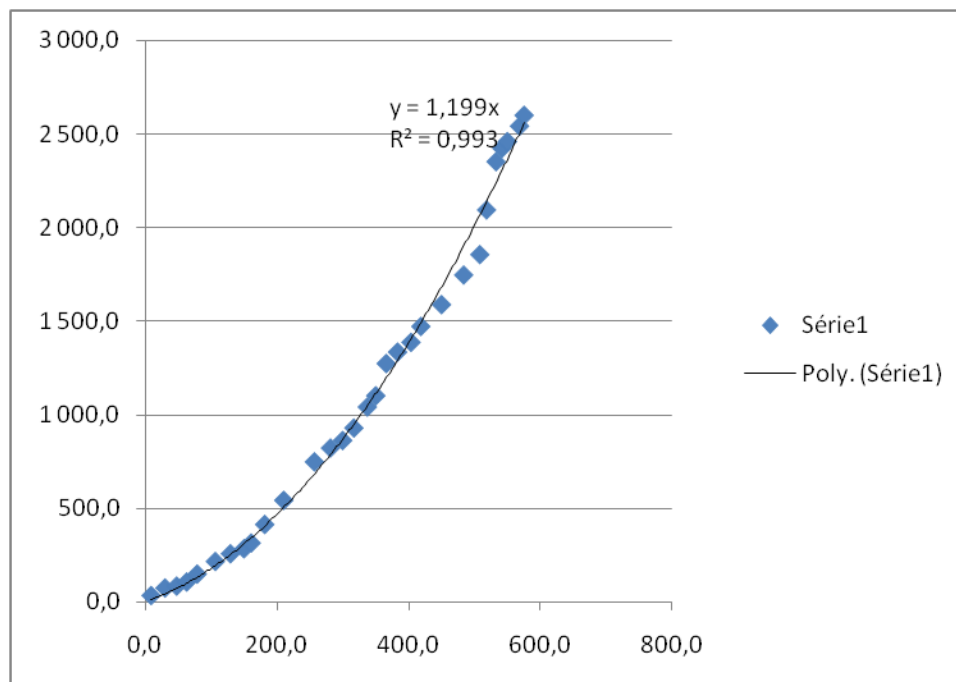


760,37	1549
780,57	1602,1
808,47	1644,5
821,97	1669,5
837,57	1728,4
860,67	1750,6
875,47	1750,6

Annexe 4.13

9,4	36,0
30,5	76,0
48,2	86,0
63,4	108,0
79,4	150,2
107,0	217,3
129,9	258,6
150,5	285,2

Février

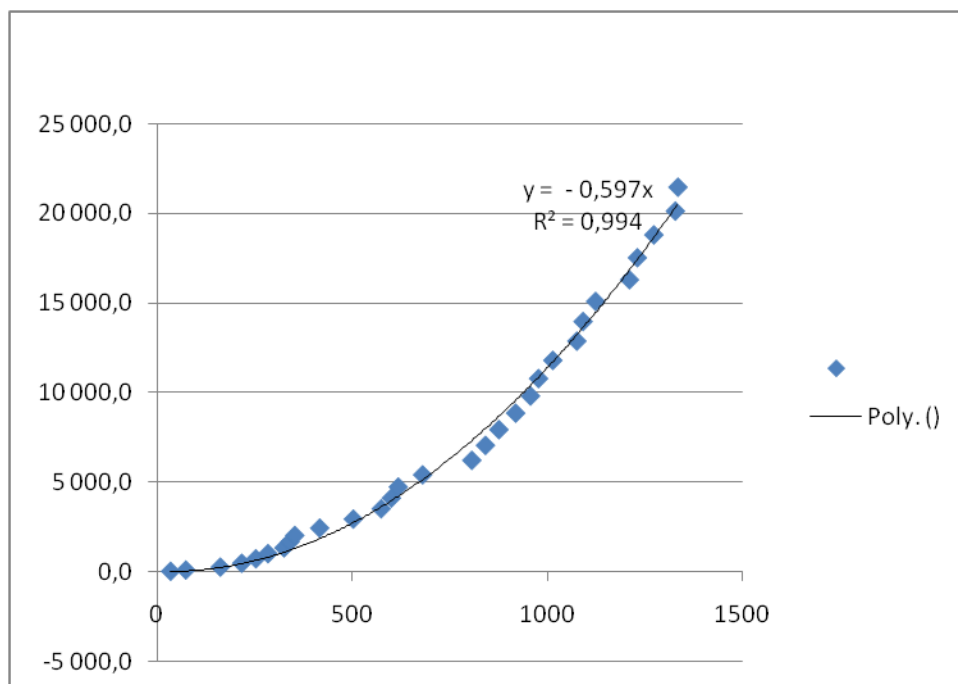


519,0	2 093,0
533,4	2 350,3
542,3	2 421,8
550,7	2 457,5
569,2	2 540,4
576,2	2 597,7

Annexe 4.14

33,1	33,1
72,1	105,2
160,7	265,9
215,4	481,3
251,7	733,0
282,7	1 015,7
324	1 339,7
339,2	1 678,9

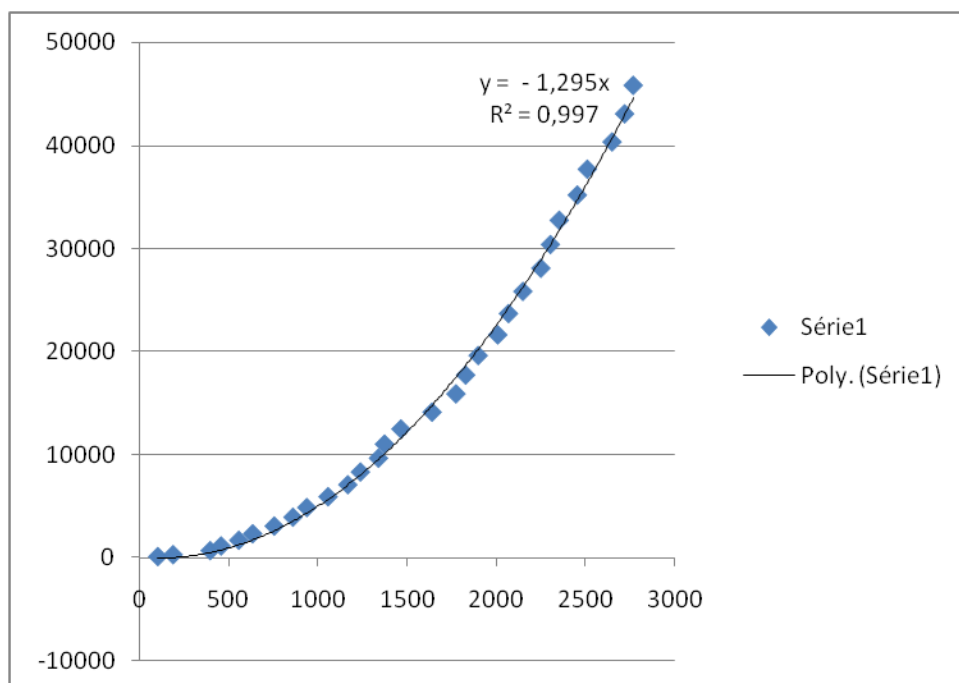
Mars



1125,4	15 092,4
1210,1	16 302,5
1230,4	17 532,9
1272,7	18 805,6
1327,8	20 133,4
1334,51	21 467,9

