



**PLAN D'ACTION NATIONAL DE GESTION INTEGREE
DES RESSOURCES EN EAU (PANGIRE)**



ETAT DES LIEUX DU SECTEUR

**Connaissance et usages des
ressources en eau**

1

Décembre 2009

Sommaire

Liste des figures	vii
Liste des tableaux	ix
Liste des sigles et abréviations	xi
Définitions	xiii
Résumé exécutif	1
Introduction	1
Chapitre I : La méthodologie	3
Introduction	3
I.1- La Collecte des données	3
I.1.1- La recherche documentaire.....	3
I.1.2- Les enquêtes de terrain.....	3
I.2- L'exploitation des données	4
I.2.1- L'élaboration des cartes thématiques.....	4
I.2.2- L'évaluation des volumes d'eau	4
I.2.3- L'évaluation des besoins en eau	6
I.3- L'analyse des problèmes	9
I.3.1- Les problèmes relatifs aux impacts	9
I.3.2- Les problèmes relatifs à la gestion	10
Conclusion	10
Chapitre II : La présentation des bassins versants	11
Introduction	11
II.1- Le bassin du Lac Tchad.....	12
II.1.1- Le relief	12
II.1.2- L'hydrographie.....	13
II.1.3- Le climat.....	16
II.1.4- La végétation.....	16
II.1.5- La pétrographie	17
II.1.6- La pédologie.....	18
II.1.7- L'organisation administrative et la démographie	19
II.2- Le bassin du Niger	22
II.2.1- Le relief	22
II.2.2- L'hydrographie.....	23
II.2.3- Le climat.....	26
II.2.4- La végétation.....	26
II.2.5- La pétrographie	27
II.2.6- La pédologie.....	29
II.2.7- L'organisation administrative et la démographie	29
II.3- Le bassin de la Sanaga	32
II.3.1- Le relief	32
II.3.2- L'hydrographie.....	32
II.3.3- Le climat.....	34
II.3.4- La végétation.....	34
II.3.5- La pétrographie	35
II.3.6- La pédologie.....	36
II.3.7- L'organisation administrative et la démographie	36

II.4- Le bassin du Congo	38
II.4.1- Le relief	38
II.4.2- L'hydrographie.....	39
II.4.3- Le climat.....	40
II.4.4- La végétation.....	41
II.4.5- La pétrographie	41
II.4.6- La pédologie.....	41
II.4.7- L'organisation administrative et la démographie	42
II.5- Le bassin des fleuves côtiers.....	44
II.5.1- Le relief	44
II.5.2- L'hydrographie.....	44
II.5.3- Le climat.....	46
II.5.4- La végétation.....	47
II.5.5- La pétrographie	47
II.5.6- La pédologie.....	47
II.5.7- L'organisation administrative et la démographie	48
Conclusion	51
Chapitre III : Le suivi de la ressource	52
Introduction	52
III.1- Les données pluviométriques	52
III.1.1- Les infrastructures de collecte.....	52
III.1.2- Le traitement et les banques de données	54
III.1.3- Les problèmes.....	54
III.2- Les données hydrométriques.....	54
III.2.1- Les infrastructures de collecte.....	54
III.2.2- Le traitement et les banques de données	57
III.2.3- Les problèmes.....	57
III.3- Les données relatives aux eaux souterraines.....	58
III.3.1- Les infrastructures de collecte.....	58
III.3.1- Le traitement et les banques de données	58
III.4- Les données relatives à la qualité de l'eau	58
III.4.1- Les structures d'analyse.....	58
Conclusion	59
Chapitre IV : Le bilan quantitatif et qualitatif.....	61
Introduction	61
IV.1- Les ressources en eau de surface	61
IV.1.1- Le bassin du Lac Tchad.....	61
IV.1.1.1- Les précipitations	61
IV.1.1.2- Le bilan quantitatif.....	63
IV.1.1.3- La variabilité des ressources en eau.....	64
IV.1.1.4- La qualité des ressources en eau	64
IV.1.2- Le bassin du Niger	67
IV.1.2.1- Les précipitations.....	67
IV.1.2.2- Le bilan quantitatif.....	68
IV.1.2.3- La variabilité des ressources en eau.....	69
IV.1.2.4- La qualité des ressources en eau	71
IV.1.3- Le bassin de la Sanaga	71
IV.1.3.1- Les précipitations	71
IV.1.3.2- Le bilan quantitatif.....	72
IV.1.3.3- La variabilité des ressources en eau.....	73

IV.1.3.4- La qualité des ressources en eau	73
IV.1.4- Le bassin du Congo	75
IV.1.4.1- Les précipitations	75
IV.1.4.2- Le bilan quantitatif	76
IV.1.4.3- La variabilité des ressources en eau.....	76
IV.1.4.4- La qualité des ressources en eau	77
IV.1.5- Le bassin des fleuves côtiers	77
IV.1.5.1- Les précipitations	77
IV.1.5.2- Le bilan quantitatif	78
IV.1.5.3- La variabilité des ressources en eau.....	79
IV.1.5.4- La qualité des ressources en eau	83
IV.2- Les ressources en eau souterraine	84
IV.2.1- Le bassin sédimentaire du Lac Tchad	84
IV.2.2- Le bassin sédimentaire de la Bénoué	91
IV.2.3- Les bassin sédimentaire de la région côtière	94
IV.2.4- La zone de socle	96
IV.3- Le bilan quantitatif à l'échelle nationale	100
IV.3.1- Les eaux de surface.....	100
IV.3.2- Les eaux souterraines.....	100
Conclusion	101
Chapitre V : Les besoins en eau	102
Introduction	102
V.1- Le bassin du Lac Tchad	102
V.1.1- Les besoins domestiques	102
V.1.2- Les besoins pour l'élevage	102
V.1.3- Les besoins pour l'irrigation	103
V.2- Le bassin du Niger.....	104
V.2.1- Les besoins domestiques	104
V.2.2- Les besoins pour l'élevage	104
V.2.3- Les besoins pour l'irrigation	106
V.2.4- Les besoins pour la production hydroélectrique.....	106
V.2.5- Les besoins pour l'industrie	107
V.3- Le bassin de la Sanaga	108
V.3.1- Les besoins domestiques	108
V.3.2- Les besoins pour la production hydroélectrique.....	108
V.3.2- Les besoins pour l'industrie	108
V.4- Le bassin du Congo.....	109
V.4.1- Les besoins domestiques	109
V.4.2- Les besoins pour l'industrie	110
V.4.3- Les besoins pour les mines	110
V.5- Le bassin des fleuves côtiers	110
V.5.1- Les besoins domestiques	110
V.5.2- Les besoins pour l'irrigation	111
V.5.3- Les besoins pour l'industrie	111
V.6- Le cas spécifique des besoins en eau pour l'environnement	113
V.7- Le bilan des différents usages de l'eau	113
V.7.1- L'adéquation entre les besoins et la disponibilité en eau	113
Conclusion	115
Chapitre VI : La mobilisation des ressources en eau.....	116
Introduction	116

VI.1- L'approvisionnement en eau potable.....	116
VI.1.1- L'origine de la ressource.....	116
VI.1.2- Les technologies de mobilisation	117
VI.1.3- Les performances du secteur.....	118
VI.1.4- Les énergies de mobilisation.....	128
VI.1.5- La gestion des points d'eau et des mini réseaux	132
VI.1.6- L'évolution historique de l'hydraulique rurale au Cameroun	132
VI.1.7- Les programmes en étude et/ou en cours de réalisation	133
VI.2- L'approvisionnement en eau pour l'élevage	133
VI.2.1- L'origine de la ressource.....	133
VI.2.2- Les technologies de mobilisation	134
VI.2.3- Les performances du secteur.....	134
VI.2.4- Les programmes en étude et/ou en cours de réalisation	134
VI.3- L'approvisionnement en eau pour l'irrigation	135
VI.3.1- L'origine de la ressource.....	135
VI.3.2- Les technologies de mobilisation	135
VI.3.3- Les performances du secteur.....	136
VI.3.4- Les programmes en étude et/ou en cours de réalisation	138
VI.4- L'approvisionnement en eau pour la production hydroélectrique	138
VI.4.1- L'origine de la ressource.....	138
VI.4.2- Les technologies de mobilisation	138
VI.4.3- Les performances du secteur.....	138
VI.4.4- Les programmes en étude et/ou en cours de réalisation	146
VI.5- L'approvisionnement en eau pour l'industrie	148
VI.5.1- L'origine de la ressource.....	148
VI.5.2- Les technologies de mobilisation	148
VI.6- L'approvisionnement en eau pour l'activité minière	148
VI.6.1- L'origine de la ressource.....	148
VI.6.2- Les technologies de mobilisation	148
VI.6.3- Les performances du secteur.....	149
VI.7- L'approvisionnement en eau pour la pêche, la pisciculture et la sylviculture	149
VI.7.1- L'origine de la ressource.....	149
VI.7.2- Les technologies de mobilisation	149
VI.7.3- Les performances du secteur.....	149
Le secteur de la pêche joue un rôle alimentaire de grande importance. Les produits de la pêche constituent pour près d'un tiers des protéines animales consommés au Cameroun, et occupent 5% de la production active. Sa contribution au PIB du secteur primaire est d'environ 5%	149
Conclusion	150
Chapitre VII : La coopération.....	152
Introduction	152
VII.1- La coopération internationale	152
VII.1.1- La Décennie Internationale de l'Eau Potable et de l'Assainissement..	152
VII.1.2- La Gestion Intégrée des Ressources en Eau	152
VII.1.3- Les Objectifs du Millénaire pour le Développement.....	153
VII.2- La coopération régionale	153
VII.2.1- L'African Ministerial Council on Water	153
VII.2.2- L'initiative de la Banque Africaine de Développement	154
VII.3- La coopération sous-régionale	154

VII.3 .1- L'Autorité du Bassin du Niger.....	154
VII.3.2- La Commission du Bassin du Lac Tchad.....	155
VII.3.3- La Commission internationale du Bassin du Congo-Oubangui-Sangha	156
VII.3.4- L'Autorité de Gestion Intégrée des Eaux en Afrique Centrale.....	156
VII.3.5- Les projets d'envergure sous-régionale.....	156
VII.4- Les organismes de facilitation.....	157
VII.4.1- La Dutch Initiative.....	157
VII.4.2- Le Global Water Partnership.....	157
VII.4.3- La Netherlands Development Organisation.....	157
VII.4.4- UN-HABITAT.....	158
VII.4.5- L'UNESCO.....	159
VII.5- Les institutions financières.....	161
VII.5.1- L'Agence Française de Développement.....	161
VII.5.2- L'Union Européenne.....	161
VII.5.2- La Banque Africaine de Développement.....	161
VII.5.3- La Banque Mondiale.....	164
VII.5.4- La Banque Islamique de développement.....	164
VII.5.5- La Coopération belge.....	164
VII.5.6- La Coopération allemande.....	164
Conclusion.....	165
Chapitre VIII : Problèmes liés aux impacts sur les ressources en eau.....	166
Introduction.....	166
VIII.1- Les problèmes d'impact à l'échelle des bassins.....	166
VIII.2- Les problèmes d'impact à l'échelle national.....	166
Conclusion.....	172
Conclusion.....	173
Bibliographie.....	178
Annexes.....	184

Liste des figures

Figure 1 : Les principaux bassins du Cameroun	11
Figure 2 : Le réseau hydrographique du bassin septentrional du Lac Tchad.....	14
Figure 3 : Le réseau hydrographique du bassin méridional du Lac Tchad	15
Figure 4 : Grands ensembles pédrographiques du bassin du Lac Tchad.....	18
Figure 5 : Carte des départements du bassin du Lac Tchad en 2008.....	20
Figure 6 : Carte démographique du bassin du Lac Tchad en 2008	21
Figure 7 : Le réseau hydrographique du bassin septentrional du Niger	24
Figure 8 : Le réseau hydrographique du bassin méridional du Niger	25
Figure 9 : Grands ensembles pédrographiques du bassin du Niger	28
Figure 10 : Carte des départements du bassin du Niger en 2008.....	30
Figure 11 : Carte démographique du bassin du Niger en 2008	31
Figure 12 : Le réseau hydrographique du bassin de la Sanaga	33
Figure 13 : Grands ensembles pédrographiques du bassin de la Sanaga	35
Figure 14 : Carte des départements du bassin de la Sanaga en 2008.....	37
Figure 15 : Carte démographique du bassin de la Sanaga en 2008.....	38
Figure 16 : Le réseau hydrographique du bassin du Congo	39
Figure 17 : Carte des départements du bassin du Congo en 2008.....	42
Figure 18 : Carte démographique du bassin du Congo en 2008.....	43
Figure 19 : Le réseau hydrographique du bassin des fleuves côtiers.....	45
Figure 20 : Grands ensembles pédrographiques du bassin des fleuves côtiers.....	48
Figure 21 : Carte des départements du bassin des fleuves côtiers en 2008.....	49
Figure 22 : Carte démographique du bassin des fleuves côtiers en 2008	50
Figure 23 : Stations météorologiques du Cameroun	53
Figure 24 : Etat du réseau hydrométrique du Cameroun.....	56
Figure 25 : Précipitations moyennes mensuelles du bassin septentrional du Lac Tchad	62
Figure 26 : Précipitations moyennes mensuelles du bassin méridional du Lac Tchad.....	62
Figure 27 : Variabilité des modules dans le bassin septentrional du Lac Tchad.....	65
Figure 28 : Variabilité des modules dans le bassin méridional du Lac Tchad.....	66
Figure 29 : Précipitations moyennes mensuelles du bassin septentrional du Niger.....	67
Figure 30 : Précipitations moyennes mensuelles du bassin méridional du Niger	68
Figure 31 : Variabilité des modules annuels dans le bassin du Niger.....	70
Figure 32 : Précipitations moyennes mensuelles du bassin de la Sanaga	72
Figure 33 : Variabilité des modules annuels dans le bassin de la Sanaga	74
Figure 34 : Précipitations moyennes mensuelles du bassin du Congo	75
Figure 35 : Variabilité des modules annuels dans le bassin du Congo	77
Figure 36 : Précipitations moyennes mensuelles du bassin des fleuves côtiers.....	78
Figure 37 : Précipitations moyennes mensuelles du bassin des fleuves côtiers.....	79
Figure 38 : Variabilité des modules annuels dans le bassin des fleuves côtiers.....	81
Figure 39 : Variabilité des modules annuels dans les bassins des fleuves côtiers.....	82
Figure 40 : Variabilité des modules annuels dans le bassin du Nyong.....	83
Figure 41 : Principales formations hydrogéologiques du Cameroun.....	85
Figure 42 : Bassin sédimentaire du Lac Tchad	86
Figure 43 : Carte hydrogéologique du bassin sédimentaire du Lac Tchad.....	87
Figure 44 : Légende de la carte hydrogéologique de la figure 43	88
Figure 45 : Bassin sédimentaire de la Bénoué	92
Figure 46 : Précipitations moyennes annuelles du Nord-Cameroun.....	93
Figure 47 : Bassin sédimentaire de la région côtière.....	95
Figure 48 : Besoins concurrents en eau au Cameroun.....	115

Figure 49 : Ouvrages d'hydraulique dans le bassin du Lac Tchad.....	120
Figure 50 : Ouvrages d'hydraulique du bassin du Niger	121
Figure 51 : Ouvrages d'hydraulique du bassin de la Sanaga	122
Figure 52 : Ouvrages d'hydraulique du bassin du Congo	123
Figure 53 : Ouvrages d'hydraulique du bassin des fleuves côtiers	124
Figure 54 : Localités insatisfaites sur le plan de l'hydraulique rurale	126
Figure 55 : Localités de plus de 1000 habitants sans ouvrage d'eau potable	127
Figure 56 : Cartographie des centres SNEC par bassin au Cameroun.....	129
Figure 57 : Poids des énergies utilisées par région	130
Figure 58 : Ouvrages hydroélectriques dans le bassin de la Sanaga.....	140
Figure 59 : Ouvrage hydroélectrique dans le bassin du Niger	140
Figure 60 : Potentialités hydroélectriques du fleuve Sanaga	141
Figure 61 : Potentialités hydroélectriques du fleuve Mbam	142
Figure 62 : Potentialités hydroélectriques du fleuve Nyong.....	143
Figure 63 : Potentialités hydroélectriques du fleuve Ntem (1 ^{ère} option)	144
Figure 64 : Potentialités hydroélectriques du fleuve Ntem (2 ^{nde} option)	145

Liste des tableaux

Tableau 1 : Données démographiques du bassin du Lac Tchad	21
Tableau 2 : Données démographiques du bassin du Niger	31
Tableau 3 : Données démographiques du bassin de la Sanaga	37
Tableau 4 : Données démographiques du bassin du Congo	43
Tableau 5 : Données démographiques du bassin des fleuves côtiers	50
Tableau 6 : Répartition des stations météorologiques dans les bassins versants	53
Tableau 7 : Etat de fonctionnement des stations hydrométriques en 2008	56
Tableau 8 : Volume d'eau de surface du bassin du Lac Tchad	63
Tableau 9 : Volume d'eau de surface du bassin du Niger	69
Tableau 10 : Volume d'eau de surface du bassin de la Sanaga	72
Tableau 11 : Volume d'eau de surface du bassin du Congo	76
Tableau 12 : Volume d'eau de surface du bassin des fleuves côtiers	80
Tableau 13 : Hydrochimie des nappes du bassin sédimentaire du Lac Tchad	90
Tableau 14 : Hydrochimie des nappes du bassin sédimentaire de la Bénoué	94
Tableau 15 : Hydrochimie des nappes des bassins sédimentaires côtiers	97
Tableau 16 : Hydrochimie des nappes de la zone de socle	99
Tableau 17 : Bilan quantitatif des ressources en eau de surface	100
Tableau 18 : Bilan quantitatif des ressources en eau souterraine	101
Tableau 19 : Besoins domestiques dans le bassin du Lac Tchad en 2008	102
Tableau 20 : Effectifs du cheptel dans le bassin du lac Tchad en 1994	103
Tableau 21 : Besoins en eau pour l'irrigation dans le bassin du Lac Tchad	103
Tableau 22 : Récapitulatif des besoins en eau dans le bassin du Lac Tchad	104
Tableau 23 : Besoins domestiques dans le bassin du Niger en 2008	104
Tableau 24 : Effectifs des cheptels dans le bassin méridional du Niger	105
Tableau 25 : Effectifs des cheptels dans le bassin septentrional du Niger	105
Tableau 26 : Besoins en eau pour l'irrigation dans le bassin du Niger	106
Tableau 27 : Besoins en eau pour l'industrie dans le bassin du Niger	107
Tableau 28 : Récapitulatif des besoins en eau dans le bassin du Niger	107
Tableau 29 : Besoins domestiques dans le bassin de la Sanaga	108
Tableau 30 : Besoin en eau pour la production hydroélectrique	108
Tableau 31 : Besoins en eau pour l'industrie dans le bassin de la Sanaga	109
Tableau 32 : Récapitulatif des besoins en eau dans le bassin de la Sanaga	109
Tableau 33 : Besoins domestiques du bassin du Congo	109
Tableau 34 : Besoins en eau pour l'industrie dans le bassin du Congo	110
Tableau 35 : Récapitulatif des besoins en eau du bassin du Congo	110
Tableau 36 : Besoins domestiques dans le bassin des fleuves côtiers	111
Tableau 37 : Besoins en eau pour l'irrigation dans le bassin des fleuves côtiers	111
Tableau 38 : Besoins en eau des industries du bassin des fleuves côtiers	112
Tableau 39 : Récapitulatif des besoins en eau du bassin des fleuves côtiers	113
Tableau 40 : Adéquation besoins/disponibilités en eau par bassin (10^{-3} km^3)	114
Tableau 41 : Caractéristiques des barrages de retenue pour eau potable	118
Tableau 42 : Etat des réalisations d'hydraulique villageoises	125
Tableau 43 : Equivalent Point d'Eau en 2004	125
Tableau 44 : Besoins en hydraulique rurale évalués en EPE	125
Tableau 45 : Infrastructures en milieu urbain en 1998	130
Tableau 46 : Ouvrages d'hydraulique pastorale dans la région de l'extrême Nord	134
Tableau 47 : Performances des différents systèmes d'irrigation	137
Tableau 48 : Caractéristiques des centrales de production hydroélectrique	139
Tableau 49 : Caractéristiques des réservoirs hydroélectriques	139

Tableau 50 : Projets d'aménagements hydroélectriques	147
Tableau 51 : Projets de la SNV dans le secteur de l'eau et de l'énergie.....	158
Tableau 52 : Projets de l'UNESCO dans le secteur de l'eau et de l'énergie.....	160
Tableau 53 : Projets de l'UE dans le secteur de l'eau et de l'énergie.....	162
Tableau 54 : Projets de la BAD dans le secteur de l'eau	163
Tableau 55 : Projets de la Banque Mondiale dans le secteur de l'eau	164
Tableau 56 : Problèmes majeurs du bassin du Lac Tchad.....	167
Tableau 57 : Problèmes majeurs du bassin du Niger.....	168
Tableau 58 : Problèmes majeurs du bassin de la Sanaga.....	169
Tableau 59 : Problèmes majeurs du bassin du Congo.....	170
Tableau 60 : Problèmes majeurs du bassin des Fleuves côtiers.....	171

Provisoire

Liste des sigles et abréviations

ABN	Autorité du Bassin du Niger
ACCEEN	Association Camerounaise pour l'Education à l'Environnement
AEP	Approvisionnement en Eau Potable
AGIEAC	Autorité de Gestion Intégrée des Eaux en Afrique Centrale
AMCOW	African Minister's Council On Water
BAfD	Banque Africaine de Développement
BID	Banque islamique de Développement
BRGM	Bureau des Recherches Géologiques et Minières
CAMWATER	Cameroon Water Utilities Cooperation
CBLT	Commission du Bassin du Lac Tchad
CDE	Camerounaise Des Eaux
CDC	Cameroon Development Cooperation
CICOS	Commission internationale du Bassin du Congo-Oubangui-Sangha
CIEH	Comité Inter Africain d'Etudes Hydrauliques
CIMENCAM	Cimenterie du Cameroun
CGPE	Comités de Gestion de Points d'Eau
CRH	Centre de Recherche Hydrologique
DSCE	Document de Stratégie pour le Croissance et l'Emploi
DHI	Danish Hydrological Institute
DIEPA	Décennie Internationale de l'Eau Potable et de l'Assainissement
DMN	Direction de la Météorologie Nationale
DSRP	Document de Stratégie de Réduction de la Pauvreté
ECAM	Enquête Camerounaise Auprès des Ménages
GIRE	Gestion Intégrée des Ressources en Eau
GWP	Global Water Partnership
GWP-Cmr	Global Water Partnership Cameroon
IITA	International Institute of Tropical Agriculture
IRAD	Institut de Recherche Agronomique pour le Développement
IRD	Institut de Recherche pour le Développement
IRGM	Institut des Recherches Géologiques et Minières
MERQURE	Matrice d'Evaluation Rapide des Questions de Ressources en Eau
MIDIMA	Mission de Développement Intégré des Monts Mandara
MINAGRI	Ministère de l'Agriculture
MINEE	Ministère de l'Energie et de l'Eau
MINEPAT	Ministère de l'Economie, de la Planification, et de l'Aménagement du Territoire
MINEPIA	Ministère de l'Elevage des Pêches et des Industrie Animales
OCB	Organisation Camerounaise de la Banane
ORH	Observatoire des Ressources Hydrauliques
OMD	Objectifs du Millénaire pour le Développement
OMS	Organisation Mondiale de Santé
ORSTOM	Office de Recherche Scientifique et technologique d'Outre Mer
PAWD	Partnership for Africa's Water Development

PEAC	Pool Energétique d'Afrique Centrale
PNGE	Plan National de Gestion de l'Environnement
PNUD	Pogramme des Nations Unies pour le Développement
RIAM	Rapid Impact Assessment Matrix
SABC	Société Anonyme des brasseries du Cameroun
SBM	Société des Bananeraies de la Mbomé
SCETCAMEROUN	Société Centrale pour l'Equipement du Territoire au Cameroun
SEMRY	Société d'Expansion et de Modernisation de la Riziculture de Yagoua
SIG	Système d'Information Géographique
SMDD	Sommet Mondial sur le Développement Durable
SNEC	Société Nationale des Eaux du Cameroun
SPNP	Société des Plantations Nouvelles de Penja
SODERIM	Société de Développement de la Riziculture dans la plaine des Mbo
SOGREAH	Société Grenobloise d'Etudes et d'Applications Hydrauliques
SONEL	Société Nationale d'Electricité
UBT	Unité de Bétail Tropical
UE	Union Européenne
UICN	Union Mondiale pour la Nature
UNDVA	Upper Noun Valley Development Authority
UNESCO	United Nation Educational, Scientific and Cultural Organisation
WAC	Water for African Cities
WMO	World Meteorological Organization
WRIAM	Water Resources Issues Assessment Method

Définitions

Aquifère : formation hydrogéologique perméable contenant des quantités d'eau exploitables par des moyens économiques.

Bassin hydrographique : territoire drainé par des eaux souterraines ou superficielles qui se déversent dans un collecteur principal (cours d'eau, lac) et délimité par une ligne de partage des eaux.

Bassin sédimentaire : dépression de la croûte terrestre située sur un continent, un plateau continental, ou dans un océan, formée par subsidence ou tectonique et qui recueille d'importantes quantités de matériaux sédimentaires qui, par des phénomènes de diagenèse, se transforment en roches sédimentaires.

Bassin versant : surface drainée par un cours d'eau et ses affluents en amont d'une section appelée exutoire.

Besoin en eau : quantité d'eau théorique nécessaire pour un usage.

Consommation en eau : quantité d'eau effectivement utilisée pour un usage donné. C'est donc une valeur constatée et mesurée.

Demande consommatrice : demande des secteurs qui prélèvent l'eau et qui l'absorbent ou la transforment. C'est l'eau utilisée pour la boisson, l'irrigation, l'abreuvement du bétail, etc.

Demande non consommatrice : demande des secteurs où l'eau utilisée peut encore être exploitée ensuite à d'autres fins.

Demande en eau : besoin réel évalué, connu et exprimé par l'utilisateur. Il vise un objectif précis à atteindre et pour lequel l'eau à pourvoir (en quantité, en qualité) constitue une des contraintes.

Hydrologie : science qui étudie de la distribution et de la circulation de l'eau dans la nature.

Mare : étendue d'eau (pérenne ou non, naturelle ou non), de faible importance et profondeur.

Module inter annuel : débit moyen d'un cours d'eau calculé sur une longue période, de l'ordre de 30 ans idéalement.

Module spécifique/débit spécifique : volume d'eau reçu par unité de temps et par unité de surface.

Moyenne mensuelle : valeur calculée à partir de celles d'un même mois pour plusieurs années.

Nappe d'eau souterraine : ensemble des eaux comprises dans la zone saturée d'un aquifère, dont toutes les particules en liaison hydraulique.

Précipitation inter annuelle : moyenne des précipitations annuelles calculée pour un certain nombre d'années.

Station hydrométrique : emplacement où l'on enregistre systématiquement les mesures de niveau d'eau ou les mesures de niveau d'eau et de débit.

Station synoptique : stations collectant des observations météorologiques de surface de façon régulière, à toutes les 6 heures ou sur une base plus fréquente.

Unimodal : qui présente un seul mode, le mode étant la plus grande valeur du paramètre considéré.

Yaéré : vaste plaine d'inondation localisée dans la région de l'extrême-Nord du Cameroun

Résumé exécutif

L'étude portant sur l'état des lieux du secteur de l'eau au Cameroun s'inscrit dans le cadre de l'élaboration du Plan d'Action National de Gestion Intégrée des Ressources en Eau (PANGIRE). Elle a pour objectif général de faire l'analyse diagnostique de la situation actuelle des ressources en eau du Cameroun. Pour cette analyse le Cameroun a opté d'articuler son étude autour de quatre thèmes :

- connaissances et usages des ressources en eau ;
- cadre économique, financier et social ;
- cadre législatif, réglementaire, institutionnel et ressources humaines ;
- eau et environnement.

La présente étude se consacre exclusivement à l'axe « connaissances et usages des ressources en eau ». L'objectif général est de faire l'analyse diagnostique de la situation actuelle des connaissances et des usages des ressources en eau au Cameroun. Les objectifs spécifiques sont :

- faire un état des lieux des ressources en eau au plan national par bassin hydrographique pour les eaux de surface, et par aquifère pour les eaux souterraines ;
- faire une évaluation des usages de l'eau par secteur d'activité et par unité hydrologique ;
- Identifier et hiérarchiser les problèmes liés à la connaissance et aux usages des ressources en eau au Cameroun.

La méthodologie adoptée pour réaliser l'étude relative à la connaissance et aux usages des ressources en eau consiste :

- à collecter des données à partir de la recherche bibliographique et des enquêtes de terrain ;
- au traitement et à l'exploitation des données collectées ;
- à l'évaluation des ressources disponibles et des besoins en eau des divers secteurs d'activités dans chaque bassin ;
- à l'analyse des problèmes relatifs aux ressources en eau par deux méthodes :
 - o une Matrice d'Evaluation Rapide des Questions de Ressources en Eau (MERQUIRE) pour les problèmes d'impact ;
 - o une approche descriptive et analytique pour les problèmes relatifs à la gestion des ressources en eau.

Cette approche méthodologique a permis d'apprécier l'état actuel des ressources en eau, leur cadre de suivi et les problèmes.

Les ressources en eau sont de trois types : les eaux météoriques, les eaux de surface et les eaux souterraines. Les eaux météoriques et les eaux de surfaces sont réparties dans les grandes unités spatiales définies par l'instance agréée qu'est le Centre de Recherche Hydrologique (CRH). Ces unités sont les cinq principaux bassins hydrographiques du Cameroun : le bassin du Lac Tchad, le bassin du Niger, le bassin de la Sanaga, le bassin du Congo et le bassin des fleuves côtiers. A

l'exception du bassin de la Sanaga qui est interne au territoire camerounais, tous les autres bassins sont transfrontaliers.

Pour ce qui est des eaux souterraines, elles sont emmagasinées dans deux grands types de formations hydrogéologiques : la zone de socle qui représente plus de 90 % de la superficie du territoire national et les bassins sédimentaires. Les principaux réservoirs sédimentaires sont, du nord vers le sud, le bassin sédimentaire du Lac Tchad, le bassin sédimentaire de la Bénoué, le bassin sédimentaire de la région côtière.