Annexe 4.15

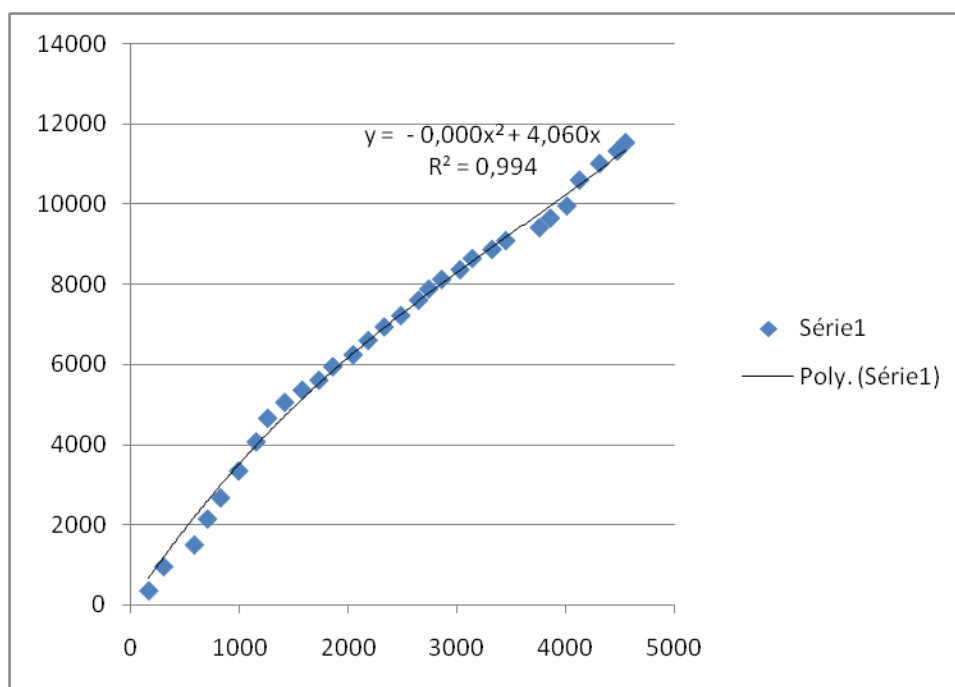
98,3	98,3	
184,3	282,6	Avril
392,3	674,9	



2005,9	21 612,0
2066,1	23 678,1
2147	25 825,1
2248	28 073,1
2301,61	30 374,7
2350,61	32 725,3
2452,61	35 177,9
2508,41	37 686,3
2647,41	40 333,8
2718,01	43 051,8
2766,01	45 817,8

Annexe 4.16

166	358,1	
302	961	
585	1503,1	Mai
706	2149,2	

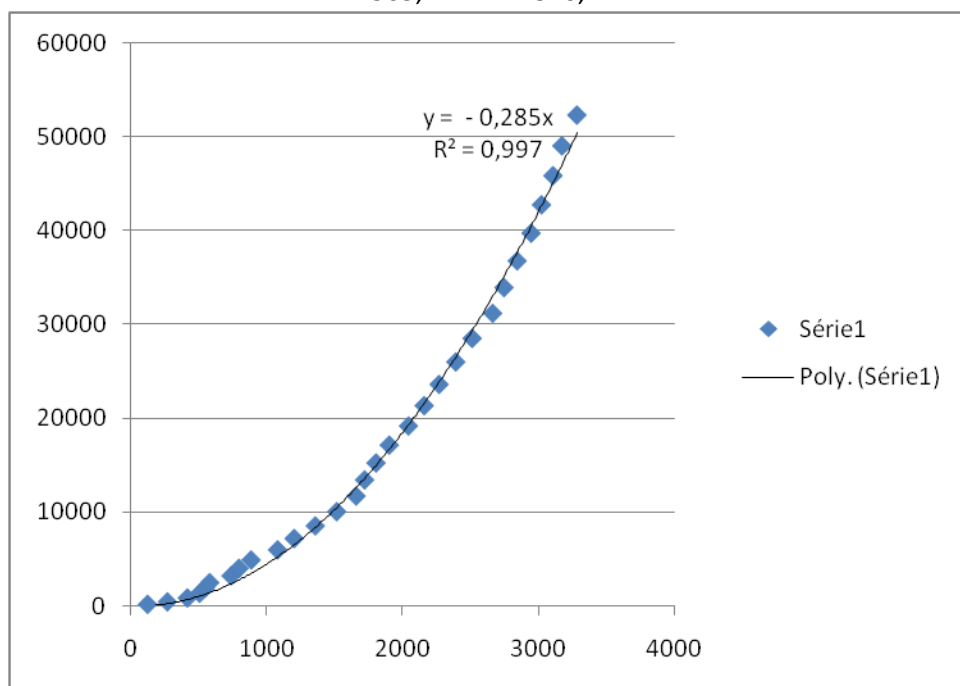


3142	8652,3
3324	8876,4
3450	9096
3760	9420,2
3861	9656,3
4013	9960,8
4128,4	10606
4313,4	11021,4
4477,4	11333,4
4552	11542

Annexe 4.17

122	122,0
268	390,0
415	805,0
505,4	1 310,4

Juin



2394,3	25 977,8
2515,3	28 493,1
2666,3	31 159,4
2749,78	33 909,2
2846,78	36 756,0
2949,78	39 705,7
3026,58	42 732,3
3111,48	45 843,8
3177,08	49 020,9
3287,28	52 308,2

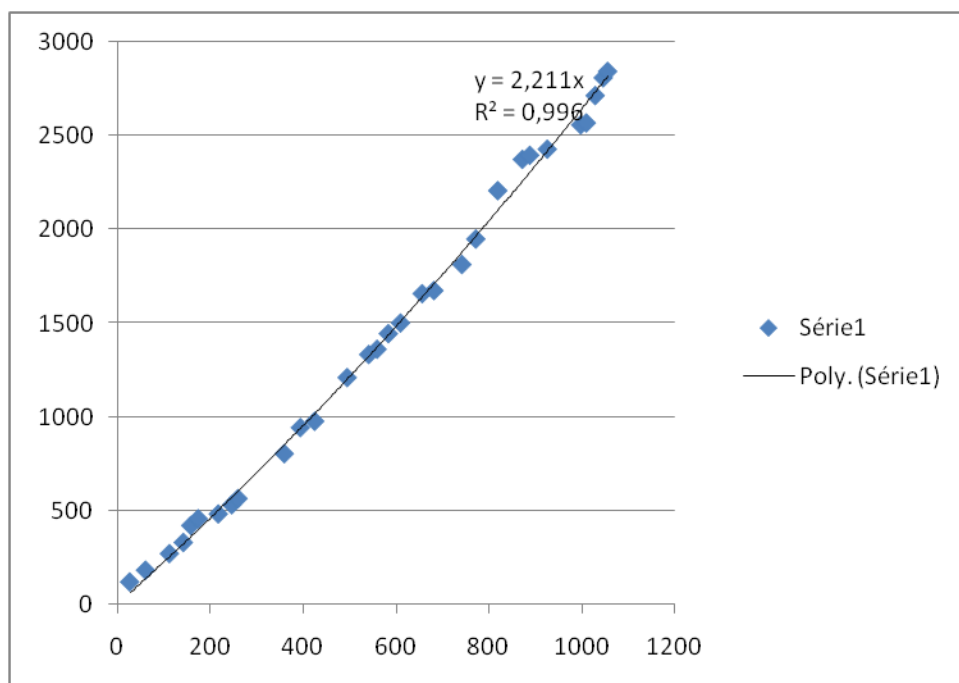
Annexe 4.18

27,2 119,9

61,3 183

Juillet

112,8 271,5



743,1 1815

773,1 1951,3

820,4 2209,5

873,4 2376,5

889,4 2398,3

927,2 2430,6

999,2 2560,7

1011,3 2571

1030,4 2717,1

1047,7 2811,8

1057,16 2846,2

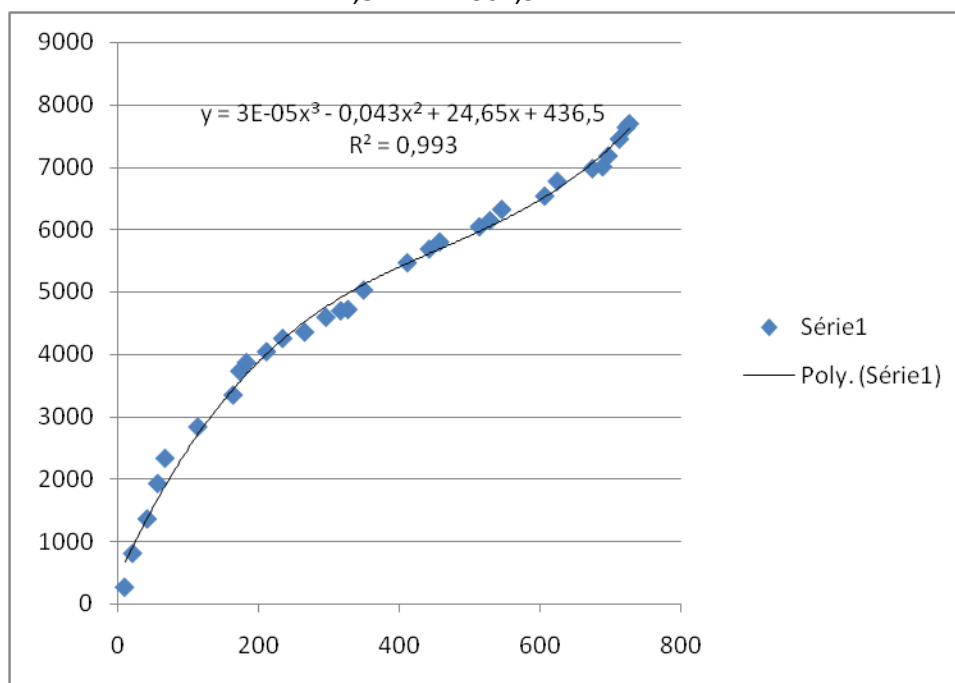
Annexe 4.19

9,7 270

21 812,1

41,8 1364,5

Août



513,4 6044,9

528,3 6143,1

545 6322,4

606 6536

623,78 6772,8

673,78 6976,5

688,28 7005,2

696,08 7179,3

712,08 7450,3

721,73 7634,4

726,19 7695,8

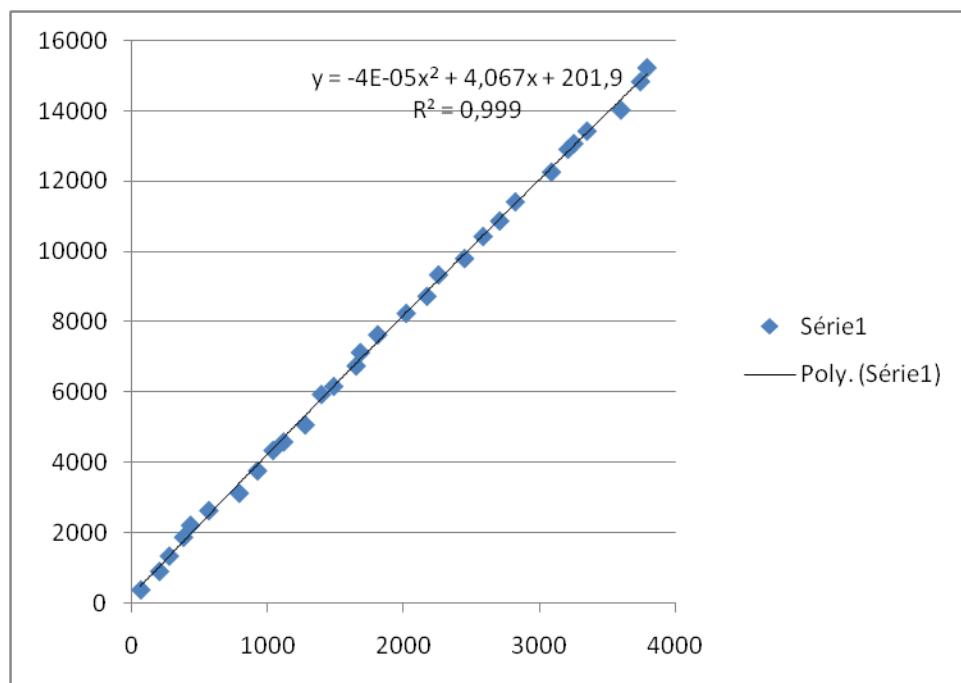
Annexe 4.20

63,9 379,2

200,9 904,5

273,2 1339,6

Septembre



2449,1 9802,4

2586,1 10431,3

2708,1 10871,1

2823,1 11416,5

3089 12261,1

3211 12910,5

3254,2 13074,3

3351,4 13427,3

3601,4 14028,7

3745,4 14833,4

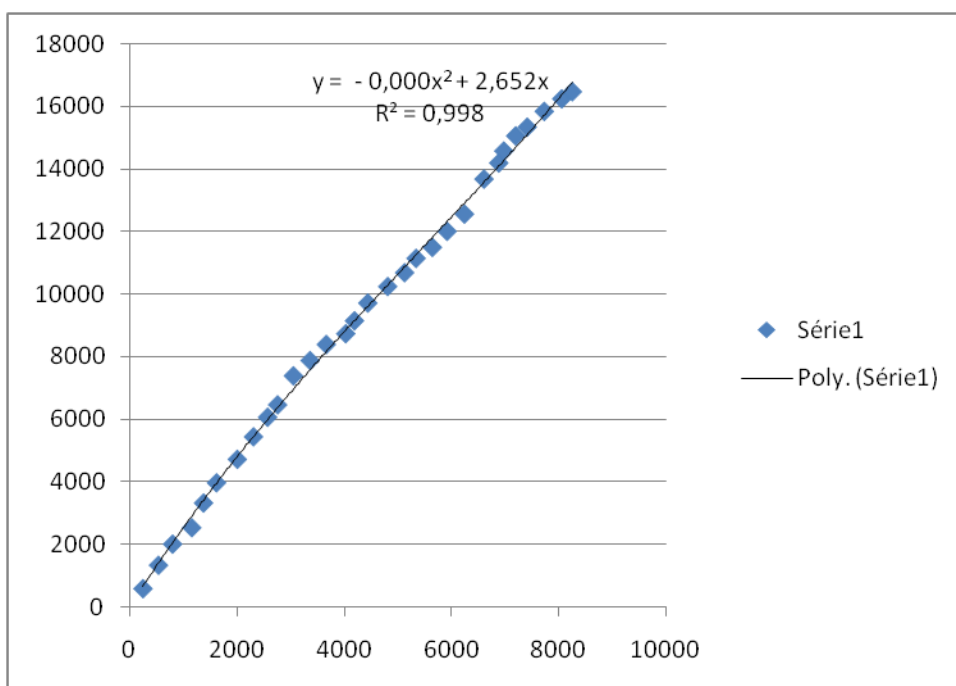
3793,2 15228,6

Annexe 4.21

253 561,6

542 1311

Octobre



5651 11481,2

5926 11994,4

6250 12546,7

6613 13665,9

6889,3 14181

6983,6 14564,6

7205,6 15049,7

7420,4 15327,8

7738,4 15831,3

8064,4 16233,3

8261,4 16461,8

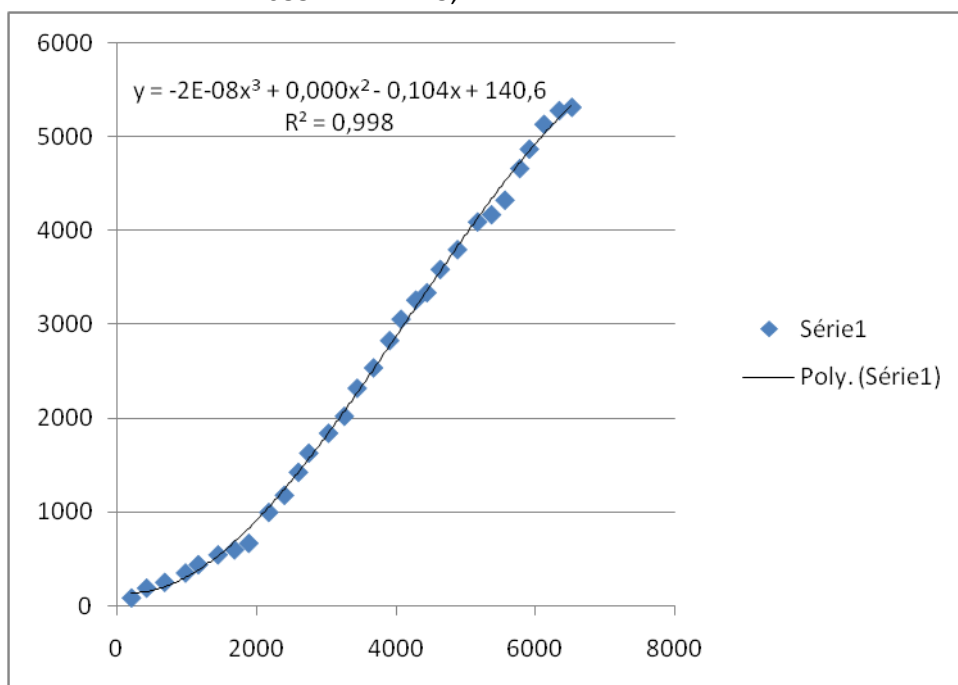
Annexe 4.22

212 79,1

429 184,2

688 245,4

Novembre



4447 3338,9

4636 3586,8

4883 3798,3

5171 4094,6

5372 4171,9

5564 4327,2

5776 4664,9

5913,1 4871,9

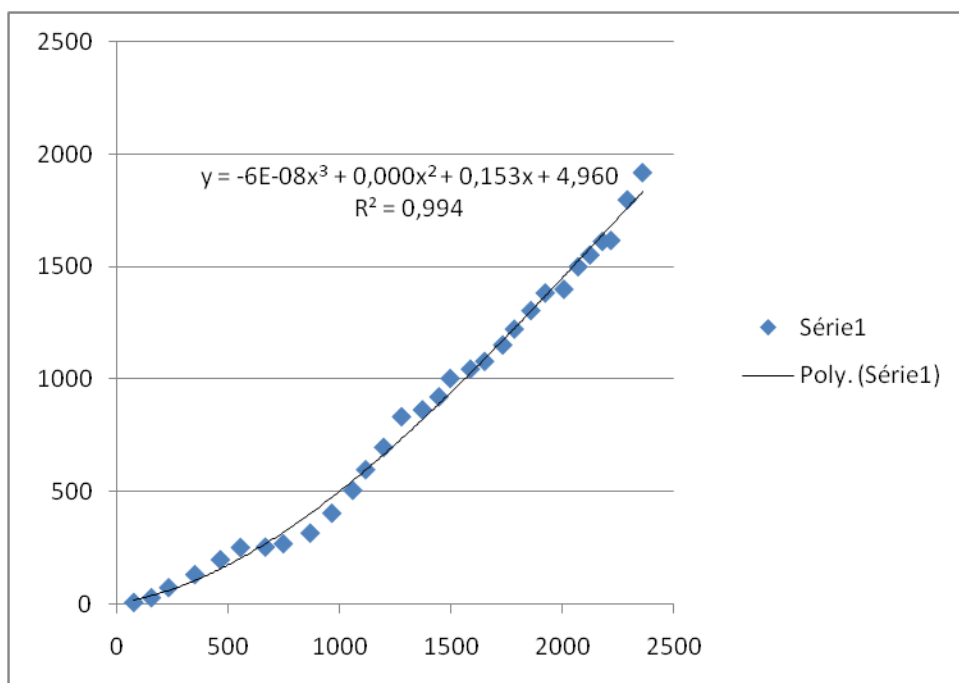
6125,1 5136,2

6342,1 5283,3

6523,1 5318,4

Annexe 4.23

74,2	6,5	
153,2	27,6	Décembre
230,7	72,2	



1733,3	1150,8
1785,5	1221,4
1860	1303,6
1924,4	1381,7
2008,67	1398,1
2072,27	1498,5
2125,27	1550,8
2181,17	1610,8
2219,77	1615,4
2293,17	1795,6
2361,67	1916,7

Annexe 5 : Pédologie

Annexe 5.1 : Description des profils pédologiques

N° du profil : P₁ (Sols ferrallitiques de plaine sur gneiss et micaschiste)

Horizon	Profondeur (cm)	Couleur	Texture	Consistance	Structure	Porosité	Racines	Présence de gravillons ou de cuirasses	Présence de taches
A1	0 - 06	10 YR4/3 Brun foncé	Limono-argileuse	Peu collant, non plastique	Granulaire	Assez fine et moyenne	Nombreuses racines fines et moyennes	R.A.S	R.A.S
B1	06- 20	10YR4/4	Limono – argileuse à argileuse	Collant, peu plastique	Faibles blocs angulaires irréguliers	Assez fine	Nombreuses racines fines et moyennes	R.A.S	R.A.S
B21	20 - 42	10YR5/6	argileuse	Collant et plastique	Blocs angulaires irréguliers	Assez fine	Peu de racines fines	R.A.S	Quelques taches*
B22	42 –120	10YR5/8	Argileuse	Collant et plastique	Blocs angulaires irréguliers	Non observable	Inexistantes presque	R.A.S	R.A.S

* 10R 4/8

N° du profil : P₂ (Sols ferrallitiques de pentes sur gneiss et quartzite micacé)