La disponibilité spatiale de ces ressources en eau est tributaire de l'orographie, l'hydrographie, le climat et la géologie. Ces caractéristiques physiques présentent une grande variabilité qui fait dire que le Cameroun est une "Afrique en miniature". En effet, sur le plan orographique, plusieurs unités se distinguent ; ce sont les terres basses du Nord, le plateau de l'Adamaoua, la chaîne montagneuse de l'Ouest, les terres côtières et le plateau du Sud Cameroun.

Quant à l'hydrographie, les cours d'eau, les lacs naturels ou artificiels constituent le réseau hydrographique. L'extrême Nord du pays est surtout constitué de cours d'eau saisonniers appelés Mayos, alors que le Sud est drainé par un réseau hydrographique dense.

Sur le plan climatique, on distingue le climat tropical qui s'étend de la latitude 6° à 13° N et le climat équatorial entre les latitudes 2° et 6° N.

En ce qui concerne la géologie, les différentes formations appartiennent à deux grands ensembles : la zone de socle et la zone sédimentaire. La zone de socle comprend trois grands groupes :

- le Complexe du Ntem qui correspond à la partie camerounaise du Craton du Congo couvre le Sud du pays ; il est composé essentiellement de tonalites, de trondjémities, de granites, de granulites et de roches vertes ;
- la Chaîne Panafricaine qui couvre la quasi-totalité du reste du territoire camerounais et dont les principales formations géologiques sont les micaschistes, les gneiss, les migmatites et les granites ;
- les zones de plutonisme et de volcanisme ;
 - o la zone de plutonisme concerne une quarantaine de massifs, essentiellement des granites, mais aussi des syénites ;
 - o les massifs volcaniques liés au magmatisme récent forment une chaîne qui s'étend de la côte atlantique jusqu'à l'Adamaoua où elle se divise en deux branches nord-sud et est-nord-est.

Quant aux bassins sédimentaires, ils correspondent aux zones de subsidence relativement peu étendues, dans la région côtière (bassins de Douala et de Mamfé), le nord (bassin de la Bénoué), et le Sud du Tchad (bassin du Lac Tchad..

Afin d'évaluer les besoins domestiques en eau, une estimation de la population a été faite sur la base des données démographiques d'ECAM 3. Les effectifs des populations par bassin sont les suivants pour l'année 2007 :

- bassin du Lac Tchad : 3 018 000 habitants ;
- bassin du Niger : 3 610 000 habitants ;

- bassin de la Sanaga : 5 570 000 habitants ;
- bassin du Congo : 816 000 habitants ;
- bassin des fleuves côtiers : 4 867 000 habitants.

Les eaux météoriques et les eaux de surface du Cameroun font l'objet d'un suivi. Les principales institutions impliquées dans ce suivi sont la Direction de la Météorologie Nationale (DMN) pour les eaux météoriques, le CRH pour les eaux de surface. Cependant, dans le but d'assurer la régulation des barrages de production hydroélectrique, AES-SONEL a mis en place un réseau hydrométrique dans le bassin de la Sanaga.

Pour le suivi des eaux météoriques, la DMN dispose de près de 408 postes pluviométriques réparties sur l'ensemble du territoire national, avec à peine 10 % en fonctionnement.

S'agissant des eaux de surface, le réseau hydrométrique actuel compte 74 stations dont 27 fonctionnelles réparties suivant le tableau ci dessous :

Bassins	Nombre de Stations	Nombre de stations fonctionnelles	Pourcentage de stations fonctionnelles
Lac Tchad	10	0	0,00%
Niger	11	8	72,73%
Sanaga	21	12	57,14%
Congo	7	5	71,43%
Fleuves côtiers	25	7	28,00%

Dans le bassin de la Sanaga, 11 des 12 stations hydrométriques fonctionnelles sont suivies par AES-SONEL. Toutes les autres stations fonctionnelles du Cameroun sont suivies par le CRH. Il faut souligner que la partie du bassin des fleuves côtiers au Nord-Ouest du bassin de la Sanaga ne dispose d'aucune station hydrométrique.

Dans le cas des eaux souterraines, le Cameroun n'est doté d'aucun réseau de suivi piézométrique. La plus part des connaissances hydrogéologiques reposent sur des travaux très anciens et mal archivés. Les données hydrogéologiques stockées à l'Observatoire des Ressources Hydrauliques du MINEE ne sont pas actualisées.

Sur les plans hydrochimique et hydrobiologique, malgré l'existence d'un certain nombre de structures d'analyse, aucun réseau de suivi des différents impacts sur la qualité de l'eau des fleuves, des rivières et les nappes d'eau souterraine n'a encore été mis en place.

Chacune des institutions citées ci-dessus à savoir la DMN, le CRH et AES-SONEL disposent d'une banque de données permettant de quantifier les ressources en eau par bassin versant. Selon les données pluviométriques de la DMN, la distribution spatiale de la pluviométrie moyenne annuelle est assez hétérogène sur l'étendue du territoire. Les précipitations sont comprises entre 561,1 m à Makari dans le bassin du Lac Tchad et 9763,9 m à Debundscha dans le bassin des fleuves côtiers ; elles augmentent du Nord vers le Sud du pays. En outre, il faut noter que la station de Debundscha enregistre la pluviométrie annuelle la plus élevée du monde.

Dans le cas des ressources en eau de surface, elles sont estimées à 265,88 km³ et se répartissent dans les bassins ainsi qu'il suit :

- bassin du Lac Tchad : 12,23 % ;
- bassin du Niger : 16,51 % ;
- bassin de la Sanaga : 23,01 % ;
- bassin du Congo : 12,58 % ;
- bassin des fleuves côtiers : 35,66 %.

En ce qui concerne les eaux souterraines, elles sont évaluées à 55,98 km³. Leur répartition dans les principales formations hydrogéologiques est la suivante :

- bassin sédimentaire du Lac Tchad : 5,72 % ;
- bassin sédimentaire de la Bénoué : 28,14 % ;
- bassin sédimentaire de la région côtière : 38,64% ;
- zone de socle : 27,51%.

A titre comparatif, l'eau souterraine représente 21 % des ressources en eau de surface.

La composition chimiques des eaux de surface et des eaux souterraines est en relation étroite avec la nature lithologique de l'encaissant. Elles sont bicarbonatées, avec des pH très étalés. Les conductivités sont faibles à moyennes. Les qualités chimiques et bactériologiques de ces ressources en eau sont également affectées par l'anthropisation, ce qui peut diminuer les volumes disponibles pour certains besoins.

L'ensemble des besoins en eau ne représentent 4 % des ressources disponibles. Le tableau ci-dessous récapitule les besoins par secteur et par bassin versant.

Bassins \ Besoins	Lac Tchad	Niger	Sanaga	Congo	Fleuves côtiers	Total pour le Cameroun (10 ⁻³ km ³)	%tage des besoins par secteur par rapport à la ressource du pays
Domestique	55,07	65,9	101,6	14,9	88,8	326,27	0,12
Élevage	84,01	13,4				97,41	0,04
Irrigation	328,95	377,08			91,79	797,82	0,30
Hydroélectrique		7600	2169			9769	3,67
Industrie		0,33	8,16	0,06	6,62	15,17	0,01
Mines				2,9		2,9	0,001
Besoins par bassin (10 ⁻³ km ³)	468,03	8056,71	2278,76	17,86	187,21	11008,57	-
Ressource par bassin (10 ⁻³ km ³)	32520	43910	61180	33450	94820	265880	-
%tage des besoins en eau	1,44	18,35	3,72	0,05	0,20	4,14	-

par bassin, par rapport à la ressource du bassin							
%tage des besoins en eau par bassin, par rapport à la ressource du pays	0,18	3,03	0,86	0,01	0,07	-	-

Le Cameroun dispose d'abondantes ressources en eau ; cependant, la satisfaction des différents besoins en eau dépend non seulement des volumes disponibles, mais aussi des technologies de mobilisation. Ces dernières diffèrent selon l'origine de la ressource mobilisée et les différents secteurs d'activités.

S'agissant de l'origine de la ressource en eau, pour les bassins de la Sanaga, du Congo et des fleuves côtiers, l'eau de surface est la principale source d'approvisionnement dans les différents secteurs, à l'exception de l'hydraulique rurale qui reste tributaire des ressources en eau souterraine. Dans les bassins du Lac Tchad et du Niger, l'essentiel de l'approvisionnement en eau est assurée par l'eau souterraine, mais c'est l'eau de surface qui est mobilisée pour l'irrigation. Quant aux technologies de mobilisation, elles sont réparties ainsi qu'il suit :

- besoins domestiques : puits, forages et sources en milieu rural, prises d'eau en rivière et barrages de retenue en milieu urbain
- besoins agropastoraux : mares, retenues colinéaires et puits ;
- besoins pour l'irrigation : prises d'eau en rivière majoritairement utilisés pour les grandes surfaces, biefs les petites surfaces ;
- production hydroélectrique : barrages de retenues ;
- activités industrielles et minière : forages et prises en rivière.

Malgré l'abondance des ressources en eau et la diversité des technologies de mobilisation, le niveau de satisfaction est encore faible les différents secteurs.

En effet, en hydraulique rurale, le taux de couverture des besoins reste inférieur à 50 %, et en milieu urbain, le rendement du service global des réseaux est seulement de 55 %. En hydraulique pastorale, le taux de couverture du cheptel de la province de l'extrême Nord est de 0,55 %. Le rendement du secteur de l'hydraulique agricole est faible (seulement 30 %). En hydroélectricité, le Cameroun connaît un réel déficit énergétique. De nombreux projets sont en cours et leur finalisation à moyen et/ou long terme permettront d'améliorer les conditions d'accès à l'eau pour les différents usages et de relever des grands défis tels que l'atteinte des Objectifs du Millénaire pour le Développement (OMD). Ces objectifs sont interdépendants et leur atteinte exige une coopération au niveau international, régional et sous régional.

Le Cameroun est impliqué dans la coopération à trois niveaux : international, régional et sous régional.

- au niveau international ;
- au niveau régional ;
- au niveau sous régional.

La coopération internationale se fait à travers la mise en œuvre des Conventions et Principes mondiaux tels que la Décennie Internationale de l'Eau Potable et de l'Assainissement, la Gestion Intégrée des Ressources en Eau, les Objectifs du Millénaire pour le Développement. La coopération régionale est menée à travers L'African Minister's Council on Water, L'initiative de la Banque Africaine de Développement. La coopération sous régionale est basée sur le partage des bassins avec un certain nombre de pays de la sous région. Elle se fait à travers les organismes de gestion des bassins transfrontaliers tels que l'Autorité du Bassin du Niger, La Commission du Bassin du Lac Tchad, la Commission internationale du Bassin du Congo-Oubangui-Sangha, L'Autorité de Gestion Intégrée des Eaux en Afrique Centrale. Toujours dans le cadre de cette coopération régionale, le Cameroun est impliqué dans un certain nombre de projets d'envergure à l'exemple du projet NIGER-HYCOS. Les organismes de facilitations jouent également un rôle important dans le cadre de la coopération ; on peut citer la Dutch Initiative, le Global Water Partnership, la Netherlands Development Organisation, UN-HABITAT, l'UNESCO. Dans le secteur de l'eau, un certain nombre de financements sont obtenus de l'Agence Française de Développement, l'Union Européenne, La Banque Africaine de Développement, la Banque Mondiale, la Coopération belge et la Coopération allemande.

L'identification et la hiérarchisation des problèmes permettent de distinguer les problèmes relatifs aux impacts sur les ressources en eau de ceux qui se rapportent à la gestion de l'eau.

Pour ce qui des impacts, elles se traduisent par une dégradation quantitative et qualitative des eaux de surface et des eaux souterraines. Des risques liés à l'eau et à la proximité de l'eau sont également présents dans tous les bassins. Les cinq premiers problèmes nationaux identifiés sont les suivants :

- les pertes d'eau de surface par disparition du couvert végétal, changement climatique, évaporation accrue et sédimentation ;
- la diminution de la recharge des eaux souterraines à cause des changements climatiques et de l'évaporation accrue ;
- l'augmentation de la turbidité des eaux à cause de l'érosion ;
- les parasitoses dues aux eaux de surface infestées à l'état naturel ;
- les pollutions chimiques des eaux de surface par le transport des carburants et des huiles de vidange.

Dans le cas des problèmes relatifs à la gestion des ressources en eau, il faut relever :

- des insuffisances dans le suivi et l'évaluation de la ressource ;
- l'indisponibilité quantitative et qualitative des ressources en eau pour des actions de développement ;
- la sous utilisation des ressources en eau abondantes.

Introduction

La prise de conscience de la communauté internationale de l'intérêt que représentent les ressources en eau pour l'humanité a été mise en exergue par la conférence de Mar Del Plata en septembre 1977. Elle se matérialisera par l'adoption d'une **Décennie Internationale de l'Eau Potable et de l'Assainissement (DIEPA)** de 1981 à 1990. Au cours de cette décennie, plusieurs grands programmes d'alimentation en eau potable verront le jour à l'instar du programme SCANWATER et CIAC qui doteront le Cameroun de plusieurs centaines de stations d'approvisionnement en eau potable.

Cette prise de conscience se cristallisera davantage à la conférence de Dublin en Janvier 1992 au cours de laquelle le constat du danger encouru par toute l'humanité du fait de la gestion non coordonnée et durable des ressources en eau a été posé. Les bases d'une gestion durable des ressources en eau seront établies et résumées dans les quatre principes dénommés principes de **Gestion Intégrée des Ressources en Eau (GIRE)** qui seront consacrés au cours du Sommet de la terre à Rio en Juin de la même année. L'importance de la question sera également mise en évidence au cours du sommet du Millénaire en 2000 avec les Objectifs du Millénaire pour le Développement (OMD) où sur dix (10) objectifs identifiés, un (01) fait directement à l'eau, et les sept (07) autres sont relatifs à la gestion des ressources naturelles dont l'eau.

Le Sommet Mondial sur le Développement Durable (SMDD) tenu à Johannesburg en 2002 constitue une avancée significative en recommandant l'élaboration des Plans d'Action de Gestion Intégrée des Ressources en Eau (PAGIRE) à tous les États avec pour date butoir fin 2005.

Le gouvernement du Cameroun a souscrit aux recommandations de la communauté internationale en donnant à l'eau dans le Document de Stratégie de Réduction de la Pauvreté (DSRP), une place centrale pour le développement économique et social du pays.

Cette étude rentre dans le cadre de l'état des lieux du secteur de l'eau au Cameroun qui constitue une étape fondamentale dans le processus d'élaboration du plan GIRE. Et c'est à la suite de cette première étape que sera dressé le **Plan d'Action National de Gestion Intégrée des Ressources en Eau (PANGIRE)** du Cameroun

Pour la conduite de cette opération, le Global Water Partnership Cameroon (GWP-Cmr) dans le cadre du programme Partnership for Africa's Water Development (PAWD) et sous la tutelle du Ministère de l'Energie et de l'Eau (MINEE), a proposé quatre sous thèmes à développer dont l'un intitulé «**Connaissances et usages des ressources en eau**» fait l'objet du présent rapport.

L'objectif général est de faire l'analyse diagnostique de la situation actuelle des connaissances et des usages des ressources en eau au Cameroun. Les objectifs spécifiques et les résultats attendus sont présentés ci-dessous.

Objectifs spécifiques	Résultats attendus
<ul style="list-style-type: none"> - Faire un état des lieux des ressources en eau au plan national par bassin hydrographique pour les eaux de surface, et par aquifère pour les eaux souterraines ; - Faire une évaluation des usages de l'eau par secteur d'activité et par unité hydrologique ; - Identifier et hiérarchiser les problèmes liés à la connaissance et aux usages des ressources en eau au Cameroun. 	<ul style="list-style-type: none"> - Le bilan quantitatif et qualitatif des ressources en eau du Cameroun est réalisé à l'échelle nationale et par unité hydrologique ; - L'analyse des usages de l'eau par secteur d'activité et par unité hydrologique est réalisée. Pour chaque secteur il faut présenter l'adéquation entre la demande et la disponibilité de la ressource, ainsi que les technologies utilisées pour sa mobilisation ; - Les problèmes liés à la connaissance et aux usages des ressources en eau, sont identifiés et hiérarchisés par unité hydrologique.

Dans ce rapport après un exposé relatif à la méthodologie adoptée pour l'étude, la présentation des grandes unités hydrographique est faite. Le suivi de la ressource en eau fait également l'objet du chapitre suivant à la suite duquel des bilans quantitatifs et qualitatifs des ressources en eau sont abordés. Une évaluation des besoins en eau par bassin et par secteur d'activité permet ensuite de voir l'adéquation besoins/disponibilité. Puis la coopération dans le domaine de l'eau est étudiée et, les problèmes relatifs aux impacts sur les ressources en eau sont enfin présentés.

Chapitre I : La méthodologie

Introduction

La méthodologie utilisée pour réaliser ce travail comporte trois étapes essentielles :

- la collecte des données ;
- L'exploitation des données ;
- L'analyse des problèmes relatifs aux ressources en eau.

I.1- La Collecte des données

I.1.1- La recherche documentaire

La recherche documentaire a été mise en œuvre auprès des institutions étatiques, des institutions d'études et de recherches, des agences de bassins, des industries, des entreprises du secteur privé, et de la société civile. Elle a commencé à Yaoundé et s'est poursuivie auprès des structures situées dans les différents bassins versants. Elle a permis de rassembler des informations relatives au milieu physique (pétrographie, relief, pédologie, hydrographie, végétation et climat) et les ressources en eau (infrastructures de collecte et de traitement des données). Elle porte également sur les différents usages des ressources en eau, les modes de détermination des demandes en eau, l'état de la mobilisation des ressources en eau et les technologies mises en œuvre.

I.1.2- Les enquêtes de terrain

Pour les enquêtes de terrain, une liste des structures a été préalablement préparée sur la base de celle proposée dans les Termes De Référence (TDR). Cette liste a été répartie en deux dont l'une pour la partie Nord du Cameroun et l'autre pour le Sud du Cameroun. Des questionnaires ont ensuite été élaborés pour les différentes structures. Ces questionnaires ont ensuite été envoyés aux structures déconcentrées et extérieures des services de l'État, aux sociétés en concession avec d'État, aux sociétés privés, à la société civile...etc. Des informations ont été reçues des structures suivantes :

- CRH (Centre de Recherche Hydrologique) ;
- DMN (Direction de la météorologie Nationale) ;
- AES-SONEL ;
- MINEE (Ministère de l'Energie et de l'Eau) ;
- SEMRY (Société d'Expansion et de Modernisation de la Riziculture de Yagoua) ;
- ACEEN (Association Camerounaise pour l'Education Environnementale) ;
- MIDIMA (Mission de Développement Intégré des Monts Mandara) ;
- UICN (Union Mondiale pour la Nature) ;

Les données collectées par des enquêtes sur le terrain se rapportent à l'hydrodrométéorologie, aux besoins en eau (quantité et qualité), aux technologies mises en œuvre et aux problèmes rencontrés dans la mobilisation des ressources en eau.

I.2- L'exploitation des données

Les données collectées par la recherche documentaire et les enquêtes de terrain ont été exploitées dans trois grands axes : l'élaboration des cartes thématiques, l'évaluation des volumes d'eau, l'évaluation des besoins en eau.

I.2.1- L'élaboration des cartes thématiques

Pour l'élaboration des différentes cartes thématiques, les documents cartographiques ont été numérisés. Ces différents fonds cartographiques ont été géoréférencés avec le logiciel Map Info 8.0 dans le système de coordonnées longitude/latitude. Les différentes couches ont été vectorisées sous forme :

- de polygones pour les contours des bassins versant, des formations géologiques, des limites administratives, et des plans d'eau ;
- de lignes pour les cours d'eau ;
- de points pour les stations hydrométriques et les stations pluviométriques.

Les couches ainsi créées ont été enrichies par des métadonnées pour enfin aboutir à un Système d'Information Géographique. Le SIG élaboré dans Map Info a ensuite été exporté sous le format shapefile de ArcView. Les différentes couches thématiques ont également été converties en fichiers images sous le format JPEG, ceci parfois après une analyse thématique.

I.2.2- L'évaluation des volumes d'eau

I.2.2.1- L'évaluation des volumes d'eau de surface

L'évaluation des volumes d'eau de surface a été faite suivant deux approches : la méthode des données mesurées et l'analyse régionale. L'analyse régionale est surtout mise en œuvre lorsque l'on est devant la situation de manque de données important. Dans les deux cas, ces méthodes sont basées sur un découpage des bassins considérés en sous bassins, en fonction de leur configuration et des données disponibles. Ce découpage peut être fait, soit au droit des stations de mesure, soit au sortir du bassin. C'est ce dernier découpage qui a été retenu.

I.2.2.1.1- La méthode des données mesurées

L'utilisation de la méthode des données mesurées suppose d'abord la connaissance de la surface drainée. On calcule alors les débits spécifiques des bassins versants considérés à partir des modules moyens interannuels des données observées, selon la méthode couramment utilisée dans l'élaboration des annuaires hydrologiques. On détermine ensuite le volume écoulé dans le bassin ou sous bassin à son exutoire, en

fonction de la surface qui lui est proportionnelle. Il va de soi que le volume écoulé dans le bassin est la somme des volumes écoulés dans les sous bassins issus du découpage. Les superficies des bassins à la sortie du territoire national sont déterminées à l'aide du logiciel MAPINFO 8.0 qui est un Système d'Information Géographique capable de calculer automatiquement les superficies en coordonnées sphériques. Les sources documentaires des données hydrométriques utilisées sont présentées à l'annexe III. Il est important de relever les cas du Logone à Bongor et du Chari à Chagoua ; pour ces deux stations les volumes ont été calculés à partir des superficies des bassins versants à la station hydrométrique, car les cours d'eau viennent du Tchad.

Les stations hydrométriques qui ont servi à l'évaluation des volumes d'eau sont au nombre de 23, avec 2 stations pour le bassin du Congo, 3 stations pour le bassin du Niger, 4 stations pour le bassin du Lac Tchad, 1 station pour le bassin de la Sanaga et 13 stations pour le bassin des fleuves côtiers. La liste de ces stations est donnée à l'annexe II. Deux critères ont guidés leur choix : la proximité avec l'exutoire et la disponibilité des données. Les sources documentaires des données hydrométriques sont présentées en annexe III.

I.2.2.1.2- L'analyse régionale

L'un des problèmes de l'évaluation des écoulements est la discontinuité des séries de données existantes ou l'absence de données pour certains bassins. Dans ces cas, on fait souvent appel à des outils tels que de l'analyse régionale. L'analyse régionale permet d'estimer une caractéristique en un point en utilisant l'information disponible en d'autres points (Javelle, 2001). Elle a été mise en œuvre pour certains sous bassins qui ne disposaient pas de données à la période considérée. Il s'agit notamment des sous-bassins suivants du Niger : Donga, Katsena et Tunga.

I.2.2.1.3- L'évaluation des volumes d'eau stockés

Les capacités de stockage des retenues existantes dans les bassins peuvent être évaluées lorsque l'on connaît leurs caractéristiques. On peut estimer le volume moyen interannuel stocké dans les retenues possédant une courbe hauteur/volume et suivies sur le plan hydrologique. Ces volumes sont généralement inférieurs aux volumes totaux stockables. Ceci s'explique par le fait que toutes les retenues ne se remplissent pas chaque année et les eaux stockées sont au fur et à mesure utilisées pour l'irrigation, l'approvisionnement en eau potable ou la production d'électricité, la conservation de l'environnement, etc.

I.2.2.1.4- L'évaluation du volume total des eaux de surface

Le volume total de l'eau de surface annuellement disponible dans le bassin est la somme des écoulements mesurés et du volume interannuel stocké dans les retenues et les lacs.

I.2.2.2- L'évaluation des volumes d'eau souterraine

Trois approches peuvent être utilisées pour l'évaluation des réserves en eau souterraine :

- l'établissement du bilan hydrologique ;
- l'interprétation d'un hydrogramme ;
- le calcul à partir des caractéristiques hydrodynamiques et géométriques de l'aquifère.

Les données collectées ne permettant pas la mise en œuvre de l'une de ces méthodes, les volumes d'eau souterraine présentés dans ce rapport viennent d'un certain nombre de travaux antérieurs.

I.2.3- L'évaluation des besoins en eau

Les besoins sont estimés suivant les différents secteurs d'utilisation et en fonction des données collectées. Elles correspondent tantôt à la consommation mesurée, tantôt au besoin calculé. Les bases d'évaluation des besoins sont indiquées pour chaque secteur.

I.2.3.1- Les besoins domestiques

Les besoins domestiques sont déterminés par les facteurs suivants :

- l'effectif de la population urbaine ;
- l'effectif de la population rurale ;
- la consommation spécifique qui est de 50l/j/personne en milieu urbain et 25 l/j/personne en milieu rural.

Dans le cadre de cette étude, la population totale des différents bassins est évaluée sur la base des données d'ECAM 3 (Enquête Camerounaise Auprès des Ménages), publiés en 2008. Le rapport ECAM 3 donne les effectifs de la population des différentes régions du Cameroun pour l'année 2007. L'annuaire statistique publié en 2006 donne les superficies de chaque région, ce qui permet de calculer la densité « $d_{\text{région}}$ » de la population de chaque région pour l'année 2007. A partir du logiciel ArcView 3.2, une intersection est réalisée entre la couche de polygones correspondant aux régions et celle des bassins versants. Sur la base des données de superficie intégrées dans le SIG, la superficie « S_i » de chaque région est déterminée dans chaque bassin.

L'effectif de la population de chaque bassin versant (Pop_{bassin}) donné est obtenu par la relation ci-dessous :

$$Pop_{\text{bassin}} = \sum d_{\text{région}} \cdot S_i$$

- Pop_{bassin} : Population totale dans un bassin versant ;
- $d_{\text{région}}$: densité de la population de chaque région ;
- S_i : superficie de la région dans un bassin versant donné.

La population totale du bassin est obtenue en faisant la somme des effectifs de la population des différentes régions qui couvrent le bassin.

Il convient de relever une difficulté majeure dans l'évaluation des besoins des différents bassins : **l'absence des données relatives à l'effectif de la population urbaine de chaque région**. Par conséquent, il n'a pas été possible de faire une distinction entre la population urbaine et la population rurale dans l'évaluation des besoins domestiques. La consommation spécifique utilisée pour évaluer les besoins domestique est de 50l/j/personne.

I.2.3.2- Les besoins pour l'élevage

Les besoins en eau du cheptel dépendent entre autres de l'espèce animale, de la qualité du fourrage et du climat. Les consommations spécifiques généralement utilisées sont variables mais les écarts ne sont pas très significatifs. Les enquêtes de terrain menées par le CIEH (Comite Inter Africain d'Etude Hydraulique) donnent les chiffres suivants :

- bovins : 39,2 l/j/tête ;
- ovins : 4,3 l/j/tête ;
- caprins : 4,3 l/j/tête ;
- asiniens : 30 l/j/tête ;
- équins : 23 l/j/tête ;
- porcins : 10 l/j/tête ;
- volailles : 0,5l/j/tête.

Pour plus d'efficacité, on exprime souvent la consommation spécifique par UBT (unité de bétail tropical). L'estimation des besoins en eau pour l'élevage pourrait se faire à partir du nombre d'UBT et de cette consommation spécifique. En absence de cette donnée, l'estimation est basée sur les résultats d'enquêtes menées par le CIEH.

I.2.3.3- Les besoins pour l'irrigation

La quantité d'eau dont a besoin une culture donnée pour croître de façon optimale dépend essentiellement :

- du climat : les cultures ont besoin de plus d'eau par jour sous un climat ensoleillé et chaud que sous un climat froid et nuageux ;
- du type de culture : des cultures comme le riz ou la canne à sucre ont des besoins en eau plus importants que le haricot ;
- du stade végétatif de la culture : des cultures complètement développées demandent plus d'eau que des cultures venant d'être plantées.

Les consommations spécifiques des cultures se présentent de la façon suivante (MINAGRI, 1986) :

1- zone Bénoué :

- canne à sucre : 23 250 m³/ha ;
- riz 2 cycles : 21 500 m³/ha ;
- polyculture céréales : 9 050 m³/ha.

2- Zone Kousséri :

- céréales : 15 000 m³/ha ;
- riz 2 cycles : 24 500 m³/ha ;

- maraîchage : 11 000 m³/ha.

3- Zone Maga :

- céréales : 13 000 m³/ha ;
- riz 2 cycles : 23 000 m³/ha.

4- Rives Sanaga :

- riz 2 cycles : 15 000 m³/ha ;
- maïs-Coton : 3 700 m³/ha.

5- Ouest :

- riz saison de pluie : 12 000 m³/ha ;
- riz 1 cycle : 18 000 m³/ha.

6- Littoral :

- bananes de Mungo : 6 000 m³/ha ;
- horticulture.

7- Sud Ouest :

- bananes (Tiko-CDC) : 6 000 m³/ha.

I.2.3.4- Les besoins pour la production hydroélectrique

Les besoins en eau pour la production hydroélectrique constituent une demande non consommatrice. L'eau utilisée pour le fonctionnement des turbines hydrauliques peut être réutilisée à d'autres fins. C'est le cas du barrage du Lagdo où l'eau turbinée est réutilisée pour l'irrigation des périmètres situés en aval. Toutefois, l'hydroélectricité exige le stockage d'un certain volume d'eau à un site particulier, ce qui peut exclure ou limiter un autre usage à l'amont. Elle engendre aussi une perte importante par évaporation sur les retenues. Pour l'estimation des besoins de la production d'énergie hydroélectrique, les données ont été recueillies directement auprès des services d'AES-SONEL.

I.2.3.5- Les besoins pour l'industrie

Les besoins en eau pour le secteur industriel ont été déterminés à partir des résultats de l'enquête menée par le MINEE (Ministère de l'Energie et de l'Eau) sur les volumes d'eau prélevés par les industries. Ces données correspondent aux volumes de prélèvement déclarés par les différentes industries.

I.2.3.6- Les besoins pour les mines

Comme dans le cas du secteur industriel, les données relatives aux besoins en eau du secteur minier proviennent de l'enquête menée par le MINEE. Il s'agit également des prélèvements déclarés.

I.2.3.7- Les besoins pour la pêche, la pisciculture et la sylviculture

La pêche est non consommatrice d'eau. Les besoins en eau de la pêche pour maintenir la production piscicole sont exprimés en termes de contraintes de quantité et de qualité d'eau disponible. Cependant, la disponibilité des volumes d'eau nécessaires pour cette activité peut imposer des contraintes de partage ou des limitations pour les utilisateurs à l'amont. Il en va d'ailleurs de même pour la demande exprimée pour l'environnement, le tourisme et les loisirs.