Horizon	Profondeur (cm)	Couleur	Texture	Consistance	Structure	Porosité	Racines	Présence de gravillons ou de cuirasses	Présence de taches
A1	0 - 07	10 YR4/3 Brun foncé	Limoneuse sablo-argileuse	Non collant, non plastique	Granulaire	Assez fine et moyenne	Nombreuses racines fines et moyennes	R.A.S	R.A.S
B1	07- 18	10YR4/6	Sablo-argileuse	Collant, peu plastique	Faibles blocs angulaires irréguliers	Assez fine	Nombreuses racines fines et moyennes	R.A.S	R.A.S
B2	18 – 60	10YR5/6	Sablo-argileuse	Collant et plastique	Faibles blocs angulaires irréguliers	Assez fine	Peu de racines fines	Présence de blocs de gneiss (30 – 35 cm de diamètre).	R.A.S
C	42 –120	Cuirasse latéritique et rocheuse							

N° du profil : P₃ (Sols sableux côtiers de plaine)

Horizon	Profondeur (cm)	Couleur	Texture	Consistance	Structure	Porosité	Racines	Présence de gravillons ou de cuirasses	Présence de taches
A1	0 - 08	10YR3/4	Limoneuse sablo-argileuse	Peu collant, non plastique	Granulaire	Assez fine et moyenne et grossière	Nombreuses racines fines et moyennes	R.A.S	R.A.S
B1	08- 25	10YR4/6	Limoneuse sablo-argileuse à sablo-argileuse	Collant, peu plastique	Blocs angulaires irréguliers	Assez fine	Nombreuses racines fines et moyennes ; très peu de grossières	R.A.S	R.A.S
B21	25 - 60	10YR5/6	Sablo-argileuse à argileuse	Collant et plastique	Sans structure à cause des gravillons	Assez fine	Peu de racines grossières et fines	Entre 15 et 20% de gravillons	R.A.S
B22	60-120	10YR5/8	Argileuse	Très collant et plastique	Sans structure à cause des gravillons	Non observable	R.A.S	> 35% de gravillons	R.A.S

N° du profil : P₄ (Sols ferrallitiques jaunes de plateau sur roches variées)

Horizon	Profondeur (cm)	Couleur	Texture	Consistance	Structure	Porosité	Racines	Présence de gravillons ou de cuirasses	Présence de taches
A11	0 - 06	10YR3/2	Humifère-sableuse	Non collant, non plastique	Particulaire (Sans structure)	Beaucoup plus fine	Nombreuses racines fines et moyennes ; peu de grossières	R.A.S	R.A.S
A12	06- 20	10YR3/4	Limono sableuse à sableuse	Non collant, non plastique	Particulaire (Sans structure)	Beaucoup plus fine	Quelques racines moyennes et fines	R.A.S	R.A.S
A13	20 - 42	10YR4/4	Sableuse	Non collant, non plastique	Particulaire (Sans structure)	Beaucoup plus fine	Quelques racines fines	R.A.S	R.A.S
A14	42 –120	10YR4/6	Sableuse	Non collant, non plastique	Particulaire (Sans structure)	Beaucoup plus fine	Très peu de racines fines	R.A.S	R.A.S

N° du profil : P₅ (Association Sols de plateaux sur gneiss et sols ferrallitiques Modaux)