I.2.3.8- Les besoins pour l'environnement, le tourisme et les loisirs

Il est actuellement difficile de quantifier les besoins en eau pour la préservation des écosystèmes environnementaux. Cependant, il faut souligner que des travaux sont en cours et permettront, à moyen ou long terme, de disposer d'un certain nombre d'outils permettant d'évaluer les besoins en eau pour l'environnement. Les travaux de Korsgaard (2006) sont porteurs d'espoir à ce sujet. Cet auteur propose quatre méthodes d'évaluation des besoins en eau pour l'environnement qu'elle nomme *Hydrological Index Methods*, *Hydraulic Rating Methods*, *Habitat Simulation Methodologies*, *Holistic Methodologies*.

I.3- L'analyse des problèmes

Dans l'analyse des problèmes, deux aspects ont été distingués :

- les problèmes relatifs aux impacts sur les ressources en eau ;
- les problèmes relatifs à la gestion des ressources en eau.

Ces problèmes ont été identifiés puis hiérarchisés à l'échelle des bassins versant, puis à l'échelle nationale.

I.3.1- Les problèmes relatifs aux impacts

Les problèmes relatifs aux impacts sur les ressources en eau ont été identifiés et hiérarchisés par la méthode MERQUIRE (Matrice d'Evaluation Rapide des Questions Relatives aux Ressources en Eau). La méthode MERQUIRE dérive d'une autre méthode déjà développée à VKI/DHI (Water and Environment Department /Danish Hydrological Institute) pour les études d'impact environnemental (en anglais la méthode RIAM¹) et qui a été adaptée aux problèmes particuliers des ressources en eau dans le but d'établir les critères d'une hiérarchisation.

Le but de la méthode MERQUIRE est d'identifier les actions prioritaires à mettre en œuvre dans le PANGIRE. Cette méthode permet, sur la base d'un certain nombre de critères quantifiables², d'évaluer l'importance relative des problèmes selon une formule de cotation d'ensemble de chacun d'entre eux par unité hydrologique. De

¹ RIAM : Rapid Impact Assessment Matrix, ce qui pourrait se traduire en français par « Matrice d'Appréciation Rapide des Impacts Environnementaux » (MARIE).

² Envergure / magnitude, gravité / importance, permanence, irréversibilité et caractère cumulatif.

plus, une des innovations de la méthode MERQURE a été d'introduire une cotation sur le niveau de documentation du problème. Ainsi, une cotation de l'importance du problème est toujours accompagnée d'une évaluation du niveau auquel ce problème est documenté. Enfin, une cotation a aussi été ajoutée sur le caractère évolutif du problème pour indiquer s'il est probable qu'il se développe dans un futur proche.

Il est à noter que cette méthode, apparemment purement quantitative, est en fait semi-quantitative car elle suppose de la part de l'équipe qui les utilise une compréhension commune (par rapport à l'application des différents critères) ainsi qu'un solide bon sens professionnel. Par contre, une fois cette compréhension commune obtenue, la méthode a montré la robustesse de ses résultats.

L'analyse a été faite sur la base d'une liste exhaustive de 107 problèmes potentiels qui ont été identifiés dans le cadre de l'élaboration des plans d'action dans d'autres pays d'une part, à travers des contributions de l'équipe du projet lors de l'identification des problèmes des bassins versants camerounais d'autre part.. La somme des cotations d'un même problème sur les cinq bassins indique l'importance nationale relative du problème.

Pour l'identification des problèmes majeurs, les critères suivant ont été utilisés :

- un problème est dit majeur dans un bassin versant si sa cote est supérieure ou égale à 4 ;
- un problème est dit majeur à l'échelle nationale si sa cote est supérieure ou égale à 4 dans au moins deux bassins versants.

I.3.2- Les problèmes relatifs à la gestion

Ce rapport a exclusivement analysé des problèmes relatifs à la gestion en rapport avec la connaissance et des usages des ressources en eau. Ces problèmes ont été identifiés après exploitation des résultats d'enquêtes. L'analyse consiste, pour chaque problème identifié, à examiner les contraintes qui pèsent sur sa résolution.

Conclusion

Dans le cadre de la rédaction de l'état des lieux du secteur de l'eau au Cameroun, la méthodologie s'est articulée autour de trois grands points :

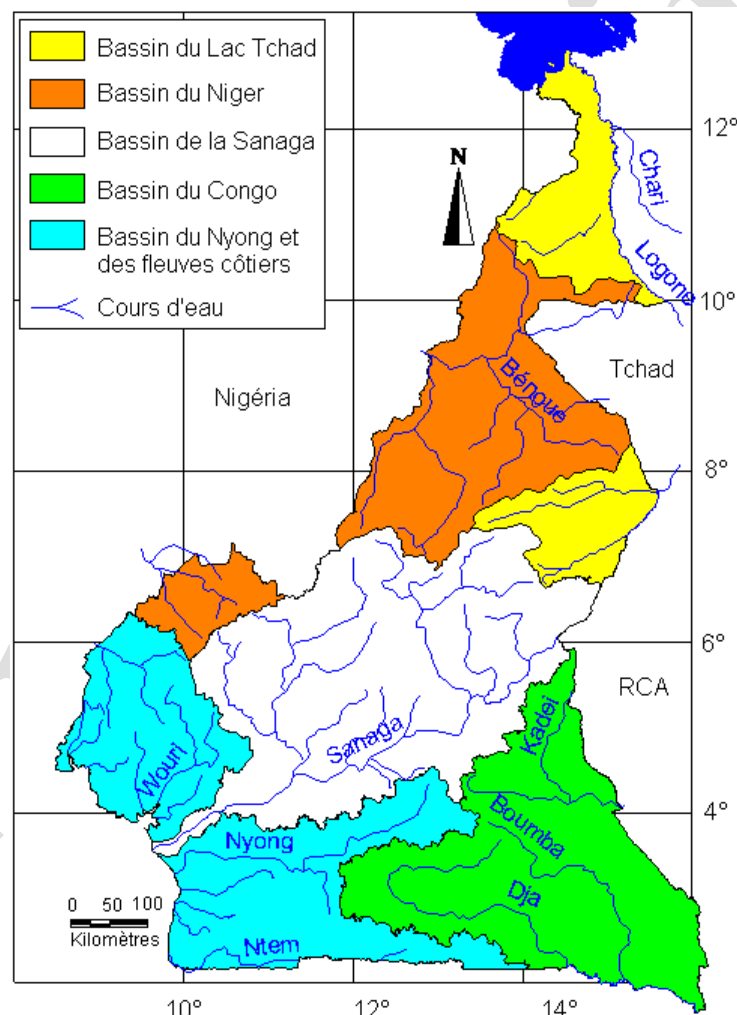
- la collecte des données à partir de la recherche bibliographique complétée par des enquêtes de terrain ;
- l'exploitation des données collectées par élaboration des cartes thématiques, évaluation des volumes d'eau et des besoins en eau par bassin versant ;
- l'analyse des problèmes à partir d'une méthode semi quantitative pour ceux relatifs aux impacts sur la ressource, et une approche essentiellement qualitative pour les problèmes liés à la gestion de la ressource.

La mise en œuvre de ces démarches a donné lieu à des résultats qui sont présentés dans les chapitres qui suivent.

Chapitre II : La présentation des bassins versants

Introduction

Les cours d'eau du Cameroun présentent deux grands ensembles hydrographiques : l'un des deux ensembles regroupe les tributaires de la façade atlantique du Cameroun. Cependant, l'autre regroupe les cours d'eau qui participent à des bassins hydrographiques plus étendus et en particulier à trois des cinq plus grands ensembles hydrographiques de l'Afrique (figure 1) :



(Source : Olivry, 1986)

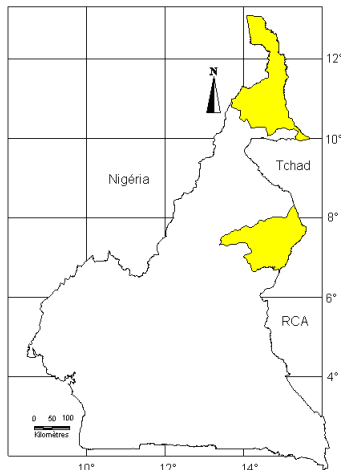
Figure 1 : Les principaux bassins du Cameroun

- le bassin du Lac Tchad ;
- le bassin du Niger ;
- le bassin du Congo.

Les tributaires de la façade atlantique du Cameroun sont le bassin de la Sanaga, le bassin des fleuves côtiers.

Le milieu physique des grands bassins camerounais est présenté dans ce chapitre dont les principales informations sont tirées des travaux de Suchel (1972), Bessoles (1977), Brabant et Gavaud, (1985), Olivry (1986), Letouzey (1986), Naah (1992), Sighomnou (2004). Ces bassins sont présentés du Nord vers le Sud.

II.1- Le bassin du Lac Tchad



Les tributaires camerounais du bassin du Lac Tchad se répartissent en deux grands ensembles : le bassin septentrional et le bassin méridional. Le bassin septentrional est localisé entre les longitudes 13°40' et 15°41' Est, et entre les latitudes 9°54' et 13°04' Nord. Sa superficie, déterminée avec le logiciel MAPINFO³ est de 27 470 km². Le bassin méridional du Lac Tchad est situé entre les longitudes 13° 24' et 15° 35' Est, et entre les latitudes 6° 36' et 8° 19' Nord. Il a une superficie de 21 670 km², obtenu avec MAPINFO.

II.1.1- Le relief

II.1.1.1- Le bassin septentrional du Lac Tchad

Quatre ensembles de relief s'individualisent : les monts Mandara à la frontière du Nigeria, leur piémont, la plaine du Diamaré qui lui succède vers l'Est jusqu'au Logone et la pédiplaine de Kaélé. Le site du barrage digue de Maga se situe dans le troisième de ces ensembles.

Entre le piémont des Mandara, la région de Kaélé et le cordon dunaire, le socle s'enfonce rapidement par paliers, de même que croît l'épaisseur de sa couverture granitique. Au dessus s'observe un remblai hétérogène composé d'argiles à lentilles de sable reposant sur une cuirasse ferrugineuse développée sur les altérites du socle.

II.1.1.2- Le bassin méridional du Lac Tchad

Le relief du bassin méridional du Lac Tchad est caractérisé par des altitudes qui décroissent du Sud-ouest vers le Nord-est du bassin versant. En amont du bassin,

³ Pour le bassin du Lac Tchad, les documents consultés ne donnent que la superficie de tout le bassin, d'où la nécessité de déterminer l'aire de la partie camerounaise à l'aide du logiciel MAPINFO qui est un Système d'Information Géographique (SIG).

dans le secteur Sud-ouest, l'altitude varie entre 900 et 1500 m, avec quelques sommets qui culminent à plus de 1500 m d'altitude. Le sommet le plus important est le mont Ngang-Ha qui atteint 1923 m d'altitude. Dans la zone médiane du bassin, les altitudes sont comprises entre 600 et 900 m. Puis on passe en dessous des 600 m au niveau du cours inférieur de la Vina du Nord. Toute la partie du bassin située en aval de la confluence entre la vina du Nord et la Mbéré est à une altitude comprise entre 300 et 600 m.

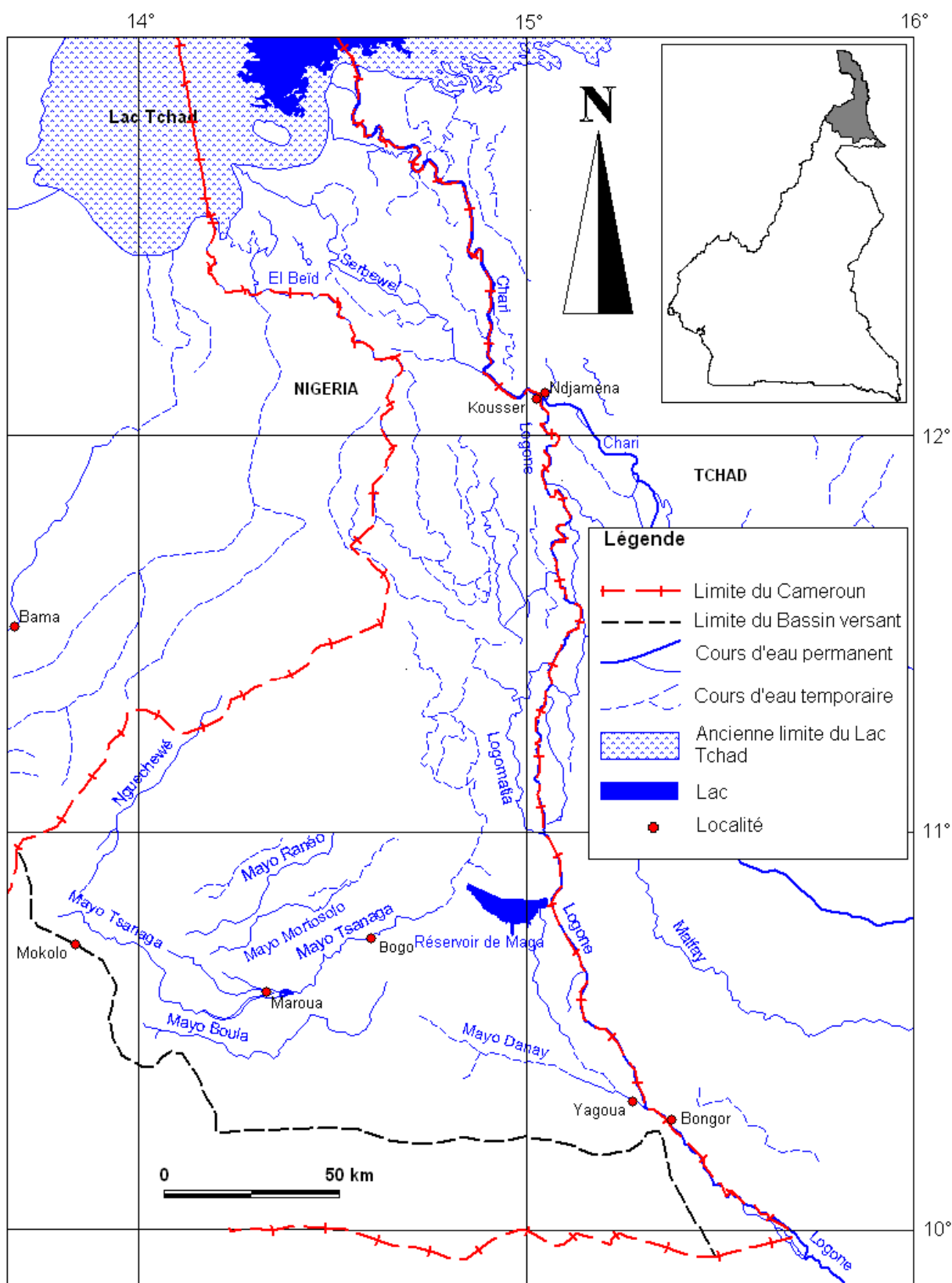
II.1.2- L'hydrographie

II.1.2.1- Le bassin septentrional du Lac Tchad

Le Chari et le Logone sont les seuls cours d'eau permanents du bassin septentrional du Lac Tchad (figure 2). Le reste du réseau hydrographique est constitué de cours d'eau saisonniers et temporaires (ou mayo en dialecte local) issus des monts Mandara. Il s'agit principalement des mayos Boula, Tsanaga, Motorsolo et Ranéo. Le mayo Boula entaille le socle altéré entre Salak et la route Maroua - Mindif. Son cours longe la bordure Nord des affleurements pénéplanés du socle et en reçoit de nombreux affluents. Le mayo Tsanaga s'est formé au défilé de Douvar (aujourd'hui fermé par le barrage réservoir de Mokolo) de la réunion d'une branche Nord issue de l'hosséré Ziver et d'une branche Ouest née vers 950 m d'altitude. A Menglia, il est à 55 km de sa source et à environ 550 m d'altitude. C'est à 95 km de sa source qu'il reçoit le Kaliao, son principal affluent. Le mayo Motorsolo provient des massifs granitiques situés entre la chaîne de Méri et les Monts Mogazang au Nord de Maroua. Il franchit le cordon dunaire à Fadaré et décrit à partir de là de nombreux méandres avant de se perdre dans la plaine. Le mayo Ranéo s'alimente avec ses affluents dans le massif de Douvangar, au Sud de Méri, et dans des massifs isolés dominant la plaine de 400 à 600 m en altitude. Il pénètre ensuite dans la plaine à Dogba puis parcourt les 30 km qui séparent la route Maroua – Mora de sa traversée du cordon dunaire à Pette en divaguant sur les alluvions. Ces cours d'eau ne rejoignent pas le Logone. Faute d'énergie, après le passage du cordon dunaire, ils se perdent dans la grande plaine du Yaéré (8000 km² de superficie du Nord du cordon dunaire Limani-Yagoua à l'Ouest de la route sur digue Mora-Waza-Tildé) et, depuis l'aménagement de la digue-barrage de Maga, alimentent le lac de retenue.

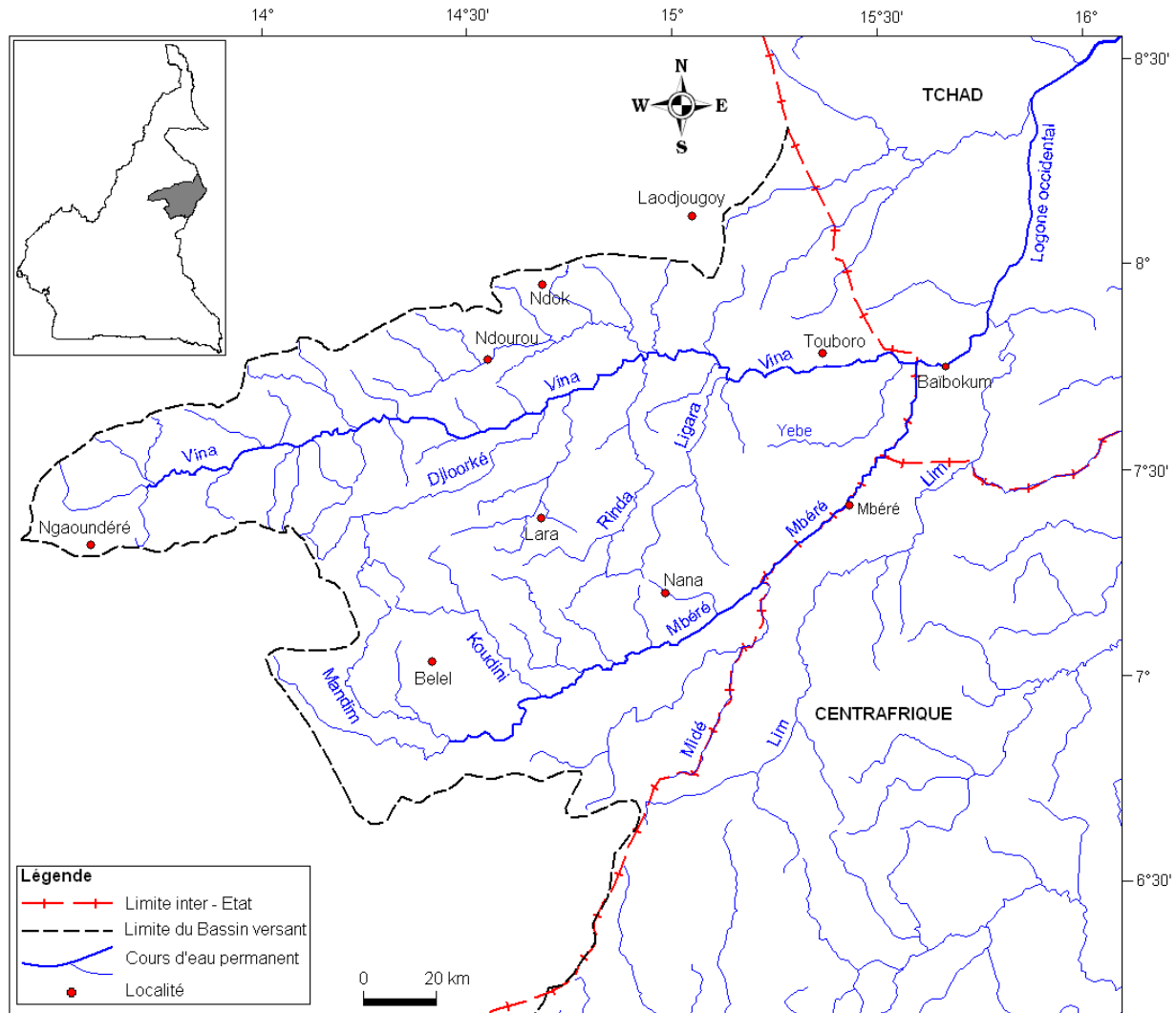
II.1.2.2- Le bassin méridional du Lac Tchad

Dans la partie méridionale du bassin du Lac Tchad (figure 3), les principaux cours d'eau sont la Vina et la Mbéré. La Vina prend sa source dans le massif de l'Adamaoua à 1 435 m d'altitude. Elle a une direction W – E à WSW – ENE. Son cours traverse plusieurs zones de marécageuse et une vaste zone de prairies à plus de 1 000 m d'altitude. Elle franchit ensuite les sites hydrauliques de Warak, par une série de chutes et de rapides. Puis elle s'engage dans une large dépression entre 500 et 800 m d'altitude. Elle conflue avec la Mbéré à la frontière Cameroun – Centrafrique, au km 314 depuis la source.



(Source : Encyclopédie Encarta 2007 ; modifié)

Figure 2 : Le réseau hydrographique du bassin septentrional du Lac Tchad



(Source : Olivry, 1986 ; modifié)

Figure 3 : Le réseau hydrographique du bassin méridional du Lac Tchad

La Mbéré a une direction générale SW – NE et constitue le drain du « fossé tectonique de la Mbéré ». Elle prend sa source au Nord de Meiganga à 1 080 m d'altitude et a une longueur totale de 250 km. La pente moyenne de ses premiers kilomètres est de 0,5 %. Elle passe ensuite à 0,1% en moyenne jusqu'à son confluent avec la Vina.

II.1.3- Le climat

II.1.3.1- Le bassin septentrional

Le climat général est de type tropical sec caractérisé par des valeurs élevées de la température moyenne annuelle dont les détails sont donnés en annexe IV (28,9 °C à Kousséri et 28,3 °C à Maroua) et par deux saisons très tranchées. Ce climat est régi par le déplacement saisonnier de deux masses d'air (l'harmattan et la mousson) dont le contact porte le nom de Front Inter Tropical (FIT). Les mois de décembre et janvier sont frais et secs ; les mois de juillet, août et septembre sont chauds et humides. Les températures les plus élevées correspondent au mois d'avril et sont de 33,7 et 33,2 °C respectivement à Kousséri et à Maroua. Les températures minimales mensuelles varient entre 24 et 24,7°C du Nord vers le Sud de la partie septentrionale du bassin du Lac Tchad.

Si on observe le climat du point de vue de la pluviométrie totale et du nombre de mois arides, on définit une ligne Mora-Pouss qui sépare un climat soudano sahélien au Nord (6 à 7 mois arides) d'un climat soudanéen au sud (environ 5 mois arides).

Ainsi, l'aridité va en croissant du Sud vers le Nord, mais pour une même altitude, il pleut davantage dans les monts Mandara qu'en plaine. A ce niveau, les isohyètes dessinent une incurvation vers le Nord.

II.1.3.2- Le bassin méridional

Les conditions climatiques du bassin méridional du Lac Tchad sont celles du climat tropical d'altitude de l'Adamaoua. C'est un climat à deux saisons (une saison sèche de décembre à mars et saison humide de mars à novembre) couvrant l'ensemble du plateau de l'Adamaoua. Il est caractérisé par un régime tropical humide avec une saison sèche d'au moins 4 mois et des précipitations encore abondantes. A la station de N'Gaoundéré, la température moyenne annuelle est 22 °C avec une amplitude thermique de 3,6 °C. Décembre est le mois le moins chaud avec 20,6 °C ; la température maximale mensuelle, qui est de 24,2 °C, est enregistrée pendant le mois de mars.

II.1.4- La végétation

II.1.4.1- Le bassin Septentrional

Sur les monts Mandara, on se situe dans la zone phytogéographique soudanienne d'altitude. Le peuplement particulièrement dense y a fait disparaître la végétation

originelle pour la remplacer par des arbres « domestiqués ». Dans la plaine de Maroua, on est en zone sahélo-soudanienne caractérisé par des steppes à épineux qui colonisent des sols grisâtres. Plus au Nord, on passe dans le domaine des prairies périodiquement inondées. Il s'agit du Yaéré qui a une végétation aquatique en saison des pluies et une végétation de hautes graminées en saison sèche. Sur les rives du Lac Tchad, la présence de gommiers (*Acacia Sénégal*) pourrait indiquer que l'on est entré dans le secteur sahélo-saharien.

II.1.4.2- Le bassin méridional

Le paysage phytogéographique est dominé par la savane caractérisée essentiellement par *Daniellia oliveri* et un tapis graminéen d'Andropogonées, très sensibles à l'action de l'homme (cultures de manioc, élevage). La partie amont du bassin méridional du Lac Tchad est le domaine des savanes arbustives soudano-guinéenne de l'Adamaoua. Vers l'aval, on passe aux savanes soudanaises arborées et aux forêts claires soudanaises. Ces deux formations sont surtout observées de part et d'autre des deux principaux cours d'eau que sont la Vina du Nord et la Mbéré.

II.1.5- La pétrographie

II.1.5.1- Le bassin septentrional

Dans le bassin septentrional du Lac Tchad le socle représente 19 % (figure 4). Ce socle est granitique. Il se rencontre tant dans les monts Mandaras que dans la péninsule Kaélé-Mindif qui contient également des gneiss et des schistes. Des formations quaternaires y sont également représentées, sous la forme d'alluvions plus ou moins anciennes disposées dans les lits des mayos (cours d'eau saisonniers) et constitués comme par un mélange d'argiles et de sables.

La zone sédimentaire occupe 81 % du bassin septentrional du Lac Tchad. Elle est représentée par la vallée du Logone. Cette dernière est constituée d'alluvions essentiellement formées d'argiles lacustres qui occupent de vastes superficies dans toute la zone d'inondation (« le Yaéré » en langue locale). Ces argiles sont noires à bleutées et se sont déposées pendant les différentes phases de transgression du Lac Tchad.

II.1.5.2- Le bassin méridional

La pétrographie du bassin méridional du Lac Tchad est connue grâce aux travaux de Bessoles *et al.* (1977). Dans cette partie du bassin du Lac Tchad, les formations précambriennes occupent 69,6 % de la superficie totale (figure 4). Elles sont représentées par des granites, majoritaires, et des migmatites. Les migmatites sont minoritaires et on les retrouve au Nord-Ouest et au Sud-est de cette portion du bassin. Ces dernières occupent le Nord et la zone médiane du bassin. Au Nord et à l'Est de Ngaoundéré, les formations volcaniques et/ou sédimentaires (dépôts dans le

fossé tectonique de la Mbéré) constituent les formations de couverture. Les formations volcaniques représentent 21,3 % du bassin méridional du Lac Tchad. Les formations sédimentaires n'affleurent que sur 9,1 % de cette partie du bassin du Lac Tchad.

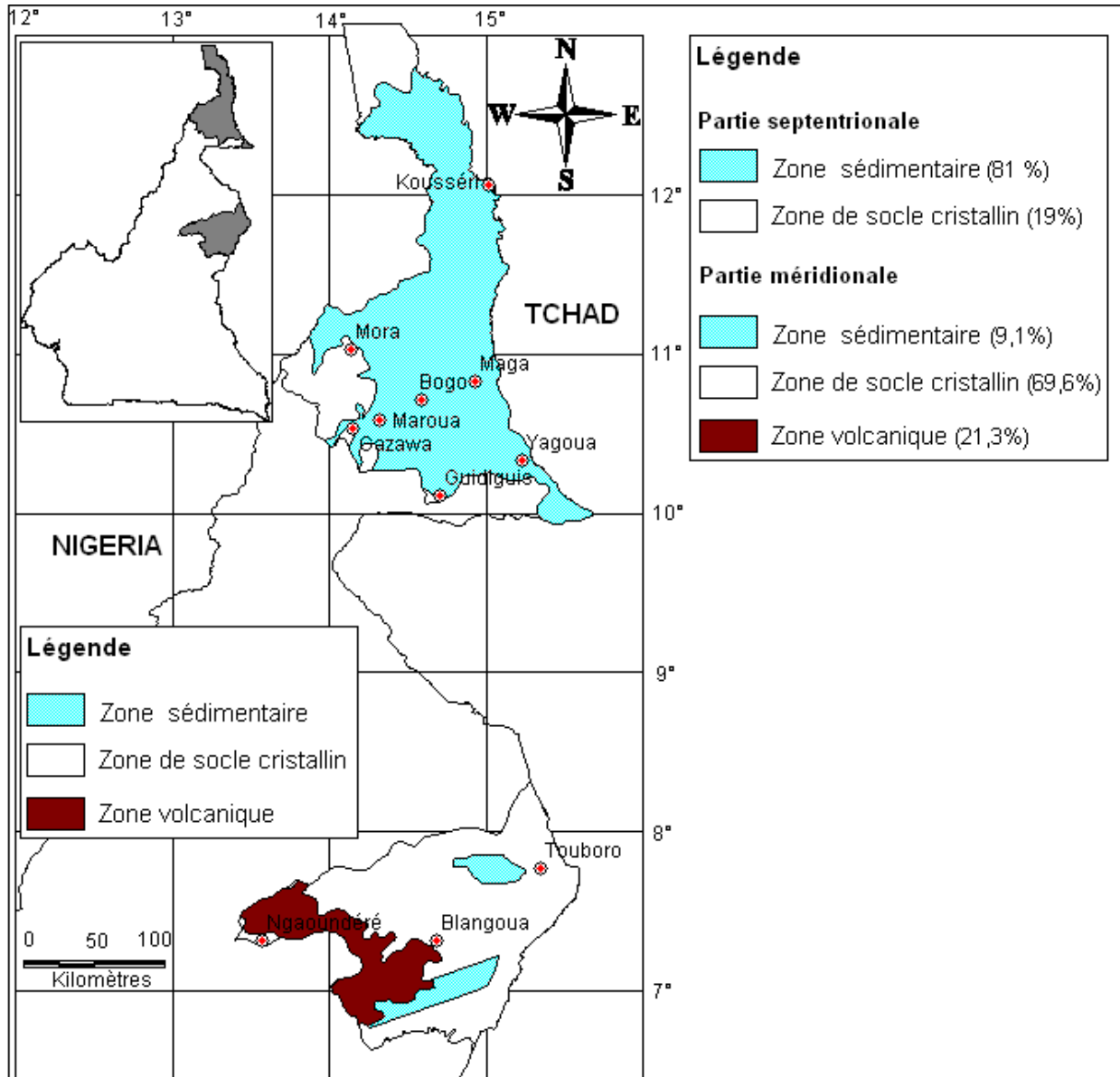


Figure 4 : Grands ensembles pétrographiques du bassin du Lac Tchad

II.1.6- La pédologie

II.1.6.1- Le bassin septentrional

A l'Est et au Nord des Monts Mandara, on a des sols lessivés, planosoliques et solonetziques. Ces sols se développent sur les piémonts colluviaux ou sur les alluvions anciennes de bordure de la dépression tchadienne. Les sols lessivés ont des horizons sableux épais. Dans les planosols, ces horizons sableux surmontent

des argiles compactes épaisses et peu perméables. Les Solonetz sont quant à eux des sols hydromorphes contenant du sodium toxique pour les plantes.

Dans la région de Maroua, on trouve des sols fersiallitiques, de couleur rouille, ayant subi une hydrolyse des minéraux incomplète. Ces sols contiennent une fraction argileuse qui forme avec les oxydes des complexes relativement complexes.

La vaste cuvette de décantation qu'est le Yaéré, des dépôts fluvio-lacustres s'y sont entassés sur des épaisseurs considérables (plus de 500 m au niveau de Logone Birni), avec des alternances de niveaux argileux d'origine lacustre et des strates grossières sableuses d'origine fluviale.

Au cœur de l'éventail de divagation des mayos Tsanaga et Boula s'étendent des secteurs de dépressions peu prononcées, sortes de playas ou anciens chenaux dans lesquels, en saison des pluies, se décantent les eaux. Ce sont des karals, accumulations argileuses (montmorillonites) d'origine fluviale, fluvio-lacustre ou palustre.

II.1.6.2- Le bassin méridional

Dans le bassin méridional du Lac Tchad, les formations d'altération sont les sols ferrugineux tropicaux, les sols hydromorphes et les sols rouges aliatiques modaux. Les sols ferrugineux tropicaux occupent la grande partie du bassin méridional du Lac Tchad. Les sols ferrugineux tropicaux présentent, suivant le cas, des cuirasses en affleurement ou de simples horizons indurés ou à concrétions. Les sols hydromorphes sont minoritaires et localisés dans le Sud-est du bassin. Leur évolution est dominée par un excès d'eau. Dans les sols hydromorphes à gley, cet excès est quasi permanent ; les horizons sont gris et décolorés. L'hydromorphie envahit des paysages faiblement ondulés sur socle, des processus secondaires peuvent apparaître (lessivage). Les sols aliatiques modaux s'étendant du Sud-ouest au Sud du bassin méridional du Lac Tchad.

II.1.7- L'organisation administrative et la démographie

Le bassin du Lac Tchad regroupe les départements suivants (figure 5) : Diamaré, Logone - Et – Chari, Mayo-Danay, Mayo-Kani, Mayo-Sava, Mayo-Tsanaga, Mayo – Rey, Mbéré et Vina. Le département de la Vina, est partagé entre le bassin du Lac Tchad, le bassin du Niger et le bassin de la Sanaga. Celui du Mbéré est partagé entre le bassin du Lac Tchad et celui de la Sanaga.

Le tableau 1 et la figure 6 donnent la répartition de la population dans le bassin du Lac Tchad. L'effectif de cette population est estimé à 3 017 595 habitants pour l'année 2007.

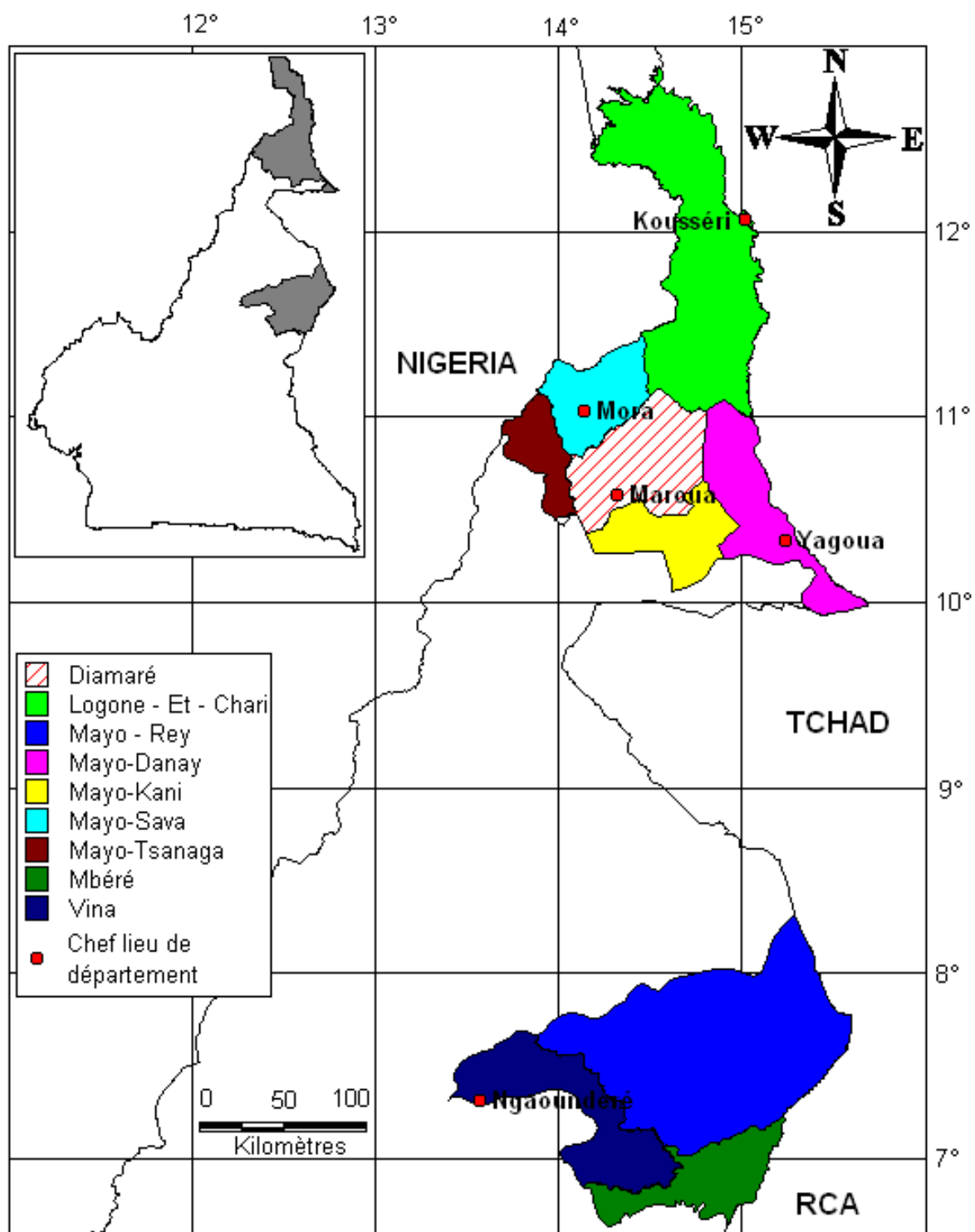


Figure 5 : Carte des départements du bassin du Lac Tchad en 2008

Tableau 1 : Données démographiques du bassin du Lac Tchad en 2007

Région	Superficie totale de la région (km ²)	Pourcentage de la région dans le bassin	Superficie de la région dans le bassin (km ²)	Densité de la population dans la région en 2007 (hab/km ²)	Effectif de la population dans la région en 2007
Adamaoua	63701	12,23	7789,16	14,60	113 683
Extrême - Nord	34263	78,53	26907,94	94,45	2 541 453
Nord	66090	20,69	13671,61	26,51	362 459
Population totale					3 017 595

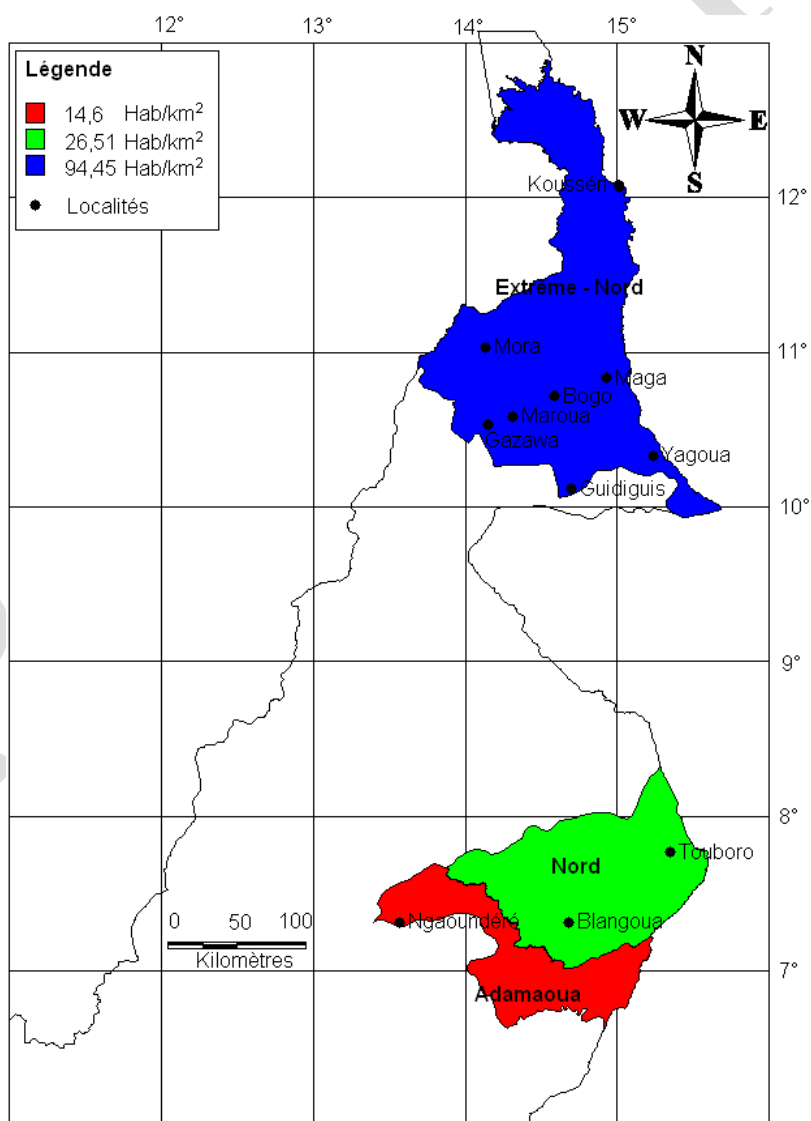
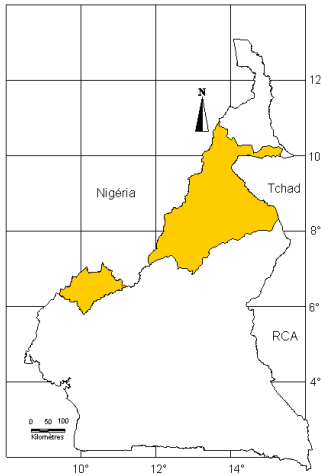


Figure 6 : Carte démographique du bassin du Lac Tchad en 2007

II.2- Le bassin du Niger

Le bassin versant du Niger s'étend de la République de Guinée au Tchad, en passant par le Mali, le Niger, le Bénin, le Burkina Faso, la Côte d'Ivoire, le Nigeria et le Cameroun. Il a une superficie théorique de 1 500 000 km² avec 300 000 km² appartenant au désert. Il est représenté au Cameroun par le sous bassin de la Bénoué. Celui-ci se subdivise en deux parties distinctes : une partie tropicale (partie septentrionale) et une partie sub-équatoriale (partie méridionale).

Avec un exutoire pris à la frontière entre le Cameroun et le Nigeria, le bassin septentrional de la Bénoué s'étend entre la longitude 11°47' et 15°48' Est et les latitudes 6°49' et 10°51' Nord. Il a une superficie totale de 95 000 km² avec 75 000 km² pour le territoire camerounais (78,95 %), 18 000 km² pour le Tchad (18,95 %) et 2 000 km² pour le Nigeria (2,10 %).



Le bassin méridional de la Bénoué est situé au Sud du plateau de l'Adamaoua, au sein du Cameroun dit « humide ». La portion camerounaise de ce bassin est localisée entre les longitudes 9°24' et 11°12' Est, et entre les latitudes 5°46' et 7°09' Nord. Sa superficie est de 12 900 km² dont 10 100 km² pour le bassin de Katsena – Ala et 2 800 km² pour celui de Donga.

II.2.1- Le relief

II.2.1.1- Le bassin septentrional

Le relief du bassin septentrional de la Bénoué est très varié. On y retrouve les reliefs vigoureux de l'Adamaoua, les montagnes de Poli, les monts Atlantika ou encore des pitons volcaniques des Kapsikis jusqu'aux vastes étendues subhorizontales du haut Kébi en passant par la large vallée de la Bénoué et les vastes étendues vallonnées de l'Est du Bassin. Le point culminant est le Tchabal Mbabo (2 460 m) qui est au Sud-ouest du bassin. Les autres reliefs importants culminent dans l'Adamaoua. Ce sont :

- le Tchabal Gangdaba à 1 960 m ;
- le mont Wal à 1 605 m ;
- l'Hossere Vokre à 2 049 m ;
- les monts Atlantika à 1 885 m ;
- les monts Mandaras à 1 405 m.

Entre l'Adamaoua et la plaine de la Bénoué, on a, d'Ouest en Est, une vaste zone de vallonnements dont l'altitude moyenne passe de 800 à 200 m d'altitude. Au Nord de la Bénoué et du Mayo Kébi, les régions de vallonnement sont comprises entre 200 et 400 m d'altitude.

II.2.1.2- Le bassin méridional

Dans le bassin méridional de la Bénoué, on distingue trois zones géomorphologiques : les régions basses, les plateaux intermédiaires, les hauts

plateaux et massifs. Les régions basses sont constituées de plaines et collines de faible altitude (Akwaya), des vallées inférieures des rivières Menchum, Katsena et Donga au Nord de Nkambe.

Les plateaux intermédiaires ont des altitudes comprises entre 1 000 et 1 300 m. parmi ces plateaux, on distingue celui de Wum recouvert de cendres volcaniques, celui de Bafut – Bali – Batibo qui s'étend aux limites de la Cross River et jusqu'à Bamenda. Ce plateau occupe une grande partie du bassin de la Menchum et de la Mezam.

Les hauts plateaux ont une altitude comprise entre 1 400 et 2 100 m et sont formés d'épais recouvrements de basaltes anciens issus de trois massifs principaux constituant avec ces hauts plateaux l'essentiel de la dorsale camerounaise avant que celle-ci ne se raccorde avec les monts Mambila et Gotel de l'Adamaoua. On distingue, issus des massifs de l'Oku (3 011 m), les plateaux de Kom au Nord – Ouest, les hauts plateaux de Bamenda.

II.2.2- L'hydrographie

II.2.2.1- Le bassin septentrional

Si l'on prend l'exutoire à la frontière Cameroun – Nigeria, le réseau hydrographique du bassin septentrional de la Bénoué (figure 7) est constitué de trois bassins secondaires de taille pratiquement équivalente :

- le bassin de la Haute Bénoué au centre ;
- le bassin du Mayo Kébi au Nord ;
- le bassin du Faro au Sud.

La Bénoué reçoit le Mayo Kébi au Nord – Est avant d'être rejoint par le Faro à la frontière entre la Cameroun et le Nigeria. Les trois unités hydrographiques évoquées ci-dessus ont des formes voisines et chaque bief aval est issu de deux ou trois branches majeures :

- la moyenne Bénoué est issue de la Haute Bénoué qui est à la sortie du lac Lagdo ; ce dernier reçoit le Mayo Rey puis et Mayo Godi ;
- le Mayo Kébi est issu de son cours amont, appelé Kabia aux confins de la vallée du Logone et d'un affluent plus modeste, le Mayo Louti venu des monts mandara ;
- le Faro est issu, en amont de Tchamba, du Faro supérieur et du Mayo Déo d'importances comparables.

II.2.2.2- Le bassin méridional

Au Nord de la région du Nord – Ouest, le bassin de la Donga occupe une zone marginale (figure 8). Son principal collecteur longe la frontière avec le Nigeria. Le flanc Nord du plateau de Nkambe est drainé par des affluents en rive gauche. Le reste de la région est occupé par le bassin de Katsena – Ala. Cette dernière est constituée de deux branches principales, la Katsena et la Menchum, qui confluent à près de 15 km après la frontière du Cameroun. La Katsena et la Menchum ont des longueurs respectives de 160 et 145 km. La Katsena draine la partie Nord du massif d'Oku et du plateau Kom, l'Ouest de la région de Nkambe. La pente est forte et le

II.2.3- Le climat

II.2.3.1- Le bassin septentrional

Le bassin septentrional de la Bénoué est réparti dans deux zones climatiques avec au Nord le climat tropical et au Sud le climat tropical d'altitude de l'Adamaoua. La saison sèche dure six mois. La pluviométrie, enregistrée dans différents secteurs de cette région, est caractérisée par des variations relativement importantes. Les conditions topographiques locales peuvent expliquer cette variabilité. La saison pluvieuse est concentrée sur quatre mois : juin, juillet, août et septembre. Les maxima sont en août et septembre avec des valeurs du même ordre pour ces deux mois. Dès octobre, l'affaiblissement des pluies est très rapide. La faible altitude de la région entraîne une augmentation sensible des températures moyennes comprises entre 24 et 28,7 °C respectivement à Tibati et Kaélé. Les températures moyennes mensuelles (températures minimales moyennes mensuelles et températures maximales moyennes mensuelles) montrent des variations d'une amplitude comprise entre 6,8°C à Garoua et 2,4 °C à Poli. Les maxima des températures moyennes mensuelles s'observent dès le mois de mars pour la station de Tibati (26,2 °C) et en avril pour les stations de Garoua (32,9 °C), Kaélé (33,5 °C) et Poli (29,6 °C). Ceci marque la fin de la saison sèche. Le minimum des températures moyennes mensuelles s'observe en août pour toutes les stations (26,1 °C à Garoua, 25,8 °C à Kaélé, 24,2°C à Poli et 22,9 °C à Tibati), ce qui correspond à des précipitations abondantes. L'observation des écarts diurnes moyens mensuels montre que les valeurs maximales sont enregistrées en décembre pour la station de Garoua.

II.2.3.2- Le bassin méridional du Niger

Selon Suchel (1987), cette région est dominée par le climat tropical de montagne de l'Ouest. Ce dernier est caractérisé par d'importantes précipitations dues à l'influence océanique. Ces précipitations sont connues de manière variable et sur des périodes très courtes. Le relief, les différentes altitudes et expositions ne permettent pas d'obtenir des corrélations inter – postes et de procéder à une homogénéisation des données. Les températures sont plus basses que dans le reste du pays (20,2°C à la station de Bamenda pour la moyenne annuelle). Les températures moyennes mensuelles maximales et minimales sont respectivement de 21,7 et 19,2 °C à Bamenda. La saison sèche dure trois mois, ce qui correspond à un régime tropical très humide.

II.2.4- La végétation

II.2.4.1- Le bassin septentrional

Dans le bassin septentrional de la Bénoué, on retrouve surtout les formations végétales suivantes :

- les savanes arbustives soudano – guinéennes de l'Adamaoua ;
- les savanes soudaniennes arborées et boisées et les forêts claires sèches soudaniennes ;

- les formations soudaniennes d'altitude ;
- les Yaérés.

Les savanes arbustives sont de vastes savanes herbeuses souvent d'origine anthropique ou des prairies à graminées parsemées d'arbres et d'arbustes. Elles concernent le Sud du bassin septentrional de la Bénoué, les bassins du Faro et Déo, les montagnes de Poli.

Les savanes soudaniennes arborées et boisées occupent la cuvette de la Bénoué. Dans la vallée de la Haute Bénoué, la densité des arbres est suffisante pour former une forêt claire.

Les formations soudaniennes se rencontrent dans les monts Mandaras. De minuscules terrasses superposées permettent la culture du mil. La végétation ligneuse des zones incultes ou des jachères est de type soudanien.

Dans le bassin septentrional de la Bénoué, les Yaérés sont de vastes prairies à *Hyparrhenia* et *Vetveria nigritiana*. C'est une formation végétale qui se met en place lorsque les eaux se retirent des plaines qui bordent le Logone entre le Mayo Kébi et le Lac Tchad.

II.2.4.2- Le bassin méridional

Dans le bassin méridional du Niger, la végétation est marquée par trois types de paysages liés à l'altitude :

- la forêt dense humide à semi – décidue ;
- la forêt dégradée ;
- la savane arbustive.

La forêt dense humide à semi – décidue occupe les basses plaines de la Menchum et de la Katsena et dans la région d'Akwaya. Au Nord sur le bassin de la Donga, la forêt est présente, mais souvent très dégradée, les densités de population y étant plus importantes. On y trouve aussi le passage aux savanes arbustives, lieux de parcours des bœufs blancs des Aku présents jusqu'à Wum.

II.2.5- La pétrographie

II.2.5.1- Le bassin septentrional

La majeure partie (81,3 % de la superficie) du substratum géologique du bassin septentrional de la Bénoué est représentée par le socle précambrien cristallin et métamorphique (figure 9). Ce bassin, comme l'ensemble du Nord – Cameroun, est situé dans la zone mobile de l'Afrique Centrale. Des sédiments d'âge Crétacé et Quaternaire reposent directement sur le socle cristallin (Sighomnou, 2004). Ces sédiments ne représentent que 16,5 % du bassin septentrional du Niger. Entre Le Crétacé et le Quaternaire, on a le tertiaire qui est marqué par des épanchements basaltiques qui recouvrent 2,2 % de cette partie du bassin du Niger ; elles sont peu étendues en dehors de l'Adamaoua. Le Crétacé inférieur est constitué essentiellement de grès dont l'épaisseur atteint 800 m à l'Ouest de Garoua. Ces grès

sont surmontés d'une puissante série schisteuse comportant en son sommet des bancs grés – marneux. L'ensemble a plus de 1 000 m d'épaisseur. Le Crétacé inférieur débute avec des argiles consolidées, des grès à grain fin et des calcaires gréseux. Le quaternaire est marqué par le phénomène d'alluvionnement. Les dépôts les plus récents sont pour la plus part des alluvions d'origine fluvio – lacustre.

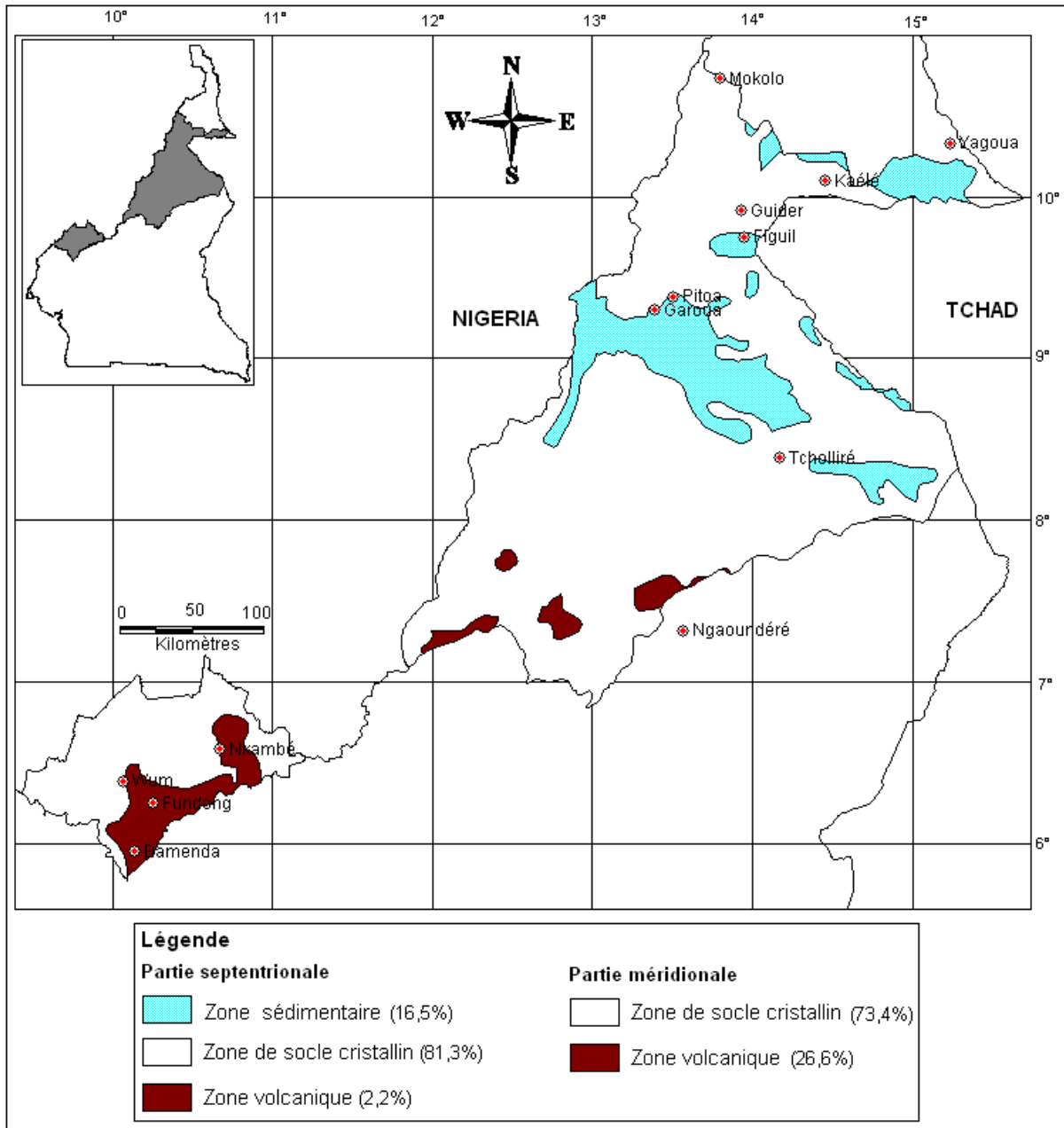


Figure 9 : Grands ensembles pétrographiques du bassin du Niger

Ces formations sont très développées dans les vallées de la Bénoué à l'aval de Tatou, du Kébi, du Faro à l'aval de Tchamba. Des terrasses alluviales sont mises en place en bordure des cours d'eau, des comblements argilo – sableux occupent les zones inondables.

II.2.5.2- Le bassin méridional

Trois formations pétrographiques du socle se retrouvent dans le bassin méridional de la Bénoué : les gneiss, les micaschistes du socle et les granites. Ces formations représentent 73,4 % du bassin méridional du Niger (figure 9). Elles sont localisées sur toute la partie aval du réseau hydrographique. Il faut également signaler une phase volcanique importante (26,6 % du bassin méridional du Niger) qui a façonné les reliefs de la dorsale camerounaise. Celle-ci comporte trois phases :

- la phase basaltique ancienne qui a mis en place les hauts plateaux ;
- la phase acide intermédiaire responsable des édifices trachytiques qui coiffent les basaltes ;
- la phase basique récente qui a généré des coulées de basaltes récents et des dépôts de cendre (volcans égueulés de la région de Wum).

II.2.6- La pédologie

II.2.6.1- Le bassin septentrional

Dans le bassin septentrional du Niger, on distingue les sols ferrallitiques, les sols ferrugineux tropicaux et les sols hydromorphes. Les sols ferrallitiques sont localisés sur les hauts bassins de cours d'eau comme la Bénoué et le Faro. La grande partie du bassin du Niger est occupée par des sols ferrugineux tropicaux type. Au sud de la latitude de Garoua, il y'a une bonne proportion de sols hydromorphes dont la formation dépend de l'hydromorphie de surface caractéristique des vertisols. Ce sont également des sols hydromorphes à pseudo – gley que l'on trouve en rive droite de la Bénoué dans la région de Rey Bouba et jusqu'au Tchad, à l'Ouest de Poli dans toute la vallée du Faro et Déo.

II.2.6.2- Le bassin méridional

Deux types de sols occupent le bassin méridional du Niger : les sols ferrallitiques et les sols hydromorphes. Les sols ferrallitiques, qui occupent la majeure partie de la région, se développent sur des basaltes ou sur des cendres, d'où leur grande fertilité. Les sols hydromorphes, faiblement organiques à gley, occupent la vallée de la Menchum. Ils conviennent au développement rizicole.

II.2.7- L'organisation administrative et la démographie

Le bassin du Niger regroupe les départements suivants (figure 10) : Mayo-Louti, Mayo-Tsanaga, Mayo – Rey, Menchum, Mezam, Momo, Ngoketunjia, Vina, Boyo, Bui, Bénoué, Diamaré, Djerem, Donga – Mantung, Faro, Faro - Et - Déo, Manyu, Banyo, Mayo-Danay et Mayo-Kani. Le département de la Vina, est partagé entre le bassin du Niger et les bassins du Lac Tchad et de la Sanaga.

Le tableau 2 et la figure 11 présentent la répartition de la population estimée en 2007. La population est estimée à 3 609 884 habitants dans le bassin du Niger.