Horizon	Profondeur (cm)	Couleur	Texture	Consistance	Structure	Porosité	Racines	Présence de gravillons ou de cuirasses	Présence de taches
Ap	0 - 10	10YR3/4	Sablo-Limoneuse	Non collant, non plastique	Granulaire	Assez fine et moyenne	Peu de racines fines et moyennes Nombreuses racines fines	R.A.S	R.A.S
B1	10- 25	10YR4/6	Sableuse limono – argileuse	Peu collant, peu plastique	blocs angulaires irréguliers	Beaucoup plus fine	Peu de racines fines et moyennes	Présence de gravillons	R.A.S
B21	25 - 70	10YR5/6	Sablo-argileuse à argileuse	Collant et peu plastique	Blocs angulaires irréguliers	Beaucoup plus fine	Peu de racines fines	Présence de gravillons et de gneiss plus ou moins altérés	R.A.S
B22	70 –120	10YR5/8	Argileuse	Collant et plastique	Blocs angulaires irréguliers	Beaucoup plus fine	Inexistantes presque	Gravillons et roches altérés	R.A.S

Annexe 5.2 : Structure du système de classification d’aptitude des terres

ORDRE	CLASSE	SOUS-CLASSE
Apte	I	Ie1d2p1
	II	Ile2p2
	III	Ile2p2p _r 3
	IV	III e4p4p _r 3
Inapte	V	Vf5m5t5

Annexe 5.3 : Tableau 4. Classification d'aptitude des sols des zones et leurs potentialités

Types de sols	Limitations selon les différentes classes	Potentialités agricoles	Niveau d'aptitude
Sols ferrallitiques de plaine sur gneiss et micaschistes	Ie1d2p1 : Sols très aptes où les risques dus au drainage interne, aux pentes légères et à l'érosion sont légers	Cultures vivrières (manioc, taro, gombo) en terre exondée ; Riziculture en zones inondables	Très élevé
Sols ferrallitiques jaunes de plateau	Ile2p2 : Sols aptes où les risques d'érosion dus aux pentes moyennes sont modérés	Cultures vivrières (manioc, bananiers, patates, taro)	Elevé
Associations sols ferrallitiques de plateau sur gneiss et sols ferrallitiques modaux	Ile2p2p,3 : Sols aptes où les risques de profondeur et d'érosion dus aux pentes moyennes sont modérés	Cultures annuelles (manioc, arachides) et pérennes (palmiers à huile, cacaoyers, autres fruitiers)	Elevé
Sols ferrallitiques de pentes sur gneiss et quartzite micacé	III e4p4p,3 : Sols moyennement aptes où les risques de profondeur du sol et d'érosion due aux pentes souvent fortes sont élevés	Vergers, sylviculture	Moyen
Sols sableux côtiers sur sédiments sableux	IVf5m5t5 : Sols marginalement aptes où les risques de manque de texture, de la matière organique et de fertilité tout court limitent leur utilisation	Cocotiers et palmier à huile si la nappe est très proche de la surface	Marginal
Sols lithiques (affleurements rocheux)	Vs5 : Sols inaptes où le sol et la matière organique sont plus ou moins inexistantes	Nulle	Nul

Annexe 5.4 : Photos des profils

Annexe 5.4.1 : Photo Profil 1



Photo 5.4.1 : Sols ferrallitiques de plaine sur gneiss et micaschistes

Annexe 5.4.2 : Photo Profil 2



Photo 5.4.2 : Sols ferrallitiques de pentes sur gneiss et quartzite micacé

Annexe 5.4.3 : Photo Profil 3



Photo 5.4.3 : Sols sableux côtiers de plaine

Annexe 5.4.4 : Photo Profil 4



Photo 5.4.4 : Sols ferrallitiques jaunes de plateau sur roches variées

Annexe 5.4.5 : Photo Profil 5



Photo 5.4.5 : Association Sols de plateaux sur gneiss et sols ferrallitiques Modaux

Annexe 5.4.6 : Photo Profil 6



Photo 5.4.6 : Déracinement d'une essence forestière sur sol ferrallitique de plaine sur gneiss

Annexe 6 : Questionnaire et guides d'entretien du volet Socio économie

Annexe 6.1 : Ménage



ETUDE HYDRAULIQUE, HYDROLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE DE LA
ZONE AFFECTEE AU PROJET DE CONSTRUCTION DU PORT EN EAU
PROFONDE DE KRIBI

QUESTIONNAIRE

(Ménage)

NB : En application de la loi n°91/023 du 16 décembre 1991 sur l'obligation du secret en matière statistique, les informations collectées dans le cadre de cette enquête resteront strictement confidentielles.

I - RENSEIGNEMENTS GENERAUX

A - Identification du questionnaire

Date :

Nom de l'enquêteur :

N° du questionnaire :

Cordonnées GPS : _____

Localisation par rapport aux layons : _____

B - Identification du chef de ménage

Q1.1 - Noms et prénoms : _____

Q1.2 - Tranche d'âge (cocher la case correspondante) :

1) 20 à 30 ans : ☐ 2) 30 à 40 ans : ☐ 3) 40 à 50 ans : ☐ Plus de 50 ans : ☐

Q1.3 - Sexe (cocher la case correspondante):

1) Masculin : ☐ 2) Féminin : ☐

Q1.4 - Situation matrimoniale (cocher la case correspondante):

1) Célibataire : ☐ 2) Marié : ☐ 3) Veuf/veuve : ☐ 4) Divorcé : ☐ 5) Séparé : ☐

6) Union libre : ☐

Q1.5 - Niveau d'instruction (cocher la case correspondante) :

1) Coranique : ☐ 2) Primaire : ☐ 3) Secondaire : ☐ 4) Supérieur : ☐ 5) Sans niveau : ☐

Q1.6 – Région d'origine : _____

Q1.7 – Origine ethnique : _____

Q1.8 – Taille du ménage :

Effectif des hommes : _____ Effectif des Femmes : _____ Effectif total : _____

Q1.9 – Statut socioprofessionnel (cocher la ou les case(s) correspondante(s)) :

1) Agriculteur : ☐ 2) Pêcheur : ☐ 3) Chasseur : ☐ Opérateur touristique : ☐
5) Salarié : ☐ Employeur : ☐ Ménagère : ☐ Retraité : ☐ Eleveur : ☐
10) Elève/étudiant : ☐ 11) Artisan/commerçant : ☐ 12) Sans emploi : ☐
13) Autres : _____

Q1.10 – Religion pratiquée : (cocher la case correspondante) :

1) Catholique : ☐ Protestant : ☐ Autres chrétiens : ☐ Musulman : ☐
5) Animiste : ☐ 6) Sans religion : ☐ Autres (à préciser) : _____

Q1.11 – Depuis combien de temps résidez-vous ici ? _____

Q1.12 – Votre principal mode d'éclairage : (cocher la case correspondante) :

1) AES Sonel : ☐ 2) Bougie : ☐ 3) Groupe électrogène : ☐ Energie solaire : ☐
5) Lampe à gaz : ☐ 6) Lampe à pétrole : ☐ 7) Autres (à préciser) : _____

Q1.13 – Votre principal mode de déplacement : (cocher la case correspondante) :

1) A pied : ☐ A Bicyclette : ☐ 3) A Moto : ☐ A Pirogue : ☐
5) A Voiture : ☐ 6) Autres (à préciser) : _____

Q1.14 – Votre principal moyen de communication fonctionnel : (cocher la case correspondante)

1) Téléphone Portable : ☐ Préciser le numéro _____ 2) Internet : ☐
3) Téléphone fixe : ☐ Préciser le numéro _____ 4) Autres (à préciser) : _____

Q1.15 – Votre principal type d'énergie utilisée pour la cuisson : (cocher la case correspondante) :

1) Bois de chauffe : ☐ 2) Charbon : ☐ 3) Bois de chauffe et charbon : ☐ Pétrole : ☐
5) Gaz : ☐ 6) Autres (à préciser) : _____

Q1.16 – Votre principal mode de conservation des aliments : (cocher la case correspondante) :

1) Congélateur/réfrigérateur : ☐ 2) Chauffage : ☐ 3) Séchage : ☐
4) Autres (à préciser) : _____

II – LOCALISATION ET ACTIVITES DU CHEF DE MENAGE

Q2.1 – Etes-vous propriétaire du logement que vous occupez ? (Cocher la case correspondante) :

1) Oui : ☐ 2) Non : ☐

Si non aller à Q2.4

Q2.2 – Comment vous êtes-vous implanté dans ce lieu ? : (Cocher la case correspondante)

1) Héritage : ☐ 2) Location de la parcelle : ☐ 3) Achat de la parcelle : ☐
4) Dons/legs : ☐ 5) Autres (à préciser) : _____

Q2.3 – A combien estimez-vous le coût de la construction de votre habitation : _____ Fcfa.

Q2.4 – faites la description des matériaux constitutifs de votre logement :

- Matériaux du sol : 1) Ciment : ☐ 2) carreaux : ☐ bois : ☐ terre : ☐
Autre (à préciser) : _____
- Matériaux du mur : 1) Béton/parpaing/Briques cuites : ☐ Planche : ☐ Carabotte : ☐
4) Terre/Terre battue/brique simple : ☐ 5) Nattes/Chaume/Feuilles : ☐
6) Autre (à préciser) : _____
- Matériaux du toit : 1) Ciment : ☐ Tôle/tuile : ☐ Nattes/Chaume/Feuilles : ☐
4) Terre : ☐ 5) Autre (à préciser) : _____

Q2.5 – Combien y a-t-il des enfants de moins de 10 ans dans votre ménage ? _____ enfant(s).

Q2.6 – Combien de membres de plus de 06 ans de votre ménage ont-ils les niveaux ci-dessous :

Libellé	Filles	Garçons	Total
Cycle primaire			
1 ^{er} cycle secondaire :			
2 nd cycle secondaire :			
Cycle supérieur			
Sans niveau			
Total			

Activité agricole

Q2.7 – Disposez-vous de champs ou exploitations agricoles ? (Cocher la case correspondante):

- 1) Oui : ☐ 2) Non : ☐

Si non aller à Q2.19

Q2.8 – Comment l'avez-vous acquis ? (Cocher la case correspondante) :

- 1) Héritage de la parcelle : ☐ Location de la parcelle : ☐ Achat de la parcelle : ☐
4) Dons/legs : ☐ 5) Autres (à préciser) : _____

Q2.9 – Votre champ ou exploitation agricole se trouve à quelle distance de votre logement ?
_____ Km

Q2.10 – Pouvez-vous évaluer la superficie totale de votre exploitation agricole ? _____ Ha.

Q2.11 – Les coordonnées GPS de(s) exploitation(s) agricole(s) :

Q2.12 – Quel est le nombre de personnes qui travaillent habituellement dans votre exploitation ?

- membres du ménage (y compris vous-même) : _____ personnes ;
- Métayers / manœuvres : _____ personnes ;
- Autres (à préciser) : _____ personnes.

Q2.13 – Combien avez-vous payé pour la main d'œuvre pour les 06 derniers mois ? _____ Fcfa

Q2.14 – Parmi les intrants suivants, lesquels utilisez-vous dans votre exploitation ? (cocher la case correspondante) :

- 1) Traction animale : ☐ 2) Engrais chimiques : ☐ 3) Engrais organique : ☐
4) Irrigation : ☐ 5) Aucun : ☐

Q2.15 – Quelles cultures pratiquez-vous dans votre exploitation ? (cocher la case correspondante) :

- 1) Manioc : ☐ 2) Macabo : ☐ 3) Igname : ☐ Patate : ☐ Arachide : ☐
352

6) Maïs : ☐ 7) Autres (à préciser) : _____
☐
☐

Q2.16 – A quoi est destinée votre production agricole ? (cocher la case correspondante) :

1. exclusivement à l'autoconsommation : ☐
2. exclusivement à vente : ☐
3. à l'autoconsommation et à la vente : ☐

Q2.17 – Quel est le volume de production réalisé au cours de 06 derniers mois ? (remplir le tableau ci-après) :

Cultures	Quantité consommée	Quantité vendue	Quantité totale
Manioc			
Macabo			
Igname			
Banane			
Arachide			
Maïs			
Patate			

Q2.18 – A combien estimez-vous le revenu mensuel issu de la vente de votre production ? _____ FCFA.

Elevage

Q2.19 – Pratiquez-vous l'élevage ? (Cocher la case correspondante):

- 1) Oui : ☐
- 2) Non : ☐

Si non aller à Q2.24

Q2.20 – A quoi sont destinés les produits de votre élevage ? (cocher la case correspondante) :

1. exclusivement à l'autoconsommation : ☐
2. exclusivement à vente : ☐
3. A l'autoconsommation et à la vente : ☐

Q2.21 – Quel type d'élevage pratiquez-vous ? (cocher la case correspondante) :

- 1) Porcin : ☐
- 2) Caprin : ☐
- 3) Ovin : ☐
- 4) Bovin : ☐
- 5) Autres (à préciser) : _____
☐ ☐ ☐ ☐

Q2.22 – Combien de têtes d'animaux de votre élevage possédez-vous actuellement ? (remplir le tableau ci-après) :

Variétés d'animaux	Mouton	Chèvre	Porc	Poule	Autres (à préciser)		
Quantité							

Q2.23 – A combien estimez-vous le revenu mensuel tiré de votre élevage ? _____ FCFA.

Pêche

Q2.24 – Pratiquez-vous la pêche ? (Cocher la case correspondante):

- 1) Oui : ☐
- 2) Non : ☐

Si non aller à Q2.37

Q2.25 – Depuis combien de temps pratiquez-vous cette activité ? _____

Q2.26 – Quelles sont vos zones de pêche ? (cocher la case correspondante) :

- 1) Rivières /cours d'eau continentaux : ☐ 2) Mer : ☐ 3) Rivières et Mer ☐
4) Autres (à préciser) : _____

Q2.27 – A quoi est destiné le produit de votre pêche ? (cocher la case correspondante) :

- 1) Exclusivement à l'autoconsommation : ☐
2) Exclusivement à vente : ☐
3) A l'autoconsommation et la vente : ☐

Q2.28 – Votre activité de pêche dans les rivières est-elle régulière ou occasionnelle ? (cocher la case correspondante) :

- 1) Régulière : ☐ 2) Occasionnelle : ☐

Q2.29 – Si votre activité est régulière, pouvez-vous estimer en moyenne la quantité de poissons que la pêche dans les rivières peut vous rapporter par semaine ? _____ Kg.

Q2.30 – Combien en moyenne la vente du produit de la pêche dans les rivières peut vous rapporter par semaine ? _____ FCFA.

Q2.31 – Combien de fois par semaine vous rendez-vous en mer pour pêcher ? _____

Q2.32 – Quels matériel de pêche utilisez-vous ? (cocher la case correspondante) :

- 1) Filets : ☐ 2) Ligne : ☐ 3) Nasse : ☐ 4) Palanque : ☐
5) Autres (à préciser) : _____

Q2.33 – Quelle quantité de poissons pouvez-vous rapporter d'une sortie de bonne pêche en mer ? _____ Kg

Q2.34 – Quelle quantité de poissons pouvez-vous rapporter d'une sortie de mauvaise pêche en mer ? _____ Kg

Q2.35 – Combien pouvez-vous tirer- en moyenne de la vente de poissons d'une tournée de mauvaise pêche ? _____ FCFA.

Q2.36 – Combien pouvez-vous tirer- en moyenne de la vente de poissons d'une tournée de bonne pêche ? _____ FCFA.

Chasse

Q2.37 – Pratiquez-vous la chasse ? (Cocher la case correspondante):

- 1) Oui : ☐ 2) Non : ☐
Si non aller à Q3.1 ☐

Q2.38 – A quoi est destiné le produit de votre chasse ? (cocher la case correspondante) :

- 1) Exclusivement à l'autoconsommation : ☐
2) Exclusivement à vente : ☐
3) A l'autoconsommation et la vente : ☐

Q2.39 – Combien de fois par semaine vous rendez-vous à la chasse ? _____

Q2.40 – Quels matériel de Chasse utilisez-vous ? (cocher la ou les case(s) correspondante(s)) :

- 1) Chiens : ☐ 2) Lance : ☐ 3) Piège : ☐ 4) fusil : ☐
5) Autres (à préciser) : _____

Q2.41 – Quel type de gibier capturez-vous ? (cocher la ou les case(s) correspondante(s)) :

- 1) Lièvre : ☐ 2) Rat : ☐ 3) Antilope : ☐ 4) porc-épique /hérisson : ☐
5) Autres (à préciser) : _____

Q2.42 – Combien pouvez-vous tirer- en moyenne de la vente d'une bonne chasse ? _____ FCFA.