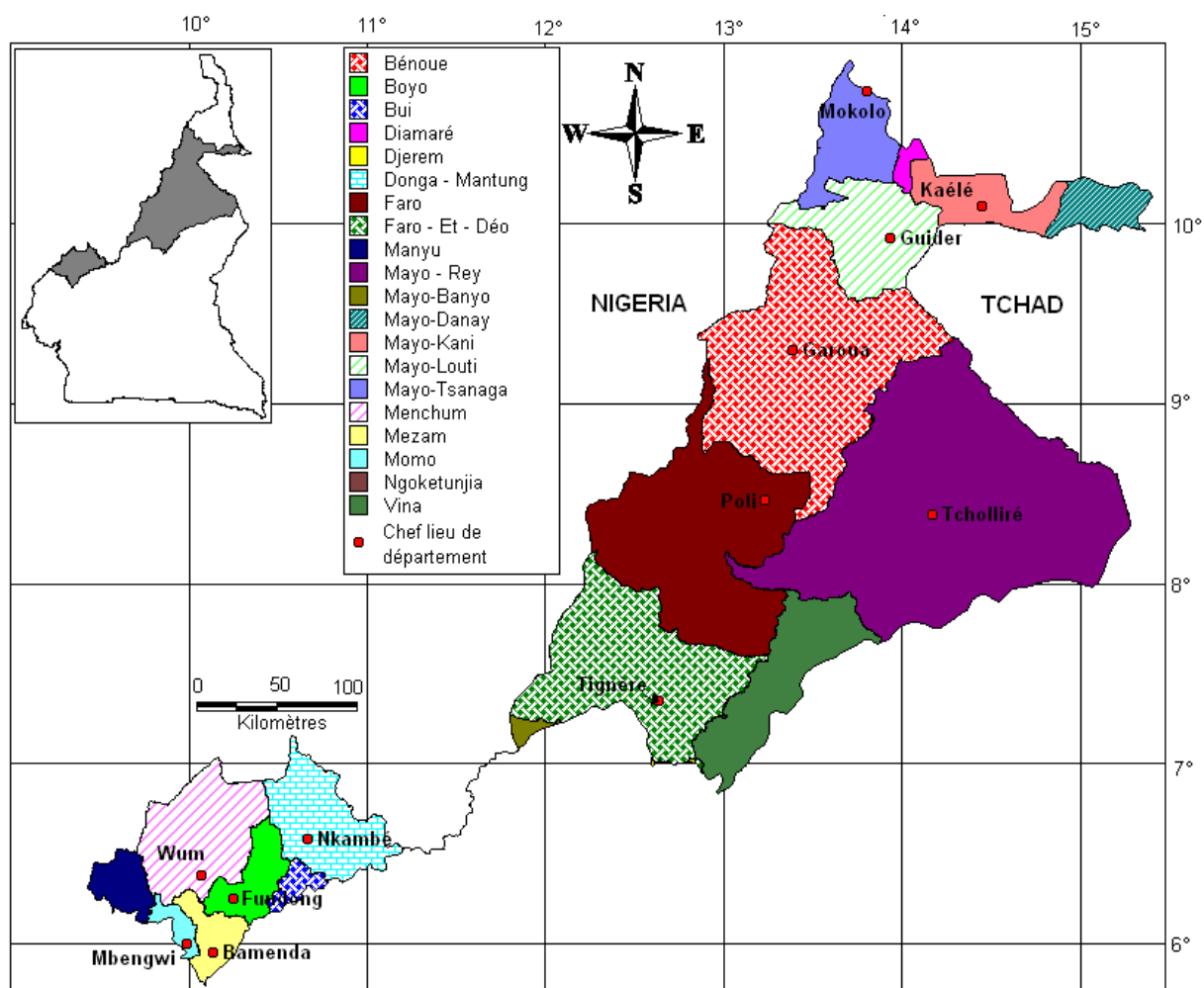


Figure 10 : Carte des départements du bassin du Niger en 2008

Tableau 2 : Données démographiques du bassin du Niger en 2007

Région	Superficie totale de la région (km ²)	Pourcentage de la région dans le bassin	Superficie de la région dans le bassin (km ²)	Densité de la population dans la région en 2007 (hab/km ²)	Effectif de la population dans la région en 2007
Adamaoua	63701	21,55	13725,73	14,60	200 328
Extrême - Nord	34263	21,47	7354,87	94,45	694 667
Nord	66090	79,31	52418,40	26,51	1 389 705
Nord - Ouest	17300	69,31	11991,29	105,42	1 264 063
Sud - Ouest	25410	4,56	1158,21	52,77	61 121
Population totale					3 609 884

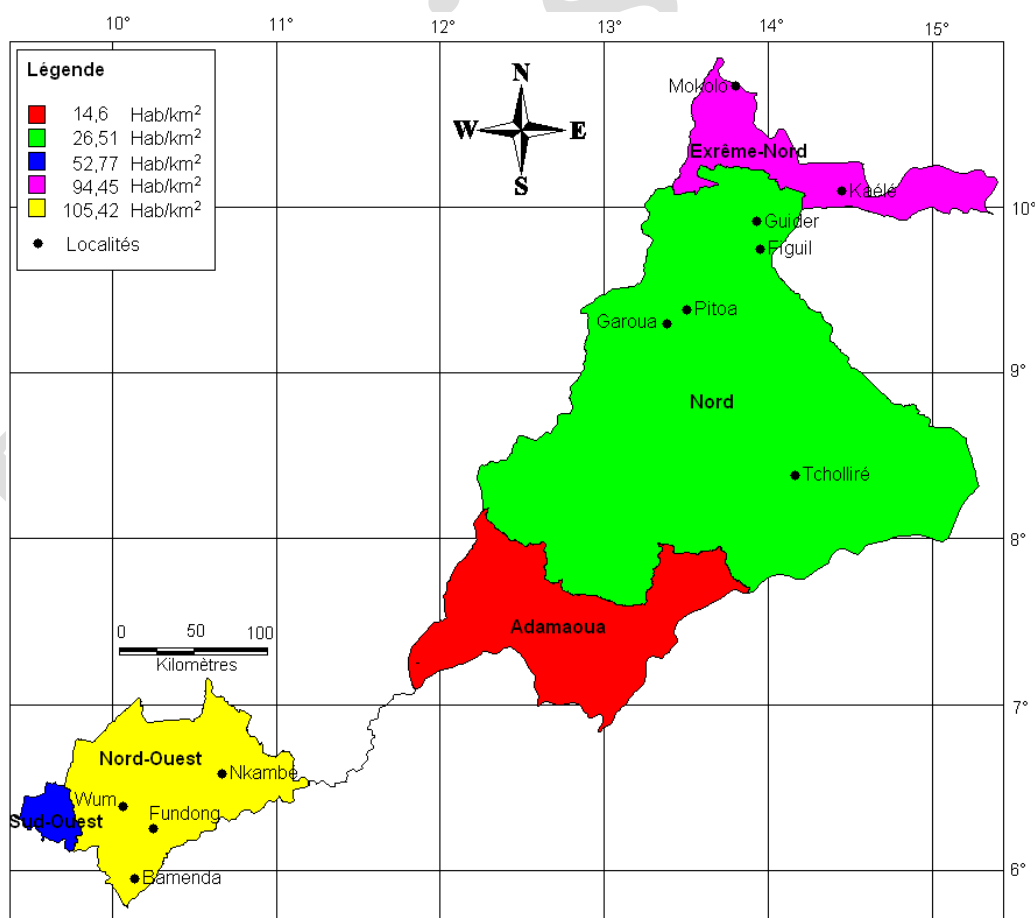
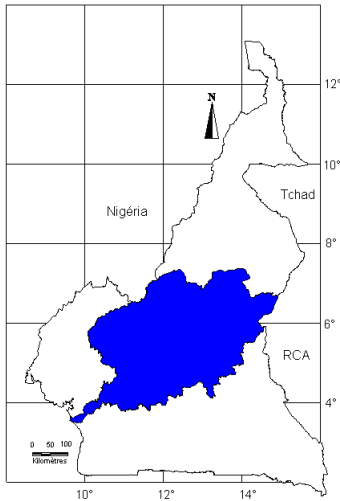


Figure 11 : Carte démographique du bassin du Niger en 2007

II.3- Le bassin de la Sanaga

Le bassin de la Sanaga est, dans sa quasi-totalité, situé en territoire camerounais. Une infime partie (200 km²) se trouve en République Centrafricaine. Il s'étend entre les latitudes 3°29' N et 7°22' N, et entre les longitudes 9°38' E et 14°54' E. Sa superficie est de 135 000 km².



II.3.1- Le relief

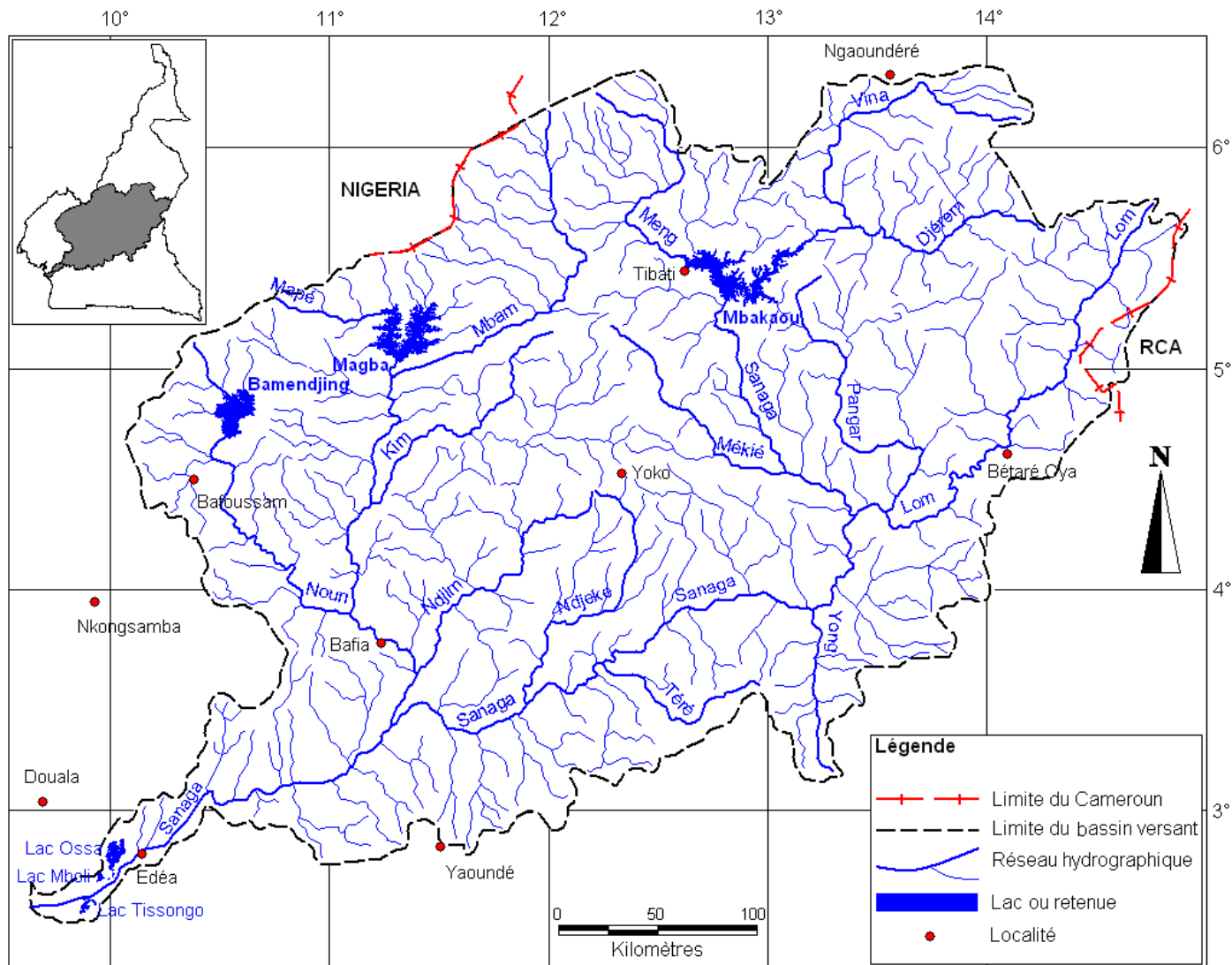
La Sanaga draine une succession de plateaux limités à l'Ouest par la Dorsale camerounaise et au Nord par l'Adamaoua. Cette dorsale est développée vers l'Est en de vastes plateaux surmontés de massifs volcaniques. L'une des parties les plus élevées de la Dorsale camerounaise correspond au pays bamiléké. Dans le bassin de la Sanaga, on note plusieurs inégalités du relief. Celles-ci prennent de plus en plus d'importance de l'Est vers l'Ouest. Dans la moyenne Sanaga, il se creuse une dépression assez marquée, les altitudes tombent à moins de 350 m. Des massifs importants apparaissent tout autour : massif de Ngoro (1 585 m) et Yangba (1 457 m) Bape, de Yafa à l'Ouest, de Yaoundé au Sud (Mbam – Minkom : 1295 m), d'Awae (Zomo : 1 219 m) au Sud – Est. Ces derniers appartiennent à une ligne de relief qui impose à la Sanaga un cours Est – Ouest. Le passage du plateau à la plaine côtière s'effectue par une série de ressauts, qui se marquent sur la Sanaga par des chutes et rapides. Localement, les rebords du plateau se redressent en véritables escarpements montagneux, en particulier dans les secteurs de Yingui – Ngambe.

II.3.2- L'hydrographie

Avec 918 km, la Sanaga est le plus long fleuve du Cameroun. Elle prend son nom après la confluence du Djérem et du Lom, à 650 km de l'Océan Atlantique. Le Djérem est parfois appelé "Haute Sanaga", ce qui est cohérent d'un point de vue hydrographique (figure 12). La Sanaga draine une succession de plateaux limités à l'Ouest par la Dorsale camerounaise et au nord par l'Adamaoua. Il a une pente de moyenne de 1m/km, ce qui est raide pour un fleuve de cette dimension. Cette forte pente explique en partie le potentiel hydroélectrique tout à fait exceptionnel de la Sanaga.

Dans le cours de la Sanaga, on distingue trois grandes divisions :

- la Sanaga supérieure représentée par le Djérem et le Lom, tous deux issus de l'Adamaoua ;
- la moyenne Sanaga qui commence dans la région de Goyoum, légèrement en aval du confluent du Lom et du Djérem et s'étend jusqu'à Edéa à la limite de la plaine littorale ; la moyenne Sanaga ne reçoit qu'un seul affluent important : le Mbam ;
- la Sanaga inférieure, en aval des chutes d'Edéa, est un court tronçon de 67 km qui rejoint l'Océan Atlantique en suivant une pente très faible.



(Source : Olivry 1986 ; modifié)

Figure 12 : Le réseau hydrographique du bassin de la Sanaga

II.3.3- Le climat

Le bassin de la Sanaga se trouve dans une zone climatique de transition. Il est couvert par les régions climatiques suivantes :

- la région des plateaux de l'Adamaoua, au climat tropical (variété de montagne) ;
- la région montagneuse de l'Ouest au climat tropical d'altitude avec influence océanique ;
- la région des savanes du Centre au climat tropical de transition à grande saison sèche ;
- la région forestière du Sud au climat équatorial ;
- les régions côtières du Nord et du Sud, de part et d'autre de la Sanaga inférieure, subissant des variantes océaniques du climat équatorial.

Dans le bassin de la Sanaga, les températures moyennes annuelles vont de 20,9 °C à Bafoussam à 26,9 °C à Edéa. La valeur moyenne, calculée pour les stations de Bafia, Bafoussam, Meiganga, Banyo, Edéa, Nanga Eboko, Ngambé et Yoko, est de 23,85 °C). Pour la majeure partie des stations, les maxima des températures moyennes mensuelles sont obtenus pour les mois de février et mars ; ils varient entre 23,1 °C à Bafoussam et 28,2 °C à Edéa. Pour ce qui est des minima des températures moyennes mensuelles, les valeurs extrêmes sont de 20,2 °C à Bafoussam et 24,9 °C à Edéa.

II.3.4- La végétation

Selon les travaux de Letouzey (1958) deux grandes zones se distinguent dans le bassin de la Sanaga : la forêt dense humide, la zone soudano – guinéenne à formations mixtes, forestières et graminéennes.

La forêt est dense et présente à moyenne et basse altitude. Les espèces suivantes sont abondantes près de la mer : *Lophira alata*, *Sacoglis Gabonensis*, *Cynometra hankei* et *Coula Edulis*. Près des villes la forêt est ouverte par des plantations de palmiers à huile, de bananiers et d'hévéa. Au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la mer la forêt dense moins arrosée fait place à la forêt semi – décidue.

Les formations végétales d'altitude s'observent à l'Ouest et au Nord du bassin de la Sanaga. Des îlots de forêt dense subsistent sur les flancs des massifs montagneux. On y retrouve des *Guttifères*, des *Entendrophragma*, des *Albizzia*, *Ficus*. Certaines zones humides sont colonisées par des *Podocarpus*, *Cyathea*, *Raphia*.

Les savanes herbeuses et arbustives soudano – guinéennes couvrent l'essentiel du bassin de la Sanaga. Ce sont des savanes périforestières se rattachant globalement à la zone soudano – guinéenne.

Le tapis graminéen est à base d'*andropogonés* à *Hyparrhenia rufa*, parfois *Ludetia Glabra*. Les arbres et arbustes sont des *Bauhinia Thoningii*, *Anonia Senegalensis*, *Albizzia div.*, *Entada Abyssinica*, *Hymenocardia Acidia*, *Lannea Sp.*, *Lophira Lanceolata*, *Psorospermum febrifugum*. Cette savane s'étend vers le Sud aux dépens de la forêt à sterculiacées le long des routes.

II.3.5- La pétrographie

Le bassin de la Sanaga est dominé par le socle précambrien. Ce dernier occupe 89 % du bassin (figure 13) et présente deux séries : la série du Lom et le complexe de base. Ce dernier est discordant sur la série du Lom.

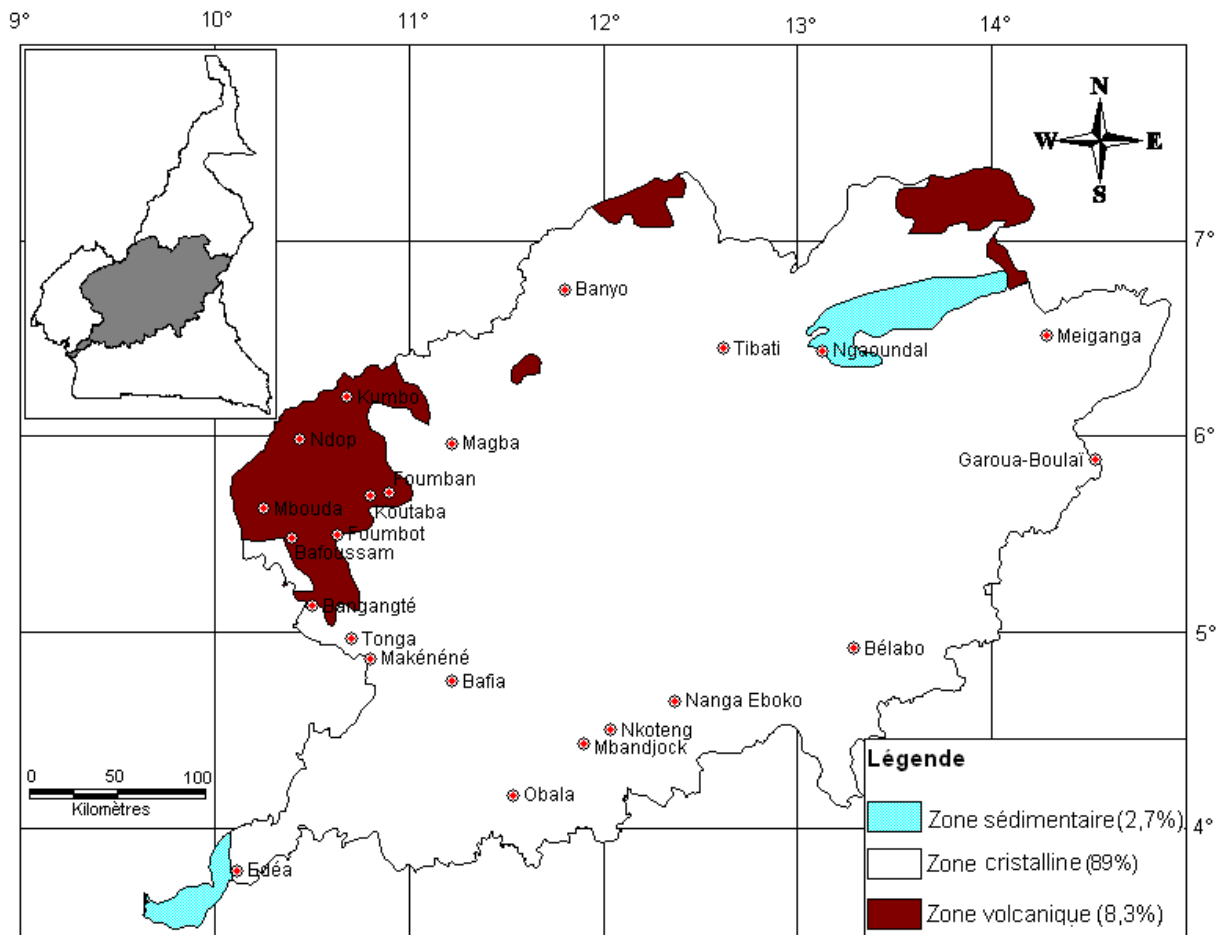


Figure 13 : Grands ensembles pétrographiques du bassin de la Sanaga

La série du Lom est localisée à l'Est du bassin de la Sanaga, presque exclusivement dans la vallée du Lom d'où son nom. C'est une vaste bande orientale Nord – Est, Sud – Ouest, de 10 à 30 km de large et 200 km de long. Cette série comprend deux faciès :

- le faciès phylliteux dominé par les séricitoschistes, les chloritoschistes et les schistes ;
- le faciès siliceux constitué de quartzites en général interstratifiés avec les schistes.

Le complexe de base forme la presque totalité du bassin de la Sanaga. Il est formé de roches cristallophylliennes, de roches éruptives et intrusives anciennes. Parmi les roches cristallophylliennes, on retrouve les ectinites (micaschistes, gneiss, quartzites, ortho – amphibolites, ortho – pyroxénite) et les migmatites. Les roches éruptives et intrusives anciennes ont traversé les formations cristallophylliennes anciennes. Ces

roches sont les granites syntectoniques anciens, les granites syntectoniques tardifs et les granites post – tectoniques.

Le socle précambrien est recouvert par deux grands types de formations : les roches intrusives et effusives récentes, les formations sédimentaires. Les roches intrusives et effusives récentes occupent 8,3 % du bassin et sont réparties dans trois séries :

- la série noire inférieure composée de basaltes et d'andésites datant du Crétacé terminal ou de l'Eocène ;
- la série blanche moyenne, essentiellement composée de trachytes et phonolites datant du Néogène ;
- la série noire supérieure, exclusivement composée de roches à faciès basaltique datant du quaternaire.

Pour les formations sédimentaires, qui représentent 2,7 % du bassin, on distingue :

- la série sédimentaire côtière qui correspond à l'intersection entre le bassin sédimentaire côtier de Douala et le bassin de la Sanaga ;
- les formations en dehors de la zone côtière qui, correspondent au Crétacé moyen représenté par des formations continentales dans le bassin du Haut – Djerem ; ces formations s'étendent sur 65 km de long pour une dizaine de large.

On retrouve d'autres formations récentes qui sont les alluvions, les éluvions et latérites. Les alluvions ont une faible extension.

II.3.6- La pédologie

La quasi-totalité du bassin de la Sanaga est occupée par des sols ferrallitiques. Cependant, en altitude, l'accumulation de la matière organique se superpose à la ferrallitisation. Dans l'Est et dans l'Adamaoua, le cuirassement envahit le paysage et on a des sols faiblement ferrallitiques. Dans différents secteurs de l'Ouest et de l'Adamaoua, les sols sont jeunes ; ils sont rangés dans la classe des sols peu évolués ou dans celle des sols à mull. Les sols hydromorphes se développent dans quelques vallées ou plaines inondées.

II.3.7- L'organisation administrative et la démographie

Le bassin de la Sanaga regroupe les départements suivants (figure 14) : Bamboutos, Boyo, Bui, Djerem, Donga – Mantung, Faro - Et – Déo, Haut – Nyong, Haute – Sanaga, Hauts-Plateaux, Koung-Khi, Lebialem, Lékié, Lom - Et – Djerem, Mayo-Banyo, Mbam - Et – Inoubou, Mbam - Et – Kim, Mbéré, Méfou - Et – Afamba, Méfou - Et – Akono, Ménoua, Mezam, Mfoundi, Mifi, Nde, Ngoketunjia, Nkam, Noun, Nyong - Et – Kéllé, Nyong - Et – Mfoumou, Sanaga – Maritime, Vina. Le département de la Vina est partagé entre le bassin de la Sanaga et les bassins du Niger et du Lac Tchad. Le département du Lom et Djerem est partagée entre le bassin de la Sanaga et celui du Congo. Le département du Mbam et Inoubou est partagée entre le bassin de la Sanaga et celui des fleuves côtiers. Le département du Nyong et Mfoumou est partagée entre le bassin de la Sanaga, le bassin du Congo et le bassin des Fleuves côtiers. Le tableau 3 et la figure 15 présentent la répartition de la population du bassin de la Sanaga estimée en 2007 à 5 569 522 habitants.

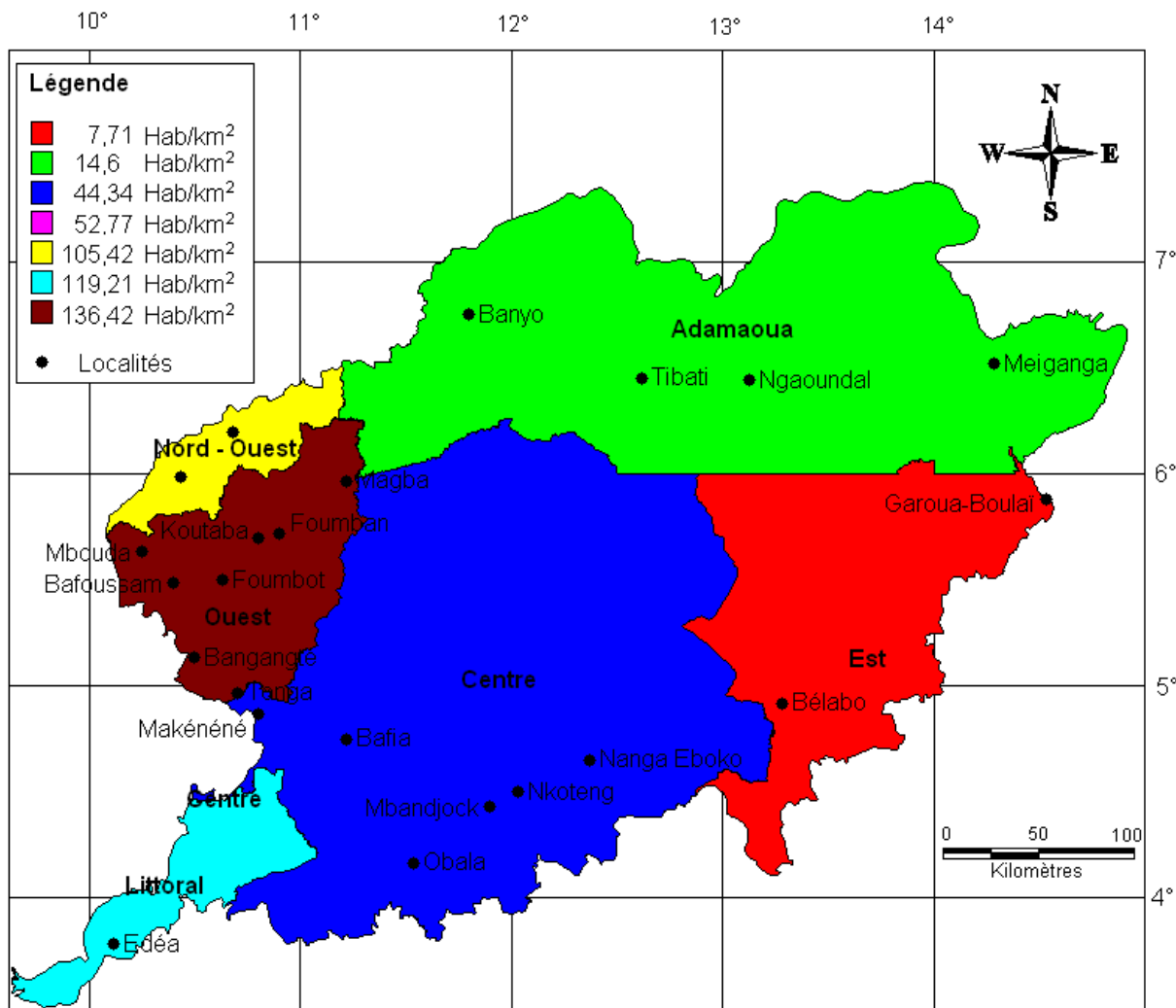
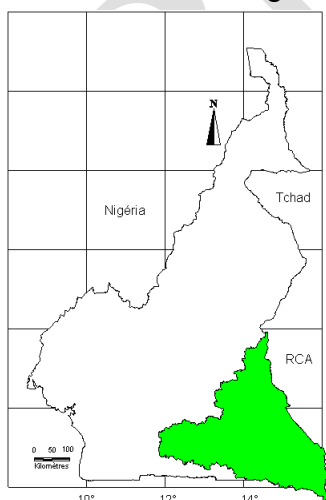


Figure 15 : Carte démographique du bassin de la Sanaga en 2008

II.4- Le bassin du Congo

Le bassin du Congo est réparti entre le Congo, la République Centrafricaine et le Cameroun. La partie camerounaise de ce bassin correspond au secteur Ouest du bassin versant de la Sangha. Ce dernier est situé au Sud – Est du Cameroun, entre les longitudes 11°49' et 16°42' Est et les latitudes 1°16' et 6°45' Nord. Il a une superficie de 158 350 km² à Ouessou. La partie camerounaise de ce bassin versant de la Sangha, localisée entre 11°49' et 16°12' Est et la latitude 1°38' et 5°55' Nord, a une superficie de 93 000 km², soit 58,7 % de sa superficie totale.



II.4.1- Le relief

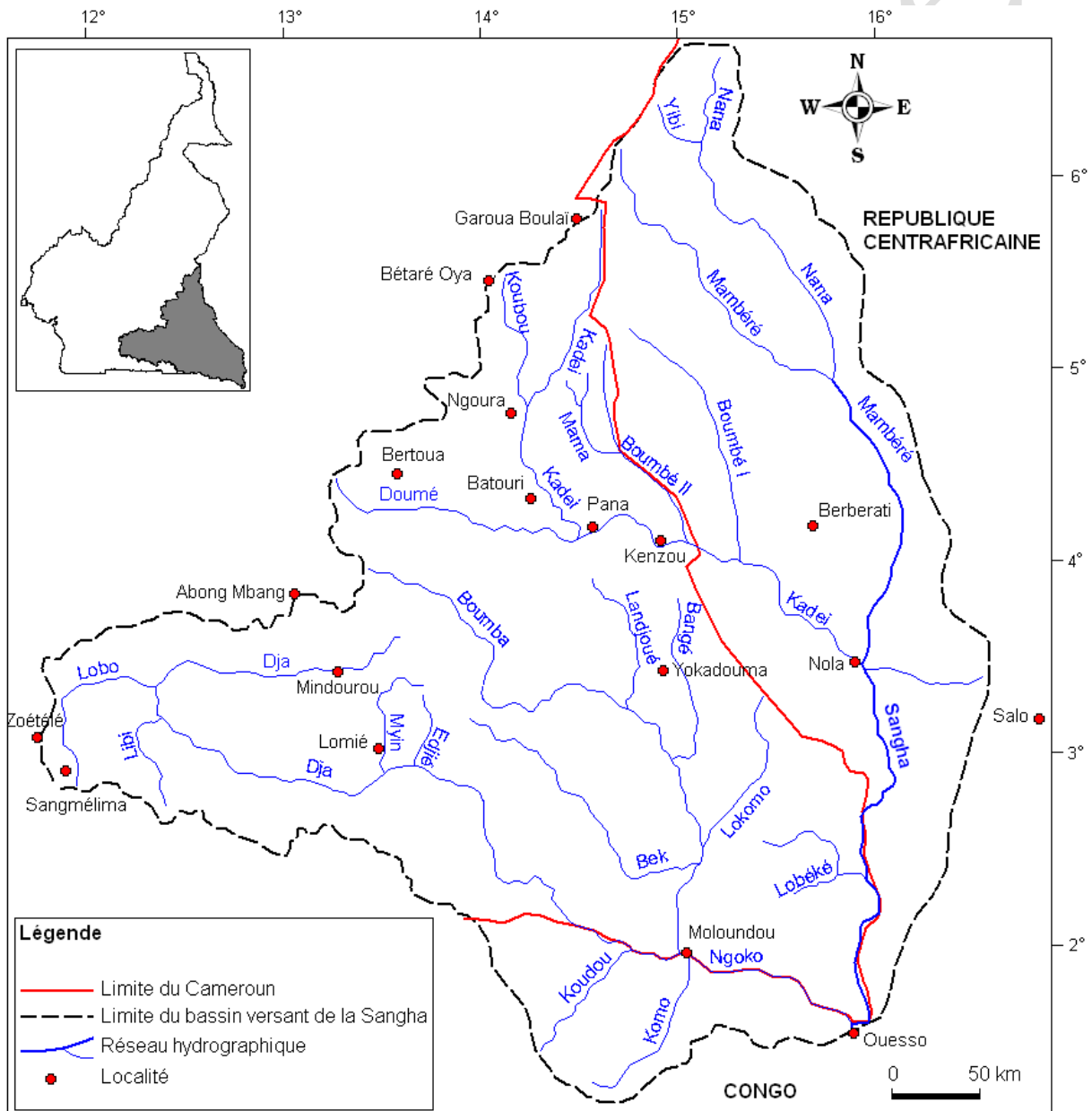
Dans le bassin versant du Congo, les plus hauts sommets s'observent dans la partie nord ; les altitudes varient entre 900 et 1 200 m. Au fur et à mesure que l'on va vers le Sud, l'altitude diminue jusqu'à être de l'ordre de 300 m

dans le Sud – Est du bassin. Près de 90 % du bassin de la Sangha est à une cote inférieure à 900 m. Le point le plus bas est à 326 m d'altitude et correspond à la confluence entre la Ngoko et la Sangha à Ouessou. Dans l'ensemble du bassin versant, les cours d'eau les plus importants drainent des vallées en « V » dont l'altitude est comprise entre 300 et 600 m.

II.4.2- L'hydrographie

Le bassin du Congo (figure 16) est subdivisé en deux parties :

- la Sangha et son principal affluent qui est la Kadei ;
- le système Dja – Ngoko.



Source : Olivry, 1986 ; modifié)

Figure 16 : Le réseau hydrographique du bassin du Congo

II.4.2.1- la Sangha et la Kadei

La branche majeure de la Sangha que l'on a admis être la haute Mambéré prend sa source à plus de 1 100 m d'altitude au Nord de la route Garoua-Boulaï – Bouar, à la frontière entre la Centrafrique et le Cameroun. La Mambéré reçoit deux affluents principaux, la Yoyo en rive gauche et la Limba en rive droite avant de confluer avec la Nana de même importance. A Nola, la Mambéré est exclusivement centrafricaine. Elle reçoit la Kadei et prend alors le nom de Sangha ; le cours d'eau devient large et puissant. Dans le bief aval, la Lobeke rejoint la Sangha. La Lobeke est un affluent camerounais qui draine une zone de la forêt inondable de la cuvette congolaise.

La Kadei prend sa source à environ 1000 m d'altitude à Garoua-Boulaï. Elle délimite la frontière entre le Cameroun et la Centrafrique sur environ 80 km. Son réseau hydrographique est en forme d'arête de poisson, avec des affluents courts dont le chevelu est bien souligné par les forêts galeries qui caractérisent le haut bassin de la Kadei. Ses affluents les plus importants sont la Koubou longue de 70 km, la Doume qui rejoint la Kadei à Mindourou.

II.4.2.2- Le système Dja-Ngoko

La Ngoko, appelée Dja dans sa partie amont, prend sa source à 760 m d'altitude, au Sud – Est d'Abong – Mbang et au Nord de Lomié. Elle est comparable à la Sangha pour ce qui est de la superficie drainée avant le point de confluence. Elle conflue en rive droite avec la Sangha qui devient alors une puissante rivière assagie de 800 à 1000 m de large. Avant de devenir la Ngoko, le Dja franchit les chutes de la Nki et les rapides suivants : Allassion, Apan, Edouandouang. Ces rapides marquent la limite amont de la navigation fluviale sur le Dja. Le Dja reçoit le Boumba avant son passage à Moloundou. Elle devient la Ngoko et reçoit la Como et la Pandama qui sont congolaises, la Djombi qui est camerounaise. Elle va ensuite rejoindre la Sangha à Ouessou.

II.4.3- Le climat

La partie camerounaise du bassin du Congo est répartie dans deux zones climatiques :

- le climat équatorial de transition en amont de la partie du bassin situé au Sud de celui de la Sanaga ;
- le climat équatorial dans le reste du bassin de la Sangha.

Le maximum et le minimum des précipitations interannuelles sont enregistrés respectivement à Lomié (1 735,1 mm) et Batouri (1 428,9 mm). La distribution spatiale des précipitations ne semble pas correspondre à une zonalité déterminée. Le régime des précipitations présente quatre saisons marquant l'influence équatoriale. La répartition des saisons varie suivant les stations. Cependant, l'aspect en « dos de chameau » caractérise toutes les stations du bassin de la Sangha, avec deux maxima et deux minima bien marqués, le second maxima étant toujours le plus puissant.

Les températures moyennes mensuelles ont tendance à augmenter de l'Ouest vers l'Est. Elles sont comprises entre 24,1 °C à Sangmélina et 24,8 °C à Yokadouma ; à la station de Bertoua, cette moyenne annuelle est 24,4 °C. Les températures les plus élevées sont observées entre mars et avril et sont respectivement de 25,4 °C à Sangmélina, 25,9 °C à Yokadouma et 26 °C à Bertoua. Pour ce qui est des températures les plus basses, elles correspondent aux mois de juillet et août, avec 23 °C à Sangmélina, 23,4 °C à Bertoua et 23,9 °C à Yokadouma.

II.4.4- La végétation

Le bassin de la Ngoko est recouvert par une forêt dense humide semi-décidue. Celle-ci est essentiellement héli-ombrophile et caractérise la cuvette du Congo. On y retrouve les essences suivantes : *Albizzia gummifera*, *Ceiba pentandra*, *Musanga cecropioides*, *Guibourtia demeusei*, *Trichilia retusa* et *Xylocarpus valotii*. Au Nord de la ligne Nola – Yokadouma – Abong Mbang, on passe progressivement à la forêt semi-décidue à *Celtis* et *Sterculiacées*. Cette zone passe à une savane dite « post forestière guinéenne » correspondant à la savane herbeuse de la zone équatoriale. Des îlots forestiers et de nombreuses forêts – galeries entrecoupent cette savane. Le domaine de la Ngoko appartient à la forêt congolaise alors que celui de la Sangha-Mambéré va de la forêt congolaise aux savanes de l'Adamaoua.

II.4.5- La pétrographie

Le bassin du Congo est entièrement occupé par la zone de socle. La succession suivante est observée du Sud – Ouest au Nord – Est du bassin versant : vers Djoum puis Sangmélina, le Complexe du Ntem est présent avec son complexe calco – magnésien indifférencié et les granites calco – alcalins à pyroxène ; puis on observe des granites syntectoniques anciens subconcordants avec le complexe de base représenté par les migmatites. On retrouve également le complexe de base plus au Nord et à l'Est ; celui-ci est représenté par des micaschistes des gneiss et des migmatites. Au Nord de Batouri, les granites syntectoniques anciens et tardifs constituent le socle. Il convient de signaler que dans ce bassin versant, des bancs de quartzites et micaschistes consolidés provoquent des ressauts dans le profil des rivières.

II.4.6- La pédologie

Dans les sous bassins du Dja et Ngoko, on retrouve essentiellement des sols ferrallitiques rouges ; ceux-ci sont les produits d'altération des roches métamorphiques acides appartenant au complexe de base ou à la série du Dja. Ces formations pédologiques occupent également une partie du bassin versant de la Sangha. Cependant, dans la partie amont et dans le bassin de la Kadei, on observe une évolution classique qui se traduit par le passage des sols rouges aux sols ferrallitiques cuirassés, puis le passage à des sols complexes de savane. De grandes surfaces cuirassées et plus ou moins remaniées sont observées sur la haute Mambéré.

II.4.7- L'organisation administrative et la démographie

Le bassin du Congo regroupe les départements suivants (figure 17) : Boumba - Et – Ngoko, Dja - Et – Lobo, Haut – Nyong, Kadey, Lom - Et – Djerem, Nyong - Et – Mfoumou, Nyong - Et - So'o. Les départements de Dja-et-Lobo, Nyong et So'o, Nyong et Mfoumou, Lom et Djerem sont partagés entre le bassin du Congo et respectivement avec les bassins des Fleuves côtiers et de la Sanaga. Le tableau 4 et la figure 18 présentent la répartition de la population du bassin du Congo. Dans ce bassin, la population totale est de 815 531 habitants pour l'année 2007.

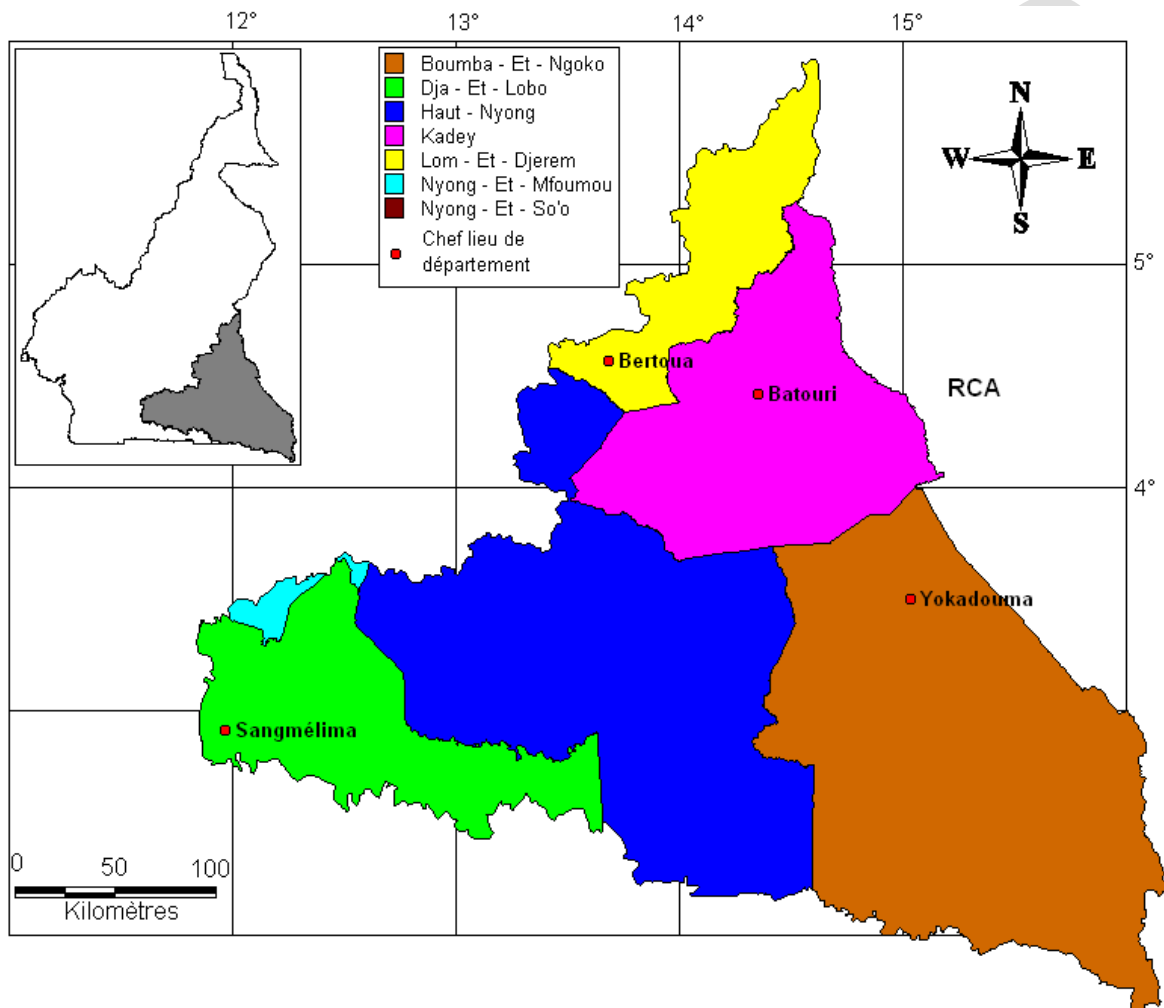


Tableau 4 : Données démographiques du bassin du Congo en 2007

Région	Superficie totale de la région (km ²)	Pourcentage de la région dans le bassin	Superficie de la région dans le bassin (km ²)	Densité de la population dans la région en 2007 (hab/km ²)	Effectif de la population dans la région en 2007
Centre	68953	1,10	761,58	44,34	33 768
Est	109002	76,07	82919,62	7,71	639 248
Sud	47191	24,15	11398,80	12,50	142 516
Population totale					815 531

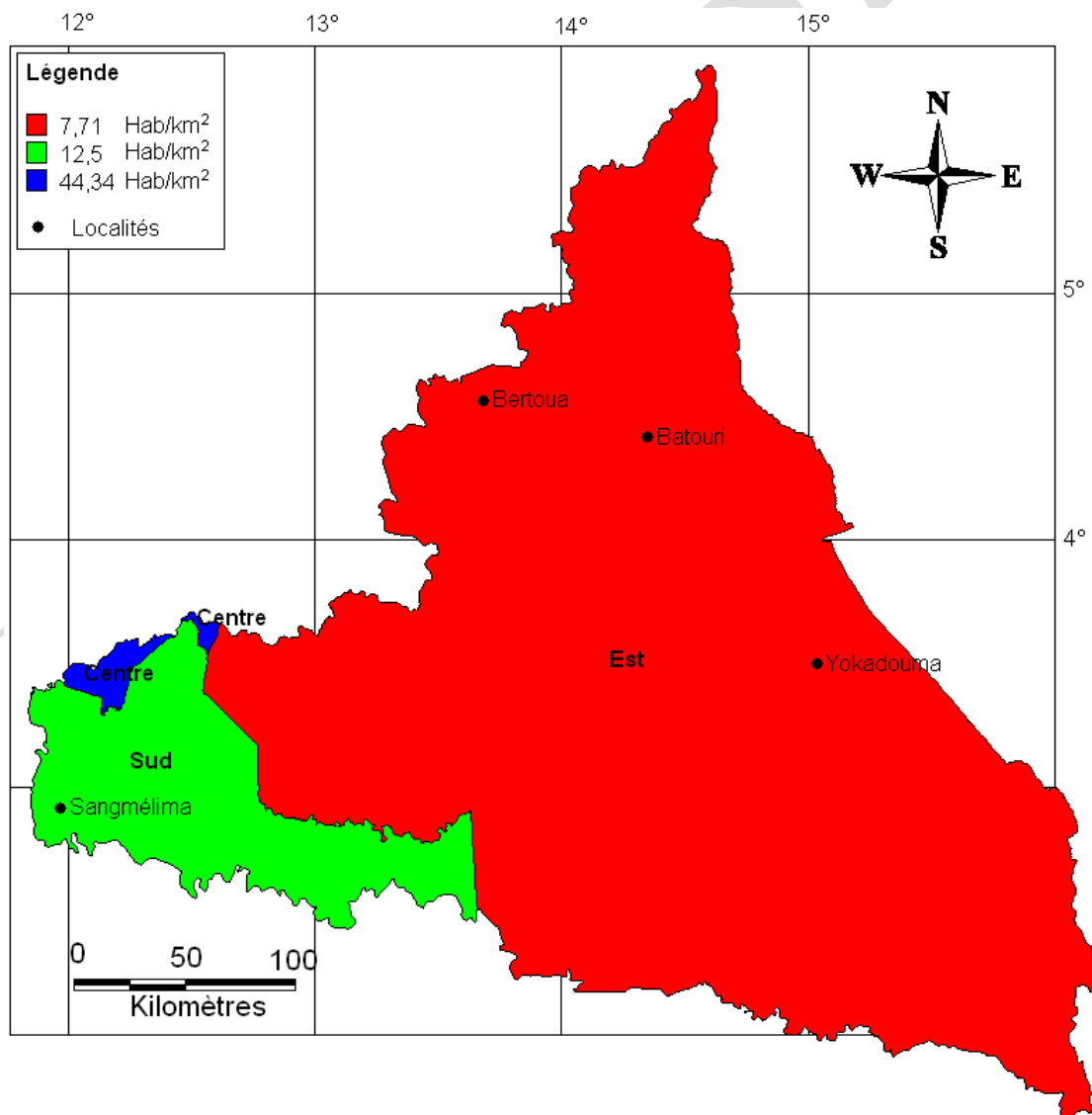
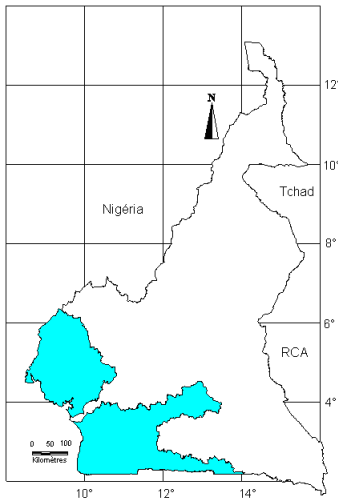


Figure 18 : Carte démographique du bassin du Congo en 2007

II.5- Le bassin des fleuves côtiers

Le bassin des fleuves côtiers est situé au Nord – Ouest et au Sud du bassin de la Sanaga. Au Nord - Ouest du bassin de la Sanaga, il est compris entre les latitudes 3° 36' N et 6° 21' N, et entre les longitudes 8° 29' E et 10° 49' E. Cette partie nord couvre 45 000 km². Au Sud du bassin de la Sanaga, le bassin des fleuves côtiers est compris entre les latitudes 2° 09' N et 4° 31' N, et entre les longitudes 9° 39' E et 13° 29' E. La superficie de cette partie est de 71 000 km². Le bassin des fleuves est transfrontalier. A l'Ouest du Cameroun, il est partagé avec le Nigéria. Au sud, ce bassin est partagé avec la Guinée Equatoriale et le Gabon.



II.5.1- Le relief

Sur le plan orographique, deux secteurs se distinguent dans le bassin des fleuves côtiers : la partie située au Sud de celui de la Sanaga, et celle située à l'Ouest du bassin de la Sanaga.

Au Sud du bassin de la Sanaga, la tranche d'altitude majoritairement rencontrée est celle comprise entre 600 et 900 m. Les points les plus hauts sont situés à plus de 1200 m d'altitude. De l'Est vers l'Ouest, on observe une décroissance de l'altitude. Celle-ci tombe en dessous de 300 m vers les côtes camerounaises.

A l'Ouest du bassin de la Sanaga le relief est plus contrasté. Les points les plus hauts culminent à plus de 2 100 m d'altitude et correspondent à la dorsale camerounaise. Cette dorsale marque la limite avec le bassin de la Sanaga. Au fur et à mesure que l'on s'éloigne de cette dorsale en allant vers l'Ouest, l'altitude décroît rapidement. On passe à une région basse d'altitude inférieure à 300 m. Il faut signaler la présence des massifs suivants du Nord – Est au Sud – Ouest de la partie du bassin des fleuves côtiers située à l'Ouest du bassin de la Sanaga :

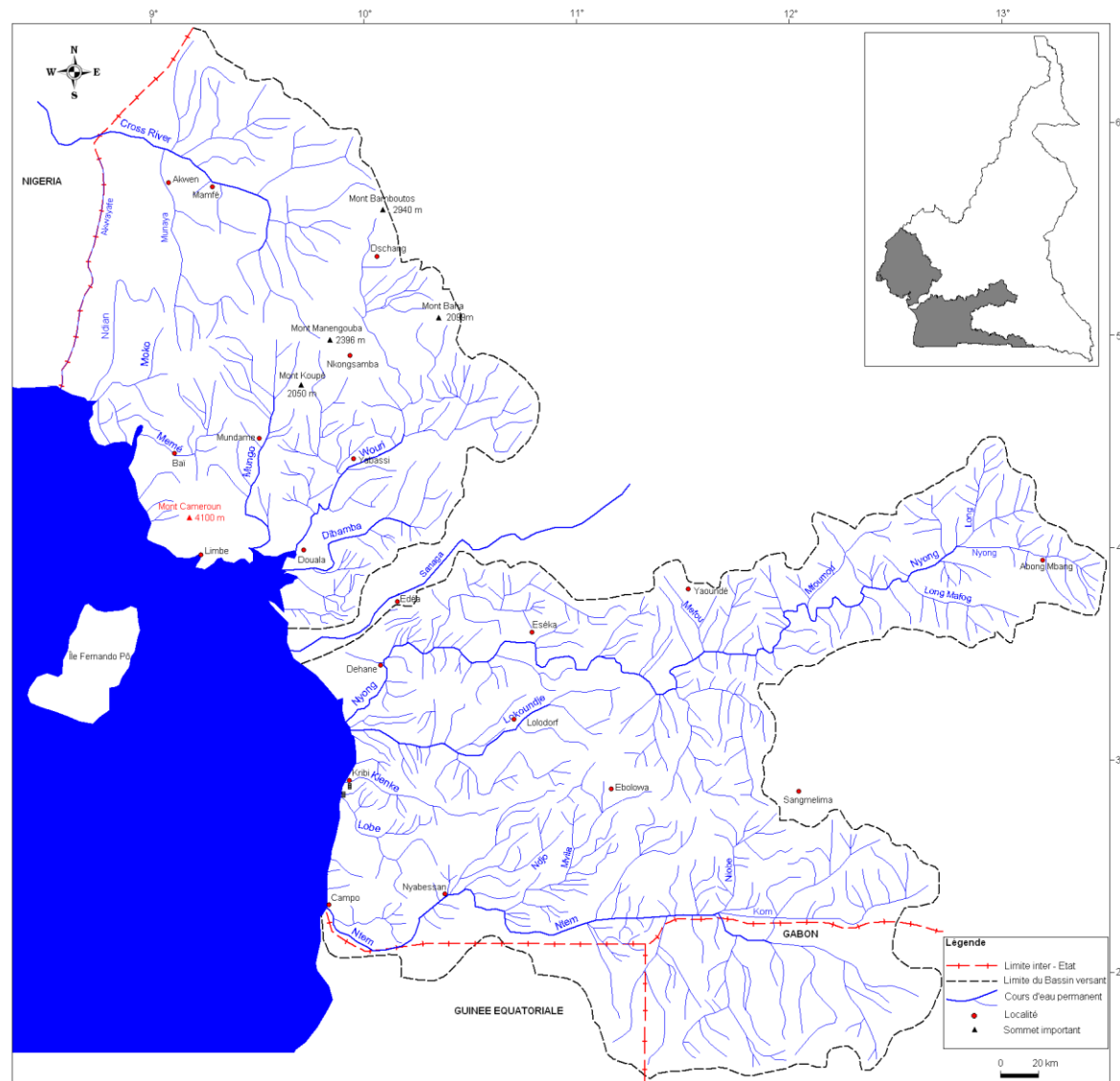
- le Mont bamboutos (2 940 m) ;
- le Mont Manengouba (2 396) ;
- le Mont Koupé (2 050 m) ;
- le Mont Cameroun (4 100m).

II.5.2- L'hydrographie

L'examen du réseau hydrographique (figure 19) montre la permanence de deux directions préférentielles des cours d'eau qu'il faut rattacher à la tectonique. L'une de SSW – NNE à SW – NE⁴, correspond à la « ligne du Cameroun », ligne tectonique majeure du Cameroun. L'autre secondaire, est orientée NW – SE⁵ ; elle a été appelée « ligne tectonique de la Bénoué ».

⁴ SSW : Sud Sud Ouest ; NNE : Nord Nord Est ; SW : Sud Ouest ; NE : Nord Est.

⁵ NW : Nord Ouest ; SE : Sud Est.



(Source : Olivry, 1986 ; modifié)

Figure 19 : Le réseau hydrographique du bassin des fleuves côtiers

Dans le bassin des fleuves côtiers, on distingue les cours d'eau suivants du Nord vers le sud :

- la Cross River avec le cours d'eau Munaya comme principal affluent ; son bassin se jette dans le golfe de Biafra à Calabar au Nigeria ;
- le Ndian ;
- la Moko ;
- la Sandje ;
- la Mémé ;
- le Moungo ;
- le Wouri appelé Nkam dans sa partie amont ;
- la Dibamba ;
- le Nyong qui est le deuxième fleuve en importance entièrement inclus dans le territoire camerounais. Il a une longueur de 640 km et prend sa source dans la partie la plus orientale du bassin dont la superficie est de 27 800 km².
- la Lokoundje ;
- la Kienké ;
- la Lobe ;
- le Ntem.

A la frontière avec le Nigeria, se trouve un cours d'eau qui est l'Akwayafe.

II.5.3- Le climat

Le bassin des fleuves côtiers appartient à des zones humides et arrosées qui caractérisent le domaine de la forêt, mais diffèrent entre elles suivant la latitude, l'altitude ou la proximité de l'océan. Elles se répartissent entre le climat tropical (Ouest du bassin de la Sanaga) et le climat équatorial.

Alors qu'en zone tropicale, on observe deux saisons principales (sèche et humide), les régions équatoriales présentent quatre saisons : deux saisons sèches d'inégales amplitudes séparées par deux saisons des pluies. Ce type de climat à quatre saisons concerne les bassins hydrographiques du Sud – Cameroun, du Nyong au Ntem.

Au Nord de Douala, la proximité du golfe de Guinée entraîne l'existence de deux saisons : une longue saison de pluie alimentée par une mousson puissante, et une saison sèche d'autant plus brève que l'on se rapproche de la côte. La plus ou moins grande abondance des pluies a permis de distinguer un climat « équatorial côtier » nord et un climat « tropical de l'Ouest ». La zone à climat tropical de l'Ouest est caractérisée par l'altitude élevée des régions concernées.

Sur le plan thermique, dans la partie du bassin des fleuves côtiers au Nord de la Sanaga, les températures moyennes annuelles vont de 20,8 °C à Dschang à 26,3 °C à Mamfé. Le maximum des températures moyennes mensuelles est observé entre février et mars et varie de 22,1°C à Dschang à 28,6 °C à Yabassi. Pour ce qui est des minima des températures moyennes mensuelles, elles sont comprises entre 19,4 °C à Dschang et 25 °C à Yabassi et Mamfé.

En ce qui concerne la partie du bassin des fleuves côtiers située au Sud de la Sanaga, les données des températures moyennes mensuelles sont plus homogènes. Elles sont

comprises entre 23,9 °C à Abong-Mbang et 24,6 °C à Akonolinga. Les températures moyennes mensuelles, comprises entre 25 et 26 °C, sont généralement enregistrées entre février et mars. Pour le cas des minima des températures moyennes mensuelles, elles sont de 23 °C à toutes les stations météorologiques de cette partie du bassin des fleuves côtiers.

II.5.4- La végétation

Le bassin des fleuves côtiers appartient au domaine de la forêt dense humide. Celle-ci est caractérisée par :

- un étage dominant d'arbres élevés aux vastes frondaisons, aux fûts verticaux souvent munis de contreforts ;
- un étage moyen d'arbres aux feuillages denses ;
- un étage inférieur constituant le sous – bois formé d'arbres, de rares plantes herbacées, de lianes aux aspects multiples.

Plusieurs sous – ensembles se distinguent dans cette forêt dense et humide : la forêt dense humide sempervirente de basse et moyenne altitude (mangrove, forêt ombrophile de basse altitude ou forêt littorale, forêt ombrophile atlantique de moyenne altitude) et la forêt dense humide semi – décidue de moyenne altitude (forêt héli – ombrophile congolaise, forêt héli – ombrophile à *sterculiacées*).

II.5.5- La pétrographie

Le « complexe de base » du socle précambrien est prépondérant dans le bassin des fleuves côtiers (figure 20) et représente 76,2 % de sa superficie. Cependant, dans les régions occidentale et maritime, les formations de couverture, sédimentaires (12,3 % de la superficie) ou volcaniques (11,5 % de la superficie) prennent une extension importante. Le bassin de la Sanaga sépare ce bassin en deux régions :

- l'une à couverture essentiellement précambrienne qui concerne le bassin du Nyong et celui du Ntem ;
- l'autre à l'Ouest (bassins du Wouri, du Mounjo, de la Cross River) dont la composante sédimentaire prend une place importante dans la couverture géologique.

Le passage du socle précambrien à la plaine sédimentaire littorale, est marqué par la flexure Kompina – Edéa.

II.5.6- La pédologie

Dans le bassin des fleuves côtiers, le processus pédogénétique dominant est la ferrallitisation. On y trouve des sols ferrallitiques de l'embouchure du Nyong à celle du Mounjo pour la région de Douala, dans la région de Ndian – Rio del Rey – Mémé, dans le golfe sédimentaire de Mamfé et ses prolongements sur la haute Munaya et le plateau de Ntale, dans les bassins de la Cross River, du Haut Mounjo et le Rio del Rey. Signalons la présence des sols ferrallitiques humifères dans les parties élevées des massifs volcaniques de l'Ouest (Manengouba, Bamboutos).