Q2.42 – Combien pouvez-vous tirer- en moyenne de la vente d'une mauvaise chasse ? _____ FCFA.

III – EAU ET ASSAINISSEMENT

Q3.1 – Quelle est votre source d'approvisionnement en eau pour les usages domestiques ?

- 1) Rivière : ☐ 2) Source non aménagée : ☐ 3) Source aménagée : ☐
4) Branchement CAMWATER : ☐ 5) Puits simple : ☐ 6) Forage : ☐
7) Puits cuvelé sans pompe : ☐ 8) Puits cuvelé avec pompe : ☐ 9) Pluie : ☐
10) Réseau communal : ☐ 11) Eau minérale : ☐ 12) Autres (à préciser) : _____

Q3.2 – Votre eau de boisson subit-elle un traitement avant d'être consommée ? (cocher la case correspondante) :

- 1) Toujours : ☐ 2) Souvent : ☐ 3) Non : ☐

Q3.3 – Si (1) ou (2), lequel ?

- 1) Chloration : ☐ 2) Filtrage : ☐ 3) Ebullition : ☐ 4) SODIS : ☐
5) Charbon : ☐ 6) Sable : ☐ 7) Autre (à préciser) _____

Q3.4 – Si chloration à Q3.3, Indiquer le dosage : _____

Q3.5 – Est-ce la même eau que vous buvez que vous utilisez pour les autres activités domestiques ?

- 1) Oui : ☐ 2) Non : ☐

Q3.6 – Dans quel récipient conservez-vous principalement votre eau de boisson ?

- 1) Sceaux/bassines découverts ☐ 2) Sceaux/bassines couverts ☐
3) Bidons sans bouchon ☐ 4) Bidons avec bouchon ☐ 5) Canaris/Pot en argile découvert : ☐
6) Canaris/Pot en argile couvert : ☐ 7) Autre (à préciser) _____

Q3.7 – Avec quoi prélevez-vous cette eau à boire ?

- 1) Gobelet : ☐ 2) Tout ustensile pratique disponible : ☐ 3) Autre (à préciser) _____

Q3.8 – D'après-vous, dans quel état se trouve votre lieu d'approvisionnement en eau potable ? (cocher la case correspondante) :

- 1) Propre : ☐ 2) Insalubre : ☐ 3) Passable : ☐

Pourquoi ? _____

Q3.9 – Y a-t-il quelqu'un qui s'occupe de l'entretien de ce lieu d'approvisionnement ?

- 1) Oui : ☐ 2) Non : ☐

Q3.10 – Disposez-vous de latrine ? (Cocher la case correspondante)

- 1) Oui : ☐ 2) Non : ☐ si non aller à Q3.23

Q3.11 – Si oui, il s'agit de quel type de latrine ? (cocher la case correspondante)

- 1) Moderne : ☐ 2) Traditionnel : ☐

Q3.12 – Si latrine traditionnelle, pourquoi le choix d'un mode d'assainissement aussi sommaire ?

- 1) L'accoutumance ☐ 2) Problèmes économiques : ☐
3) Les croyances : ☐ (lesquelles ?) _____
4) Autres (à préciser) _____

Q3.13 – Si latrine traditionnelle faites en la description en cochant la case correspondante dans le tableau.

	Couvert	Non couvert	Avec mur	Sans mur	Avec toit	Sans toit
Trou aménagé	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Trou simple	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Q3.14 – Y a-t-il des personnes dans la famille qui n'utilisent pas souvent les latrines pour faire les selles ?

1) Oui : ☐ 2) Non : ☐

Q3.15 – Si oui, qui ?

1) Les petits enfants ☐ 2) la mère : ☐ 3) le père : ☐ 4) personnes âgées : ☐
5) Autre à préciser _____

Q3.16 – A quelle profondeur estimez-vous votre latrine ? _____ mètres.

Q3.17 – Quelle est sa position par rapport à la maison d'habitation ? (cocher la case correspondante) :

1) A l'intérieur : ☐
2) A l'extérieur vue de face : ☐
3) A l'extérieur vue arrière : ☐

Q3.18 – Quelle est la distance estimée de votre latrine par rapport à la maison d'habitation ? _____ mètres

Q3.19 – Quelle est la distance estimée de votre latrine par rapport au point d'eau potable ? _____ mètres.

Q3.20 – Si latrine traditionnelle, accepteriez-vous d'utiliser une latrine moderne si elle était construite moyennant votre contribution ?

1) Oui : ☐ 2) Non : ☐

Q3.21 – Si oui, quelle peut être la nature de cette contribution ?

1) Travail manuel : ☐ 2) Fourniture des agrégats (sable, pierre, etc.) : ☐
3) Contribution financière : ☐ 4) Autre (à préciser) _____

Q3.22 – Si contribution financière, quel est son montant maximal ? _____

Q3.23 – Si non à Q3.10, où faites-vous vos besoins ?

1) Au champ à côté : ☐ 2) Dans la rivière/mer : ☐ 3) En bordure de la chaussée : ☐
4) Autres (à préciser) _____

Q3.24 – Qu'est-ce qui explique que vous n'ayez pas de latrine ?

1) L'accoutumance ☐ 2) Problèmes économiques : ☐
3) Les croyances (lesquelles ?) _____
4) Autres (à préciser) _____

Q3.25 – Accepteriez-vous d'utiliser la latrine, si elle était gracieusement construite pour vous ?

1) Oui : ☐ 2) Non : ☐

Q3.26 – Accepteriez-vous d'utiliser la latrine, si elle était construite moyennant votre contribution ?

1) Oui : ☐ 2) Non : ☐

Q3.27 – Si oui, quelle peut être la nature de cette contribution ?

1) Travail manuel : ☐ 2) Fourniture des agrégats (sable, pierre, etc.) : ☐
3) Contribution financière ☐ 4) Autre (à préciser) _____

Q3.28 – Si contribution financière, quel est son montant maximal ? _____

Q3.29 – Disposez-vous d'une poubelle ? (cocher la case correspondante) :

1) Oui : ☐ 2) Non : ☐ Si non aller à Q3.32.

Q3.30 – Où se trouve-t-elle ?

1) A l'intérieur de la maison : ☐ 2) A l'extérieur de la maison : ☐

Q3.31 – Où videz-vous votre poubelle ? (cocher la case correspondante) :

1) Dans la mer / rivière / torrent : ☐ 2) Dans le champ : ☐ 3) Sur la chaussée : ☐
4) Dans un bac à ordures aménagé par la mairie : ☐ 5) Autres (à préciser) : _____

Q3.32 – Que faites-vous de vos ordures ménagères ? _____

Q3.33 – Où déversez-vous vos eaux usées ? (cocher la case correspondante) :

1) Derrière la maison : ☐ 2) Sur la cours : ☐ 3) Sur la chaussée : ☐
4) Dans les latrines : ☐ 5) Dans le puisard : ☐ 6) Autre (à préciser) : _____

Q3.34 – Quelles sont les maladies les plus fréquentes chez vous ? (cocher la case correspondante) :

1) Paludisme : ☐ 2) Diarrhée / choléra : ☐ 3) Amibiases : ☐ 4) Hépatite virale : ☐
5) Poliomyélite : ☐ 6) Autres (à préciser) : _____

Q3.35 – Y t-il une période de l'année où vous êtes plus exposé à ces maladies ? (cocher la case correspondante) :

1) Oui : ☐ 2) Non : ☐ Si non aller à Q3.38

Q3.36 – Si oui, laquelle ? _____

Q3.37 – A l'approche de cette période, quelles sont les dispositions que vous prenez pour vous prémunir de ces maladies ?

Q3.38 – Quelle est la distance de votre domicile du centre de santé le plus proche ? _____ mètre(s)

Q3.39 – Selon vous, cette distance est-elle un obstacle pour le recours au centre de santé en cas de maladie ?

1) Oui : ☐ 2) Non : ☐

Q3.40 – Si oui à quel autre principal moyen de traitement recourez-vous pour vous soigner en cas de maladie ? 1)

Traitement traditionnel :

2) Automédication / Achat de médicaments auprès des vendeurs ambulants :

3) recours au guérisseur/Marabout :

4) Autres (à préciser) : _____

Q3.41 – Quel peut être approximativement le montant annuel de vos dépenses de santé ? _____ FCFA.

IV IMPACT SOCIOECONOMIQUE DU PROJET :

Q4.1 – Pensez-vous que la construction du Port en eau profonde vous procurera quelques bénéfices ?

1) Oui : ☐ 2) Non : ☐

Q4.2 – Si oui, quels bénéfices ou avantages aimeriez-vous obtenir du projet ?

Q4.3 – Quelles craintes ce projet suscite-t-il pour vous ? _____

Q4.4 – Quels sont vos suggestions au regard de ces crainte ? _____

MERCI BEAUCOUP POUR VOTRE COLLABORATION

Annexe 6.2 : Structure touristique



ETUDE HYDRAULIQUE, HYDROLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE DE LA ZONE AFFECTEE AU PROJET DE CONSTRUCTION DU PORT EN EAU PROFONDE DE KRIBI

Guide d'entretien

(STRUCTURE TOURISTIQUE)

NB : En application de la loi n°91/023 du 16 décembre 1991 sur l'obligation du secret en matière statistique, les informations collectées dans le cadre de cette enquête resteront

I - RENSEIGNEMENTS GENERAUX

A - Identification du questionnaire

Date :

Nom de l'enquêteur :

N° du questionnaire :

B - Nom de l'entreprise _____

Adresse complète (y compris téléphone et courriel) : _____

Contact person (Nom et téléphone) : _____

Région d'origine : _____

II - LOCALISATION ET ACTIVITES DE L'ENTREPRISE

Q2.1 – Comment l'avez-vous acquis ? (Cocher la case correspondante) :

1) Héritage de la parcelle : ☐ 2) Location de la parcelle : ☐ 3) Achat de la parcelle : ☐

4) Dons/legs : ☐ 5) Autres (à préciser) : _____

□

□

□

□

□

Q_{2.2} – Votre centre est activité depuis combien d’années ?

Q_{2.3} – A combien peut-on évaluer votre patrimoine/ investissement dans le tourisme ?

Q_{2.4} – Quel est l’effectif de votre personnel ?

Q_{2.5} – Quelle est la fréquentation de votre établissement (nombre de visiteurs par semaine) ?

Q_{2.6} – Quelle est le montant hebdomadaire de vos ventes (recettes) ? _____

Q_{2.7} – Quels résultats en fin d’exercice avez-vous enregistrés au cours de cinq dernières années ?

Résultat de l’exercice 2010 : _____

Résultat de l’exercice 2009 : _____

Résultat de l’exercice 2008 : _____

III IMPACT SOCIOECONOMIQUE DU PROJET :

Pensez-vous que la construction du Port en eau profonde vous procurera quelques bénéfices ?

1) Oui : ☐

2) Non : ☐

Si oui, quels bénéfices ou avantages aimeriez-vous obtenir du projet ?

Q_{4.3} – Avez-vous aussi des craintes vis-à-vis ce projet ?

1) Oui : ☐

2) Non : ☐

Q_{4.4} – Si oui lesquelles ?

Q_{4.5} – Quels sont vos suggestions au regard de ces crainte ?

MERCI BEAUCOUP POUR VOTRE COLLABORATION.

Annexe 6.3 : Chef traditionnel



ETUDE HYDRAULIQUE, HYDROLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE DE LA ZONE AFFECTEE AU PROJET DE CONSTRUCTION DU PORT EN EAU PROFONDE DE KRIBI

Guide d'entretien

(CHEF TRADITIONNEL)

NB : En application de la loi n°91/023 du 16 décembre 1991 sur l'obligation du secret en matière statistique, les informations collectées dans le cadre de cette enquête resteront

I - RENSEIGNEMENTS GENERAUX

A - Identification du questionnaire

Date : Nom de l'enquêteur :

N° du questionnaire :

Cordonnées GPS : _____

B - Identification de la chefferie

Q_{1.1} – Nom de la chefferie _____

Q_{1.2} – Localité : _____

Q_{1.3} – Rang de la chefferie : _____

Q_{1.4} – Nom et contact du Chef : _____

Q_{1.5} – Origine ethnique : _____

Q_{1.6} – Région d'origine : _____

II HISTORIQUE ET VIE DE LA CHEFFERIE

Q_{2.1} – Comment votre chefferie a été créée ? _____

Q_{2.2} – Quelle est sa date de création ? _____

Q_{2.2} – Quels sont les événements ou faits marquants de votre chefferie ?

Q_{2.3} – Depuis quand êtes-vous chef? _____

Q_{2.4} – Quels sont vos prédécesseurs ? _____

Q_{2.5} – Quels sont les différents tribus ou ethnies de votre chefferie ?

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
6. _____
7. _____

Q_{2.6} – Les différents tribus ou ethnies viennent d'où ?

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
6. _____
7. _____

Q_{2.7} – Quels sont les faits ou traits caractéristiques de chaque tribu ou ethnie ?

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
6. _____
7. _____

III IMPACT DU PROJET :

Q_{3.1} – Pensez-vous que le Port en eau profonde présente des bénéfices pour votre chefferie ?

1) Oui : ☐

2) Non : ☐

Q_{3.2} – Si oui, quels bénéfices ou avantages aimeriez-vous obtenir du projet ?

Q_{4.3} – Avez-vous aussi des craintes vis-à-vis ce projet ?

1) Oui : ☐

2) Non : ☐

Q_{4.4} – Si oui, lesquelles ?

Q_{4.5} – Quels sont vos suggestions au regard de ces crainte ?

MERCI BEAUCOUP POUR VOTRE COLLABORATION



ETUDE HYDRAULIQUE, HYDROLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE DE LA
ZONE AFFECTEE AU PROJET DE CONSTRUCTION DU PORT EN EAU
PROFONDE DE KRIBI

Guide d'entretien

(CENTRE DE SANTE)

NB : En application de la loi n°91/023 du 16 décembre 1991 sur l'obligation du secret en matière statistique, les informations collectées dans le cadre de cette enquête resteront

I - RENSEIGNEMENTS GENERAUX

A - Identification du questionnaire

Date : Nom de l'enquêteur :
N° du questionnaire :

B - Nom de la Direction /Service_____

Adresse complète (y compris téléphone et courriel) : _____

Contact person (Nom et téléphone) : _____

II - MALADIES LIEES A L'EAU ET A L'ASSAINISSEMENT

Q2.1 – Quelles sont les maladies liées à l'eau et à l'assainissement ?_____

Q_{2.2} – Quel est le pourcentage de ces maladies dans les consultations ?

Q_{2.3} – Y t-il une période de l'année où vous êtes plus exposé à ces maladies ? (Cocher la case correspondante) :

1) Oui : ☐

2) Non : ☐

Q_{2.4} – Si oui, laquelle ?

Q_{2.5} – A l'approche de cette période, quelles sont les dispositions que vous prenez pour vous prémunir de ces maladies ?

Q_{2.6} – Quelle est l'estimation des frais de santé par an de chaque ménage?

MERCI BEAUCOUP POUR VOTRE COLLABORATION

Annexe 7 : Cartes jointes au format A0

1. Modèle Numérique de Terrain ;
2. Carte de l'occupation des sols ;
3. Carte du réseau hydrographique ;
4. Carte des zones inondables ;
5. Carte géologique ;
6. Carte pédologique ;
7. Carte piézométrique de la nappe phréatique ;
8. Carte isobathe de la nappe phréatique ;
9. Carte isopache de la nappe phréatique ;
10. Carte de la morphologie du socle ;
11. Carte isobathe du socle ;
12. Carte de l'organisation administrative et des infrastructures.