Les sols hydromorphes sont également présents sur des alluvions littorales du rio del Rey et du bassin de Douala, sous les forêts marécageuses du Sud – Cameroun (Haut – Nyong et Haut – Ntem), dans la plaine des Mbos (haut bassin du Wouri – Nkam).

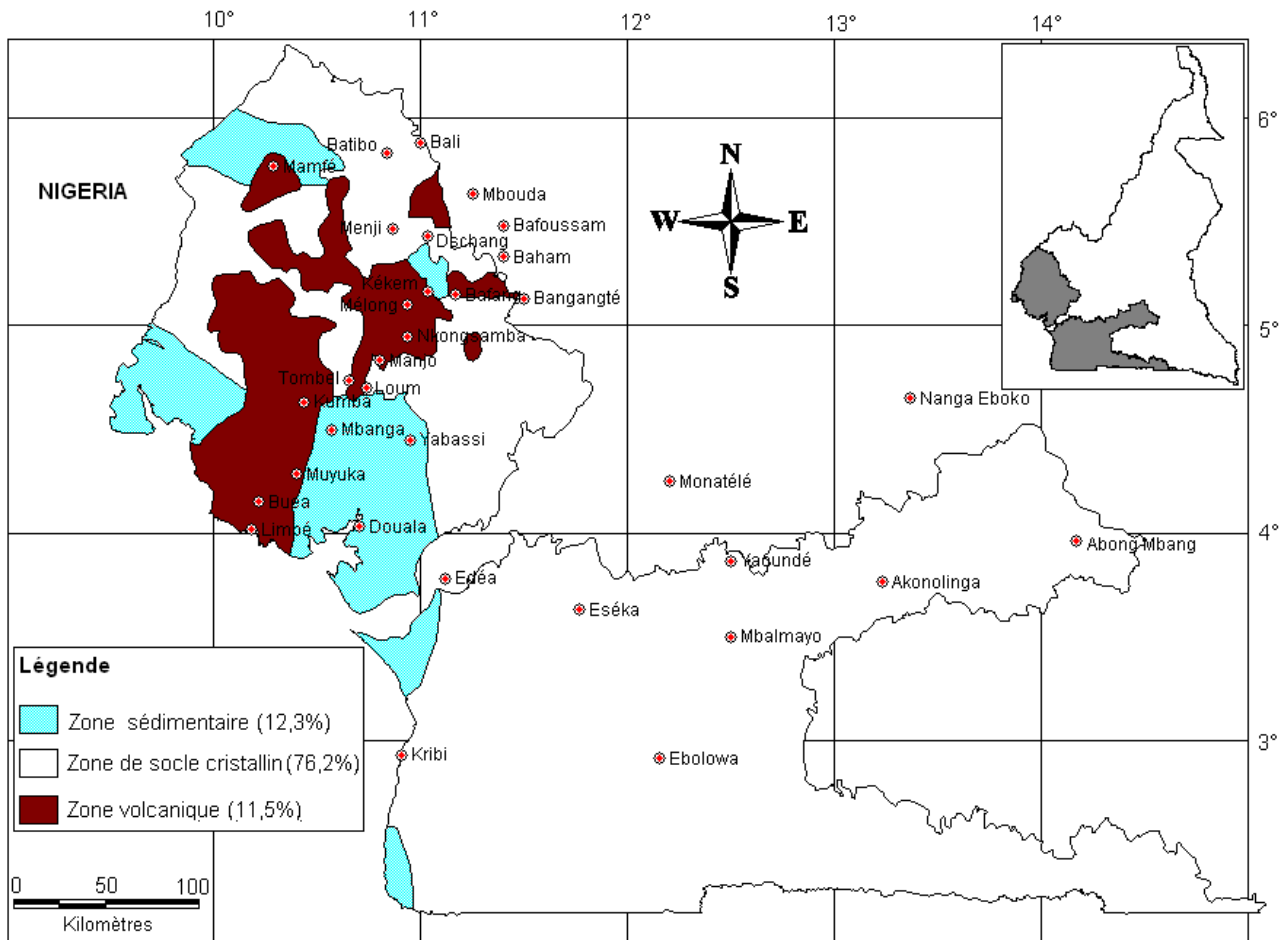


Figure 20 : Grands ensembles pétrographiques du bassin des fleuves côtiers

Aux deux types de sols précédemment vus, s'ajoutent les sols jeunes du rebord sud du plateau Bamiléké, du mont Cameroun. On les retrouve aussi dans la région de Kumba, Mbanga, Nkongsamba, au Nord – Est du bassin de la Cross River.

II.5.7- L'organisation administrative et la démographie

Le bassin des fleuves côtiers regroupe les départements suivants (figure 21) : Bamboutos, Dja - Et – Lobo, Fako, Haut-Nkam, Haut – Nyong, Haute – Sanaga, Hauts-Plateaux, Kupé Manenguba, Lebialem, Lékié, Manyu, Mbam - Et – Inoubou, Méfou - Et – Afamba, Méfou - Et – Akono, Meme, Ménoua, Mezam, Mfoundi, Momo, Mounjo, Mvila, Nde, Ndian, Nkam, Nyong - Et – Kéllé, Nyong - Et – Mfoumou, Nyong - Et - So'o, Océan, Sanaga – Maritime, Vallée - Du – Ntem, Wouri. Les départements du Nyong et Soo et du Dja et Lobo sont partagés entre le bassin des fleuves côtiers et celui du Congo. Le département du Nyong et Mfoumou est partagé entre le bassin des Fleuves côtiers, le bassin du Congo et le bassin de la Sanaga. Le tableau 5 et la figure 22 présentent la

répartition de la population du bassin des fleuves côtiers. Cette population est estimée à 4 866 589 habitants.

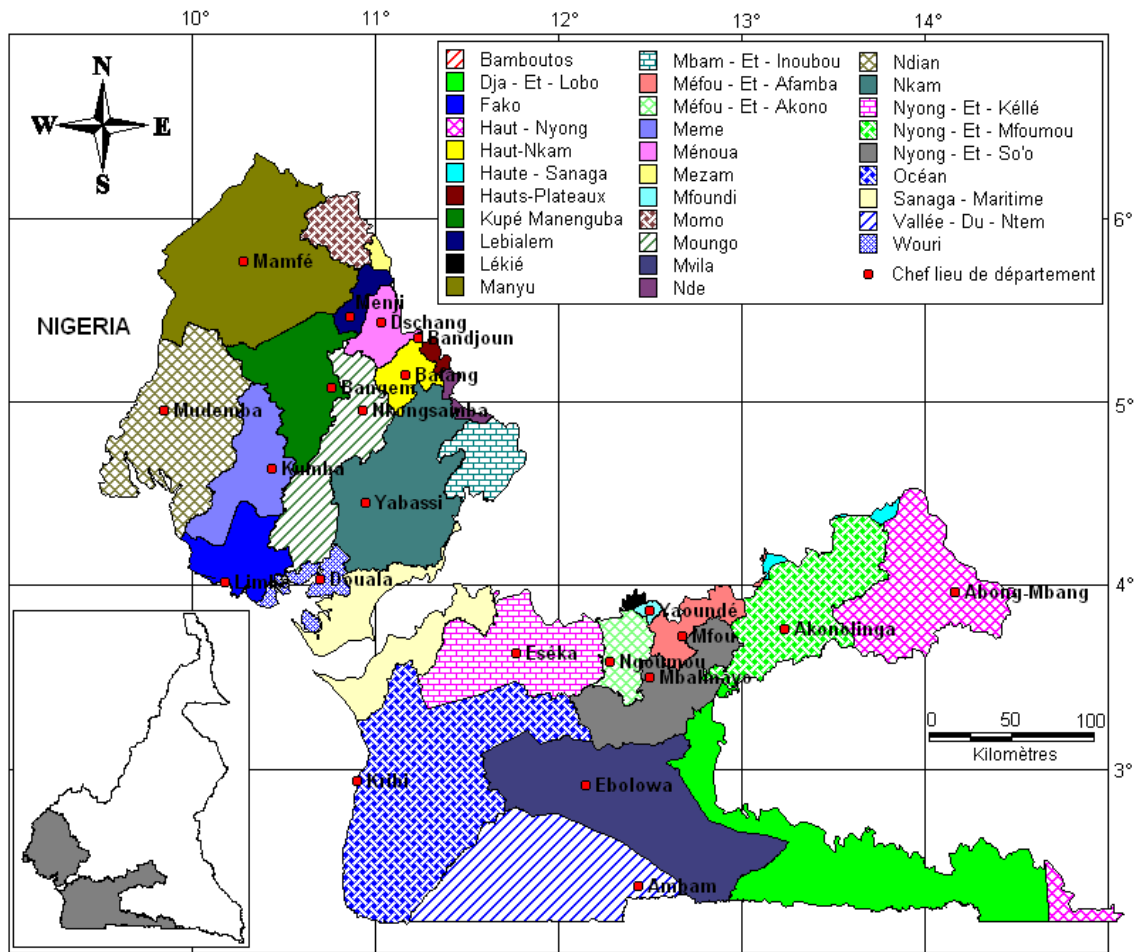


Figure 21 : Carte des départements du bassin des fleuves côtiers en 2008

Tableau 5 : Données démographiques du bassin des fleuves côtiers en 2007

Région	Superficie totale de la région (km ²)	Pourcentage de la région dans le bassin	Superficie de la région dans le bassin (km ²)	Densité de la population dans la région en 2007 (hab/km ²)	Effectif de la population dans la région en 2007
Centre	68953	26,62	18352,81	44,34	813 756
Est	109002	5,57	6072,56	7,71	46 815
Littoral	20248	73,63	14908,01	119,21	1 777 132
Nord - Ouest	17300	8,37	1447,93	105,42	152 633
Ouest	13892	18,41	2558,17	136,42	348 994
Sud	47191	75,84	35791,99	12,50	447 496
Sud - Ouest	25410	95,44	24250,70	52,77	1 279 762
Population totale					4 866 589

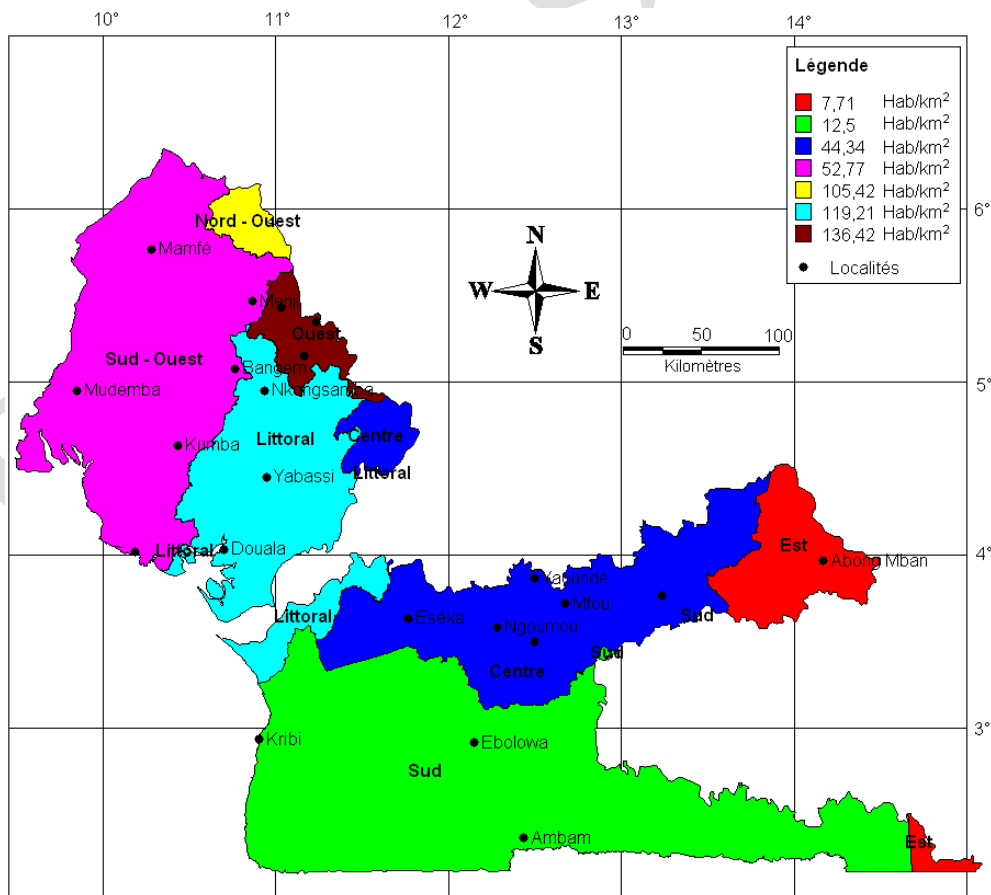


Figure 22 : Carte démographique du bassin des fleuves côtiers en 2007

Conclusion

Le Cameroun est drainé par cinq bassins hydrographiques : le bassin du Lac Tchad, le bassin du Niger, le bassin de la Sanaga, le bassin du Congo et le bassin des fleuves côtiers. Trois des cinq bassins hydrographiques sont partagés avec d'autres pays ; c'est le cas des bassins du Lac Tchad, du Niger et du Congo.

Sur le plan orographique, cinq zones se distinguent du Nord vers le Sud :

- les terres basses du Nord avec la plaine du Tchad et la dépression de la Bénoué séparées par les Monts Mandaras ;
- le plateau de l'Adamaoua qui a une altitude moyenne de 1 100 m et constitue le véritable château d'eau du pays ;
- la chaîne montagneuse de l'Ouest ;
- les terres côtières qui longent 400 km de la côte Atlantique du Cameroun ;
- le plateau du Sud Cameroun couvre une grande partie du Sud et du Sud-est.

Le Cameroun possède un réseau hydrographique constitué de cours d'eau et de lacs naturels ou artificiels. Ce réseau hydrographique est inégalement réparti dans l'ensemble du pays ; si la partie sud est très drainée, l'extrême Nord du pays est surtout constitué de cours d'eau saisonniers appelés Mayos.

L'étirement du Cameroun du Nord au Sud, l'effet de l'altitude et la proximité avec la mer sont responsables de la variabilité spatiale du climat. Du Nord au Sud on a deux grandes zones climatiques :

- la zone de climat tropical qui s'étend de la latitude 6° à 13° N ;
- la zone de climat équatorial qui s'étend de la latitude 2° à 6° N.

Trois grands types de formations géologiques se retrouvent au Cameroun :

- le socle accidenté de fossés tectoniques, où affleurent des gneiss ou des granites aux sols souvent latéritiques ;
- les formations sédimentaires de la cuvette Tchadienne, de la Bénoué et de la zone côtière ;
- les formations volcaniques.

Pour l'année 2007, l'évaluation de la population par bassin versant se résume ainsi qu'il suit :

- bassin du Lac Tchad : 3 017 595 habitants ;
- bassin du Niger : 3 609 884 habitants ;
- bassin de la Sanaga : 5 569 522 habitants ;
- bassin du Congo : 815 531 habitants ;
- bassin des fleuves côtiers : 4 866 589 habitants.

Chapitre III : Le suivi de la ressource

Introduction

La quantification des flux hydrologiques, aux échelles appropriées (pays, région, bassin versant), constitue un préalable à l'estimation des ressources en eau et à tout projet de gestion de celles-ci. Pour cela, il est nécessaire que soient mis en oeuvre des systèmes opérationnels (dits réseaux hydrométéorologiques), capables de mesurer toutes les données nécessaires pour caractériser la répartition dans le temps et dans l'espace des composants du cycle hydrologique, tels que précipitations, écoulements de surface, niveaux des nappes phréatiques, etc. Ces opérations de collecte sont donc pour l'essentiel des activités à caractère météorologique (Fritsch, 1996). Ce chapitre fait un examen critique des systèmes de collecte des données pluviométriques, hydrométriques, hydrogéologiques ; le cas des données relatives à la qualité de la ressource en eau est abordé en dernier.

III.1- Les données pluviométriques

III.1.1- Les infrastructures de collecte

La grande majorité des infrastructures de collecte des données pluviométriques sont sous la responsabilité de la Direction de la Météorologie Nationale (DMN) du Ministère des transports.

En Afrique inter tropicale la pluie constitue l'essentiel des précipitations. C'est un paramètre climatique important qui est mesuré à des stations météorologiques (stations agro ou bioclimatiques, stations climatiques, postes pluviométriques et stations synoptiques). Au Cameroun, la grande majorité des stations pluviométriques sont équipées de pluviomètres à lecture directe suivis par des observateurs. Les pluviographes ne sont utilisés que dans le cadre d'études particulières et ponctuelles. Le Cameroun dispose de près de 408 stations météorologiques dont la disposition spatiale est présentée sur la figure 23. Le tableau 6 donne la répartition des stations météorologiques par bassin. Il est important de souligner que même la DMN ne sait pas quelles sont toutes les stations effectivement suivies. Elle ne reçoit les tableaux climatologiques mensuels que de 10 % des stations. Il faut remarquer la forte concentration des stations dans le bassin des fleuves côtiers et dans le bassin de la Sanaga. Le bassin septentrional du Lac Tchad et celui du Congo sont les moins équipés en stations. Le faible équipement du Lac Tchad est paradoxal quand on sait combien l'eau constitue un facteur limitant du développement dans cette partie du pays.

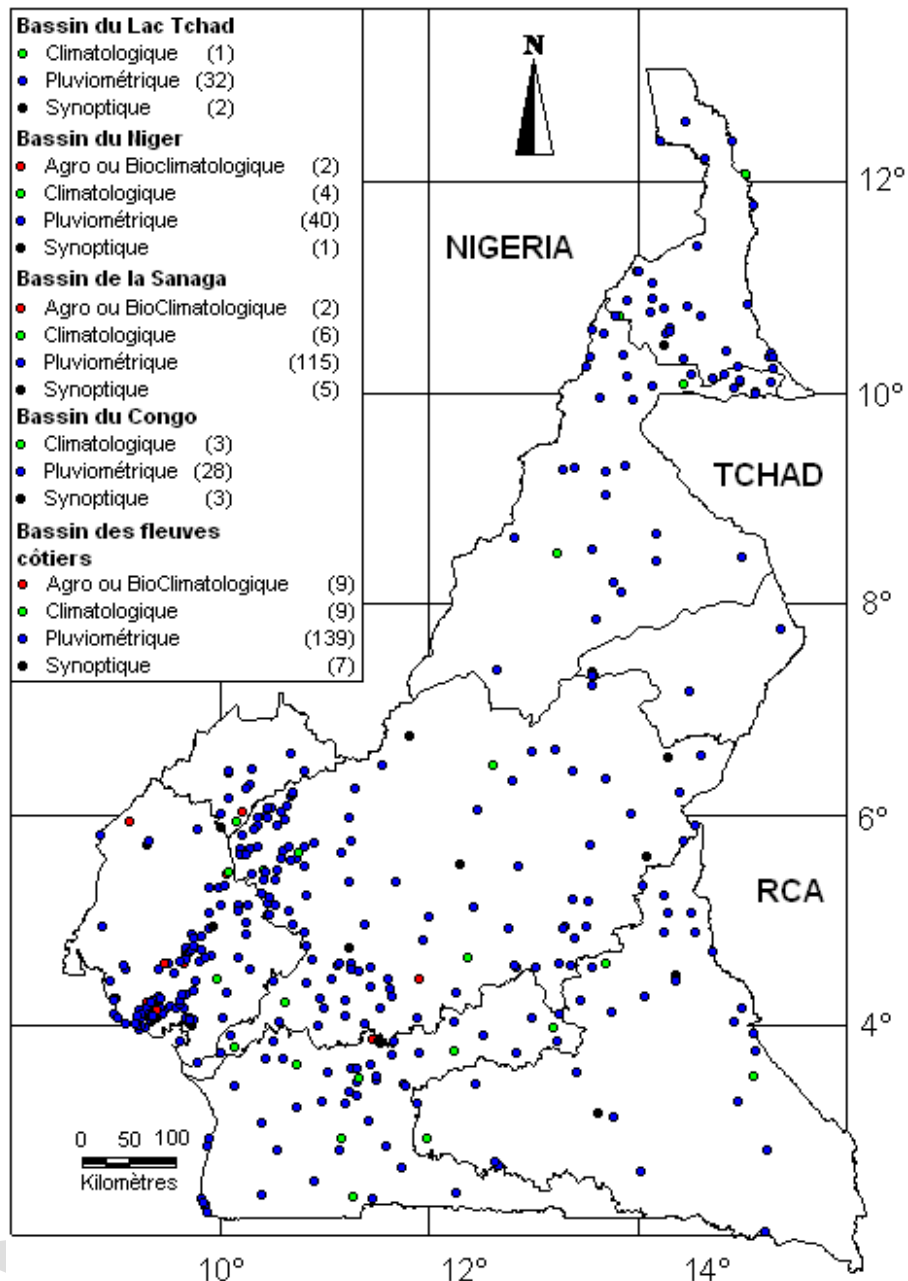


Figure 23 : Stations météorologiques du Cameroun

Tableau 6 : Répartition des stations météorologiques dans les bassins versants

Type	Lac Tchad	Niger	Sanaga	Congo	Fleuves côtiers
Agro ou bioclimatologique	0	2	2	0	9
Climatologique	1	4	6	3	9
Pluviométrique	32	40	115	28	139
Synoptique	2	1	5	3	7
Total	35	47	128	34	164
Pourcentage	8,58%	11,52%	31,37%	8,33%	40,20%

III.1.2- Le traitement et les banques de données

Les données journalières, collectées sur le terrain, sont stockées après un contrôle. Leur stockage est fait sur support papier et sur forme numériques. Elles sont disponibles dans plusieurs recueils de données pluviométriques établis par le Service hydrologique de l'ORSTOM de l'origine des stations à 1980).

La banque des données pluviométriques s'insère dans la base de données météorologique de la DMN. Le stockage des données a connu plusieurs évolutions :

- elle démarre sur du support papier (Tableaux décimaux, Annuaire météorologiques, Résumé mensuel, ...etc.)
- elle se poursuit avec l'acquisition d'un Mini6 par lequel débute la digitalisation des données météorologiques sur bandes magnétiques. Toutefois ce système montre ses limites, n'ayant pas de support adapté pour la lecture de ces bandes magnétiques.
- pour palier à ses insuffisances la DMN a procédé à l'acquisition du système CLICOM qui est actuellement utilisé ;
- la mise en œuvre du projet DARE (DATA RESCUE) a permis par la suite le micro fichage des données météorologiques ;
- enfin le système CLIMSOFT a été mis en place et est plus évolué et mieux adapté, malheureusement présente quelques inconvénients tels que :
 - les masques de saisie sont figés ;
 - les mêmes masques de saisie sont peu lisibles ;
 - les totaux des paramètres posent des problèmes aux dactylo codeuses.

Le Centre de Recherche Hydrologique (CRH) dispose également d'une banque de données pluviométriques de même que l'Institut de Recherche Agronomique pour le Développement (IRAD). Mais elles sont de moindre envergure que celle de la DMN.

III.1.3- Les problèmes

Le suivi des stations hydrométéorologiques connaît plusieurs problèmes qui perturbent son fonctionnement :

- l'insuffisance des moyens financiers ;
- le manque et le vieillissement du personnel ;
- l'absence de maintenance au niveau des différentes stations.

III.2- Les données hydrométriques

III.2.1- Les infrastructures de collecte

En 1980, le réseau hydrométrique de base du Cameroun comprenait soixante-douze stations en service (figure 24), une vingtaine d'échelles limnimétriques, non comprises dans ce décompte, ayant été installées à l'exutoire de petits bassins représentatifs à la faveur d'études ponctuelles, puis abandonnées par la suite.

La réalisation de ce réseau a été progressive et relève, soit de la nécessité imposée par divers aménagements et projets hydro- agricoles essentiellement, soit d'une volonté d'étude systématique des ressources du pays. Ainsi, avant même l'intervention des hydrologues de l'ORSTOM (actuellement IRD) vers les années 50, quelques échelles de hauteurs d'eau avaient déjà été installées, en particulier sur les biefs navigables tels que ceux de la Bénoué (1930 à Garoua), du Nyong supérieur (1940 à Mbalmayo et Abong-Mbang) et du Wouri (1949 à Yabassi).

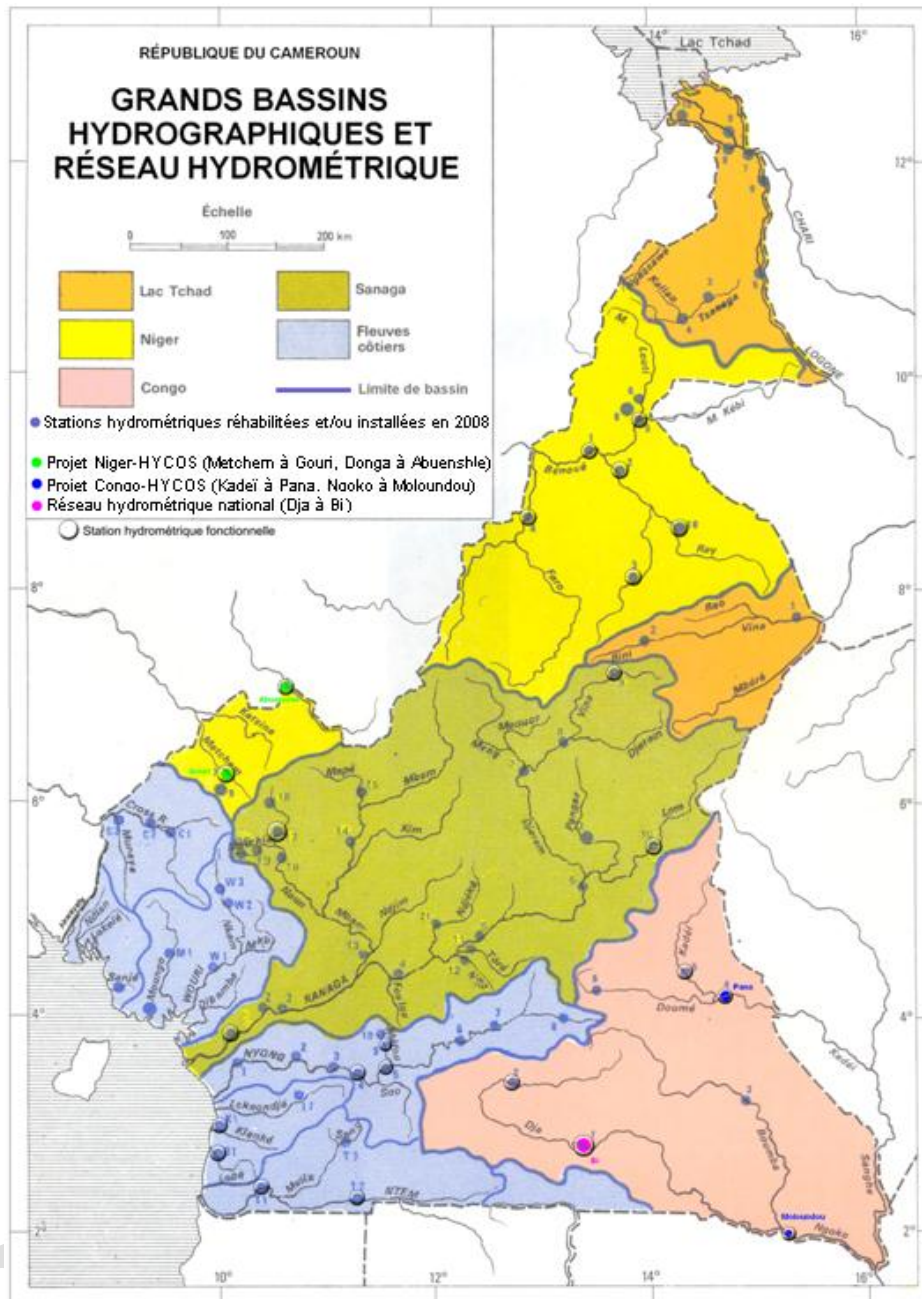
Les années 1951 à 1953 marquent une étape importante dans la réalisation de ce réseau qui a continué de s'accroître même après que le suivi des ressources en eaux superficielles ait été repris en 1972 par les hydrologues camerounais. Le réseau hydrométrique camerounais commence malheureusement à périlcliter au milieu des années 80, déclin qui s'accroît à partir de 1992 avec l'intensification de la crise économique qu'a connue le pays.

La localisation des stations fonctionnelles contrôlée par le CRH est visible sur la figure 24. Le tableau 7 donne l'état de fonctionnement du réseau hydrométrique par bassin versant. Le CRH ne dispose des données hydrométriques que pour 04 stations du bassin de la Sanaga, car c'est surtout AES-SONEL qui s'occupe du suivi hydrométrique dans ce bassin. En effet, dans le but de suivre l'évolution des lâchers d'eau effectués au niveau des barrages réservoirs, AES-SONEL a mis en place et entretient un réseau de stations de jaugeage en aval de ces barrages pour le contrôle des débits. Il s'agit des stations suivantes : Bamendjing, Bayomen sur le Noun, Mapé et Mapou sur la Mapé, Goura sur la Mape, Mbakaou, Goyoum et Elang sur le Djérem/Meng, Kikot, Song Mbengue, Song Loulou, Edéa sur la Sanaga. Ces stations sont également présentes sur la figure 24.

Il est important de souligner qu'aucune station du bassin du Lac Tchad et du bassin des fleuves cotiers au Nord de la Sanaga n'est fonctionnelle. La reprise des observations aux stations du bassin du Niger est effective depuis le début des années 2000. Le bassin du Congo, à travers les stations de Bi et Nkoldja sur le Dja a repris du service depuis l'année 2008 ; au cours de l'année 2009, les stations de la Ngoko à Moloundou et de la Kadei à Pana seront réhabilitées et feront partie du réseau AMESD et du Projet Congo - HYCOS. Le bassin du Nyong est assez bien suivi à travers les stations de la Mefou à Nsimalen, du Nyong à Mbalmayo, du Nyong à Olama, de la Soo à Pont Soo.

Les équipements des stations fonctionnelles du réseau hydrométrique comportent :

- des mires limnimétriques ;
- des pluviomètres à lecture directe ;
- des pluviographes à augets basculeurs et des pluviographes électroniques ;
- des Plates-formes de Collecte de Données (PCD) en temps réel ;
- des limnigraphes OTT X, des thalimèdes, des échantillonneurs automatiques de MES et qualité des eaux ;
- des piézomètres.



(Source : CRH, 2008)

Figure 24 : Etat du réseau hydrométrique du Cameroun

Tableau 7 : Etat de fonctionnement des stations hydrométriques en 2008

Bassins	Lac Tchad	Niger	Sanaga	Congo	Fleuves côtiers
Nombre de Stations	10	11	21	7	25
Nombre de stations fonctionnelles	0	8	12	5	7
Pourcentage de stations fonctionnelles	0,00%	72,73%	57,14%	71,43%	28,00%

N.B : Aucune station n'est suivie dans le bassin des fleuves côtiers au Nord de la Sanaga

Par ailleurs le matériel de mesure de débit utilisé se présente de la façon suivante :

- moulinet hydrométrique type C 31, monté sur perche ou sur saumon ;
- embarcation pneumatique et moteur hors bord ;
- équipement de mesures de débits avec l'Acoustic Doppler Curent Profiler (ADCP) ;
- déversoirs, seuils jaugeurs, flotteurs lestés.

Les méthodes de mesure de débit mises en oeuvre sont :

- méthode volumétrique ;
- jaugeage chimique

Des tournées hydrologiques sont entreprises tout au long de l'année dans la mesure du possible pour assurer la maintenance et le bon fonctionnement des équipements installés, la mesure des débits liquides et solides, le contrôle et la collecte des données hydro pluviométriques observées.

III.2.2- Le traitement et les banques de données

Plusieurs banques des données hydrologiques ont été mises en place dans certaines institutions. Seul le Centre de Recherches hydrologiques (CRH) de l'Institut de Recherches Géologiques et Minières (IRGM) a développé une banque des données la plus importante et la plus complète. Malheureusement, la situation du réseau n'a pas été favorable à sa mise à jour régulière, ce qui explique de nombreuses lacunes en son sein.

Les données collectées sur le terrain sont critiquées, saisies sur support informatique puis traitées et analysées. La banque des données hydrométéorologiques du CRH comporte des données brutes et des données traitées qui sont transformées en produits hydrologiques (carte des ressources en eau, débit de crue de projet, etc.). Différents logiciels de traitement de données hydrométéorologiques, tels que TIDHYP, HYDROM, HYDROMET, etc. sont utilisés pour une meilleure compréhension des processus hydrologiques ayant cours sur le territoire national. Les données hydrométéorologiques collectées sur le terrain, après analyse et traitement sont publiées sous forme d'annuaires, de rapports et d'expertises.

III.2.3- Les problèmes

Les principales difficultés rencontrées dans le suivi du réseau hydrométrique sont essentiellement le manque des moyens financiers, matériels et humains. La plupart des équipements installés pour la collecte des données sont vétustes et demandent à être remplacés pour suivre l'évolution technologique actuelle. La couverture hydrologique de l'ensemble du territoire national est assurée par le Centre de Recherches Hydrologiques (CRH) de Yaoundé qui est la structure nationale chargée du développement des connaissances dans tous les domaines des sciences de l'eau en rapport avec le milieu physique, et du recueil des données nécessaires à la réalisation de divers projets de développement (Arrêté n° 151/CAB/PM du 29 octobre 1980). La couverture hydrologique de l'ensemble du territoire implique nécessairement la mise à la disposition au CRH des moyens financiers et logistiques

adéquats, notamment l'achat des véhicules de terrain. Le CRH est également confronté au problème du non renouvellement du personnel.

III.3- Les données relatives aux eaux souterraines

III.3.1- Les infrastructures de collecte

Les données relatives à l'eau souterraines sont assez diverses. Elles vont des paramètres structuraux (géométrie, granulométrie et lithologie) aux paramètres hydrodynamiques (perméabilité, transmissivité, porosité efficace et coefficient d'emmagasinement). Les principaux travaux d'envergure effectués en vue de caractériser les principaux aquifères du Cameroun datent des années 60 et 70. Elles ont été effectuées par le Bureau des Recherches Géologiques et Minières du Cameroun (BRGM). De nos jours, les données relatives à l'eau souterraine ne sont collectées que dans le cadre d'études ponctuelles et programmes d'hydraulique. ***Il faut décrier l'absence d'un réseau piézométrique national, permettant de suivre la dynamique des ressources en eau souterraine.***

III.3.1- Le traitement et les banques de données

Les travaux hydrogéologiques effectués par le BRGM ont été traduits sous forme de cartes thématiques où figure la morphologie du toit et du mur de certains aquifères (aquifères du bassin du Lac Tchad), les conditions aux limites, les différentes zones de productivité et la distribution spatiale de quelques paramètres hydrodynamiques. Des notices explicatives accompagnent ces cartes qui constituent la plus importante banque de données relatives à l'eau souterraine au Cameroun. Cependant il faut déplorer la mauvaise conservation de ces documents qui sont devenus presque introuvables.

Afin de mieux maîtriser la programmation des ouvrages, le Ministère de l'Énergie et de l'Eau a mis au point un outil d'aide à la décision dénommé Observatoire des Ressources Hydrauliques (ORH) qui dispose de plusieurs interfaces notamment :

- la base village ;
- la base ouvrage ;
- la base population.

Cet outil présente aujourd'hui quelques limites du fait non seulement de l'instabilité du personnel en charge de sa gestion, mais également de la mise à jour des paramètres de ce logiciel.

III.4- Les données relatives à la qualité de l'eau

III.4.1- Les structures d'analyse

Les principales structures d'analyse d'eau sont hébergées par des organismes de recherche tels que le CRH, l'IRAD, l'International Institute of Tropical Agriculture (IITA), le centre Pasteur et HYDRAC. Si les trois premiers sont surtout spécialisés dans la mesure des paramètres physico chimiques (teneurs ioniques, températures,

Potentiel hydrogène, Conductivité, sels totaux dissous, matières en suspension, etc...) le dernier est un laboratoire de référence pour la mesure des paramètres biologiques de l'eau.

Malgré l'existence de ces structures d'analyse, selon le GWP et MINEE (2005) on peut considérer que la qualité des eaux (eaux souterraines et de surface) n'est pas réellement suivie, car il apparaît que la plus part des informations sont acquises dans le cadre de la réalisation d'études et de projets à caractère temporaire et/ou d'extension géographique limitée. Les seules campagnes de mesure effectives sont ponctuelles, dans le temps et dans l'espace, et sont faites à la faveur de projets ou de programmes de recherche. Seule la CDE/CAMWATER (ex Société Nationale d'Eau du Cameroun) exerce un contrôle des eaux qu'elle prélève pour l'approvisionnement en eau potable.

Conclusion

Au Cameroun, le suivi de la ressource en eau, qui constitue un préalable à sa gestion optimale, connaît de réels problèmes depuis plusieurs décennies. Les infrastructures de collecte des données hydrométéorologiques sont soit vétustes, soit non suivies faute de moyens financier et de ressources humaines. Le Cameroun dispose de près de 408 postes pluviométriques. Selon le Service de la Climatologie et de la Banque des Données de la DMN, les tableaux climatologiques mensuels ne sont reçus que pour environ 10 % des stations.

Sur le plan hydrométrique, le réseau national compte 74 stations. Selon le CRH, les stations fonctionnelles sont réparties ainsi qu'il suit :

- bassin du Lac Tchad : 0 sur 10 (0 %) ;
- bassin du Niger 8 sur 11 (72,73 %) ;
- bassin de la Sanaga : 12 sur 21 (57,14 %) ;
- le bassin du Congo : 5 sur 7 (71,43 %) ;
- le bassin des fleuves côtiers : 7 sur 25 (28 %).

Ces pourcentages peuvent masquer de fortes disparités spatiales dans la répartition des stations hydrométriques d'un bassin ; en effet le bassin des fleuves côtiers au Nord-Ouest du bassin de la Sanaga ne dispose d'aucune station hydrométrique. D'autre part, les stations hydrométriques situées dans la partie sud du bassin des fleuves côtiers semblent d'autant mieux suivies qu'elles sont proches du CRH. En outre, il faut déplorer l'absence de stations hydrométriques dans le bassin du Lac Tchad, ceci d'autant plus que, de manière générale, la collecte doit être d'autant plus serrée et soignée que les disponibilités en eau sont faibles au regard des besoins (*Fritsch, 1996*). L'application de ce principe devrait entraîner des changements importants dans la répartition et le suivi des stations hydrométéorologiques du Cameroun.

Sur le plan hydrogéologique, il est regrettable de constater l'absence de tout réseau de suivi piézométrique dans le territoire national. Les travaux en vue de quantifier les ressources en eau souterraine sont très anciens.

Sur les plans hydrochimique et hydrobiologique, le Cameroun dispose d'un certain nombre de structures d'analyse ; mais, bien que la qualité de l'eau soit un facteur limitant de la ressource disponible, aucun réseau de suivi des différents impacts sur les cours d'eau et les nappes d'eau souterraine n'a encore été mis en place.

Avec les préoccupations de plus en plus grande pour le secteur de l'eau, la collecte des données hydrométéorologiques doit être renforcée, le maillage des réseaux de collecte doit évoluer. Les services hydrométéorologiques tels que le CRH et la DMN doivent répondre aux exigences de quantité, de qualité et d'accessibilité que les différents acteurs du secteur de l'eau sont en droit d'attendre.

Un aspect important à souligner est la nécessité de créer une synergie entre toutes les structures impliquées dans la collecte des données hydrométéorologiques.

Provisoire

Chapitre IV : Le bilan quantitatif et qualitatif

Introduction

La gestion intégrée des ressources en eau est l'une des clés du développement durable aussi bien dans le monde qu'au Cameroun. Des conflits d'intérêt en relation avec l'utilisation de l'eau peuvent apparaître dans les cas d'une gestion sectorielle de la ressource. Un système perfectionné de gestion des ressources en eau doit être développé. Ce système repose sur une connaissance suffisante des ressources en eau disponibles. Ce chapitre établit de façon critique le bilan quantitatif et qualitatif des ressources en eau par bassin hydrographique, en distinguant les ressources en eau de surface des ressources en eau souterraine.

IV.1- Les ressources en eau de surface

IV.1.1- Le bassin du Lac Tchad

IV.1.1.1- Les précipitations

Le bassin septentrional du Lac Tchad est caractérisé par une pluviométrie relativement faible. C'est dans cette partie du bassin du Lac Tchad que les plus faibles hauteurs de précipitations du pays sont enregistrées. Elles sont comprises entre 561,1 mm/an à Makari et 829 mm/an à Guetale. Les stations de Maroua, Yagoua et kaélé ont respectivement 793,1, 710,7 et 810,9 mm/an.

Dans la partie méridionale du bassin du Lac Tchad, les précipitations sont nettement plus importantes. Elles sont de 1432,1 et 1233,5 mm/an respectivement aux stations de Ngaoundéré et Touboro dont les régimes pluviométriques se rapprochent de celui du bassin de la Sanaga. A la station de Lara, moins influencée par le régime pluviométrique du bassin de la Sanaga, la pluviométrie moyenne annuelle enregistrée est de 819,8 mm.

Même s'il ne pleut pas pendant toute l'année dans le bassin septentrional du Lac Tchad, les histogrammes obtenus (figure 25) présentent la même allure que celle des stations du bassin méridional du Lac Tchad (figure 26). L'évolution des précipitations moyennes mensuelles est unimodale. Le maximum des pluies est enregistré en août et, les valeurs vont de 210,8 mm (Makari) à 250,9 mm (Guetale) pour la partie septentrionale. Dans le bassin septentrional du Lac Tchad, plus de 80 % des précipitations moyennes sont concentrées sur quatre mois (juin, juillet, août et septembre), ce qui peut être à l'origine des inondations, la capacité d'absorption du sol étant rapidement dépassée. De décembre à février, aucune précipitation n'est enregistrée à l'extrême Nord du pays.

A Ngaoundéré, Touboro et Lara, les maximas de précipitations moyennes mensuelles sont respectivement de 273,9, 327,7 et 263,5 mm et correspondent

également au mois d'août. A Ngaoundéré, de décembre à janvier les précipitations chutes considérablement mais ne s'annulent pas ; ce n'est pas le cas à Touboro et Lara où de décembre (dès novembre pour la station de Lara) à février, les précipitations sont nulles.

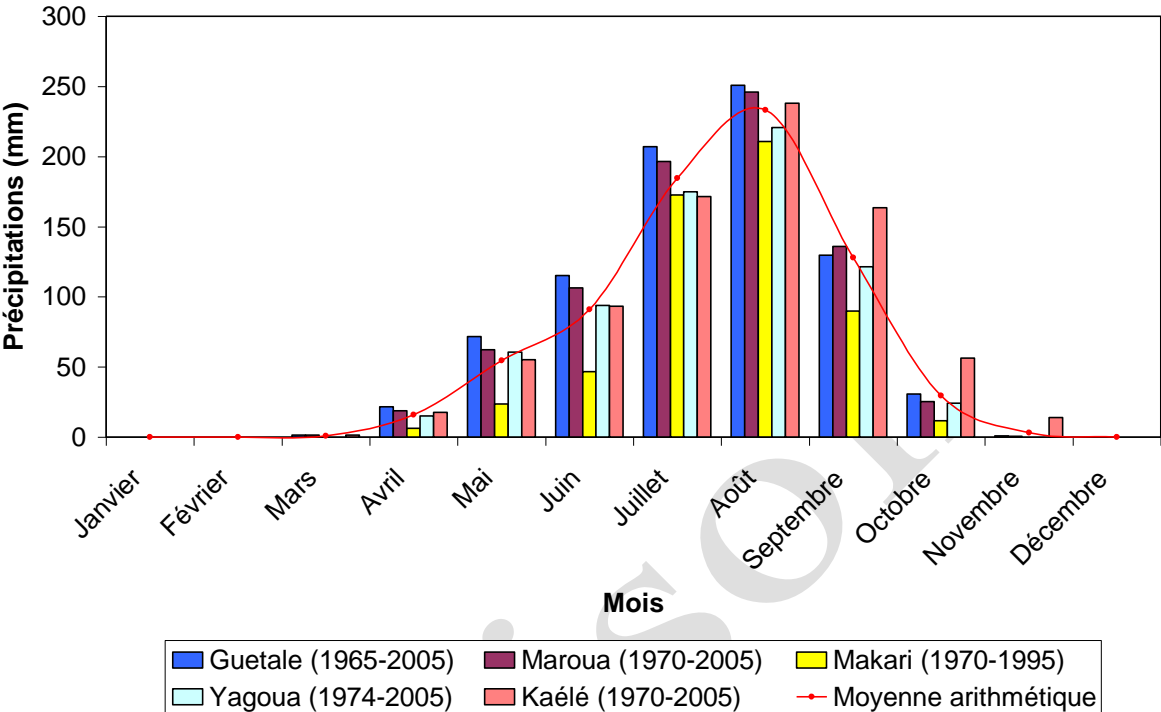


Figure 25 : Précipitations moyennes mensuelles du bassin septentrional du Lac Tchad

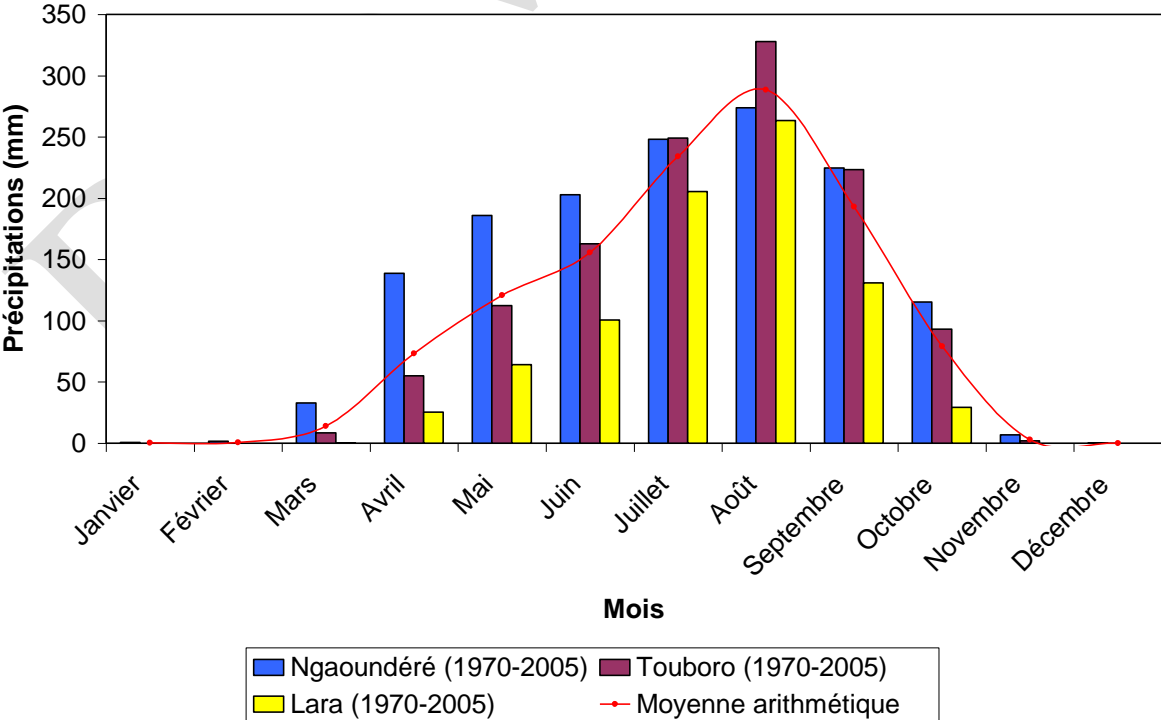


Figure 26 : Précipitations moyennes mensuelles du bassin méridional du Lac Tchad

IV.1.1.2- Le bilan quantitatif

Le Chari et le Logone sont les seuls cours d'eau permanents du bassin septentrional du Lac Tchad. Le reste du réseau hydrographique est constitué de cours d'eau saisonniers. Les modules interannuels du Chari et du Logone sont respectivement de 564 (1954 – 2008) et 445,7 m³/s (1948 – 2008). Le module interannuel du Mayo Tsanaga est également connu pour la période 1953 – 1979 grâce aux travaux d'Olivry (1986) ; il est de 21,1 m³/s (13,75 l/s/km²). Le volume d'eau écoulé dans bassin septentrional du Lac Tchad est de 32,52 km³. Dans ce volume total, une 10,79 % est fournie par le bassin méridional du Lac Tchad et 87,15 % est issu des précipitations qui tombent sur le territoire Tchadien (Logone à Bongor 14,06 – 3.51 = 10,55 km³, Chari 17,79 km³).

Les volumes d'eau écoulés dans le bassin méridional du lac Tchad ont été évalués grâce aux données hydrométriques de la station du Logone à Baïbokoum. Le volume d'eau écoulé dans le bassin méridional du Lac Tchad est 3,51 km³. A l'exception de la portion camerounaise du Lac Tchad, les seuls lacs qui ont été recensés dans le bassin du Lac Tchad sont le lac Bini et le lac Dang. Les volumes d'eau stockés dans ces lacs ne sont pas connus. Quelques réservoirs ont été construits dans le bassin du Lac Tchad. Il s'agit du barrage de Mokolo avec 5,3.10⁶ m³ d'eau, le barrage de Chidifi près de Dourbeye avec 5.10⁶ m³ d'eau et le barrage de Maga qui ne retient que 5.10⁵ m³ d'eau (MINAGRI, 1986). Pour l'ensemble du bassin du Lac Tchad, le volume d'eau de surface est de 32,52 km³, car le volume d'eau à la station du Logone à Baïbokoum constitue 24,96 % du volume d'eau écoulé à la station de Bongor (tableau 8).

Tableau 8 : Volume d'eau de surface du bassin du Lac Tchad

Nom de station	Période de référence	Module interannuel (m ³ /s)	Module spécifique (l/s/km ²)	Volume annuel écoulé ou stocké (km ³)	%tage
Chari (Chagoua)	1954 - 2008	564	1,13	17,79	49,36
Logone (Bongor)	1948 - 2008	445,7	6,24	14,06	39,01
Mayo Tsanaga	1953 - 1979	21,1	13,75	0,67	1,86
Logone (Baïbokoum)	1953 - 2008	288,2	5,14	3,51*	9,74
Volume d'eau écoulée				36,03	99,97
Volume d'eau stockée dans les lacs				-	
Volume d'eau stockée dans les réservoirs				0,01	0,03
Volume d'eau de surface dans le bassin				32,52	

*Valeur non prise en compte dans le calcul du volume total car faisant partie du volume d'eau écoulé à la station de Bongor

IV.1.1.3- La variabilité des ressources en eau

Dans le bassin du lac Tchad, la variabilité a été étudiée avec les données des stations du Logone à Baïbokoum et du Logone à Bongor. Chaque de ces station est représentative d'une partie du bassin du Lac Tchad.

Dans les deux parties du bassin du Lac Tchad, une longue période d'hydraulicité humide est observée au cours des décennies 50 et 60 (figures 27 et 28). A partir de la décennie 1970, on entre dans une période d'hydraulicité sèche qui persiste jusqu'à nos jours, même si on a observé une reprise timide au début des années 2000. En effet, selon les travaux de Mahe et Olivry, (1991), Olivry *et al.*, (1994), L'Hôte *et al.*, (2002), la région du Lac Tchad où coule le Logone est aux prises avec une sécheresse persistante.

La variabilité climatique a entraîné une modification du fonctionnement hydrodynamique du fleuve Logone. Selon Liéno (2001) les crues du Logone sont passées de 2200 m³/s avant 1970 à 1410 m³/s après, soit un déficit de 36 %. Au cours des années 1984 et 1987, les crues du Logone n'ont atteint que 500 et 700 m³/s ; ces deux années sont donc caractérisées par une sécheresse exceptionnelle. La disparition du Lac Tchad qui est alimenté par les eaux venues du Logone et du Chari illustre la baisse des ressources en eau de surface observée dans le bassin du Lac Tchad.

Pour ce qui est des basses eaux, le déficit hydrométrique est plus grand. Les écoulements sont passés de 48 m³/s avant la sécheresse à une moyenne de 22 m³/s après ; ceci correspond à un déficit de 55 %.

En ce qui concerne la variabilité saisonnière, la figure 28 montre que, dans les deux parties du bassin du bassin du Lac Tchad, l'essentiel des ressources en eau est concentrée sur les mois d'août, septembre et octobre. Cette abondance des ressources en eau vient à la suite d'une longue période de sécheresse observée de janvier à juin. Ceci est à l'origine des inondations.

IV.1.1.4- La qualité des ressources en eau

Les eaux de surface en provenance des monts Mandara se caractérisent par leur très forte charge en limons avec 1 à 1,5 millions de tonnes de matières en suspension exportées chaque année vers le Yaéré, charge supérieure aux apports en matière solide du Logone (moins de 900 000 tonnes par an selon Naah, 1990).

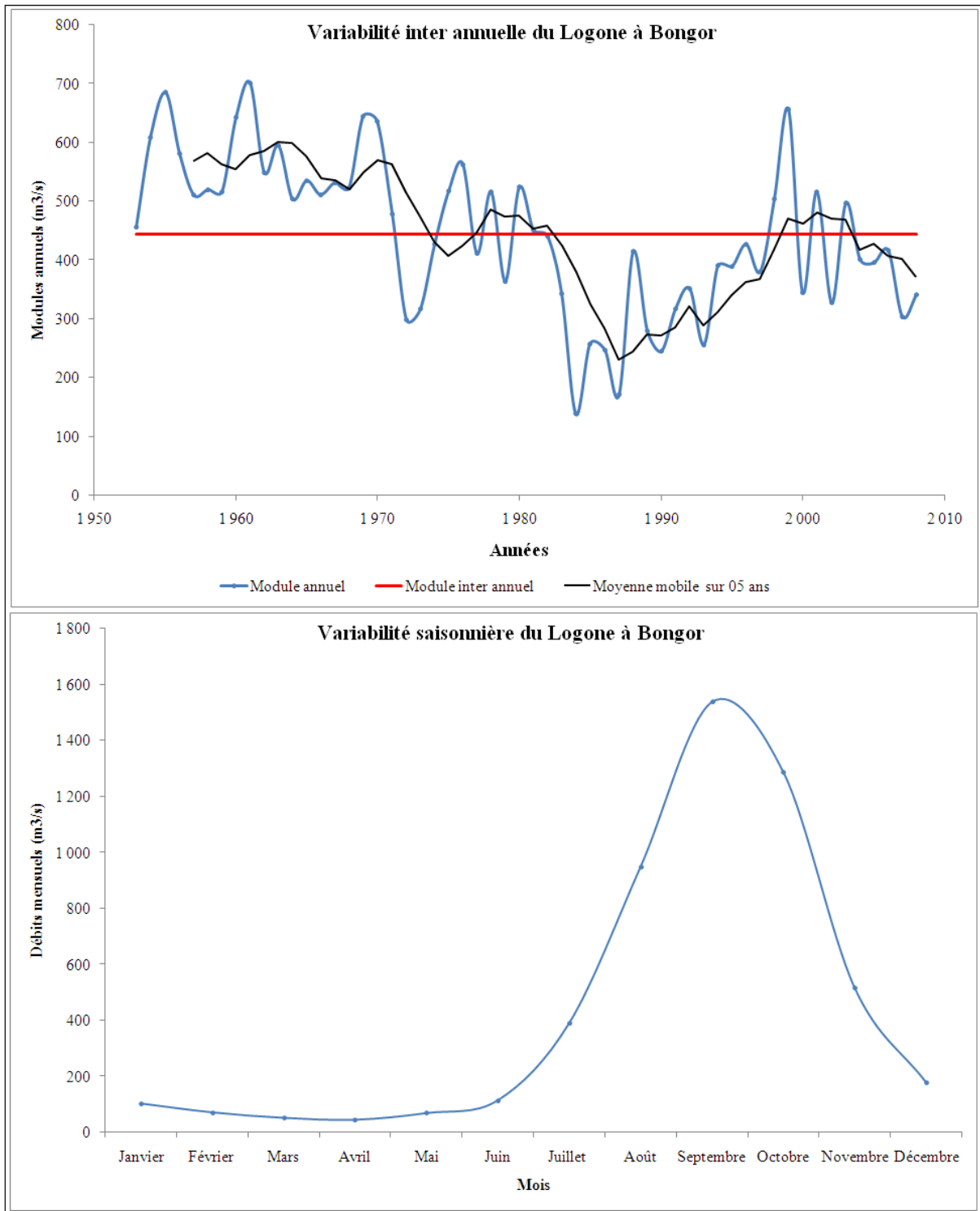


Figure 27 : Variabilité des modules dans le bassin septentrional du Lac Tchad

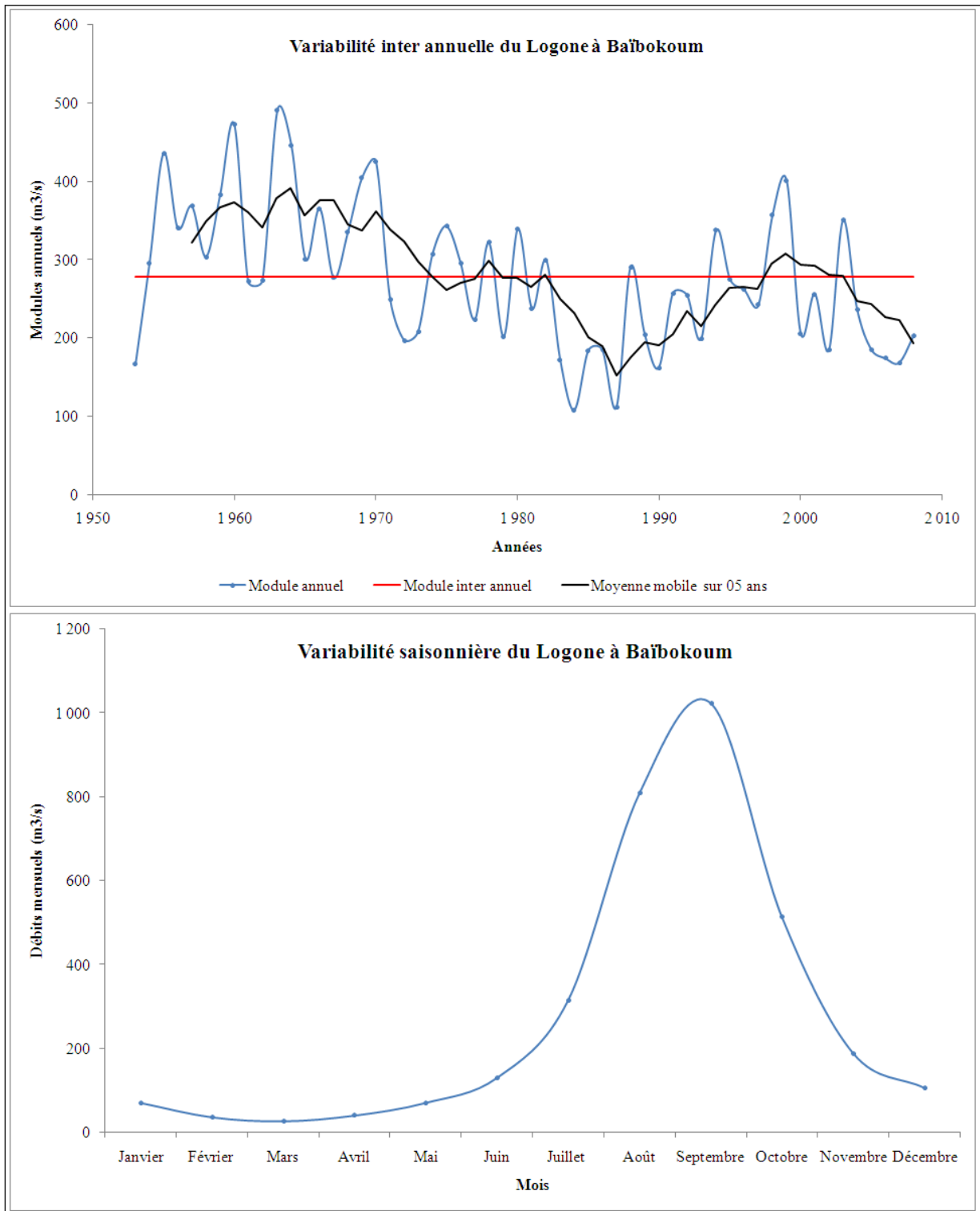


Figure 28 : Variabilité des modules dans le bassin méridional du Lac Tchad

IV.1.2- Le bassin du Niger

IV.1.2.1- Les précipitations

Dans le bassin septentrional du Niger, les stations les plus arrosées sont celles de Poli (1 489,1 mm/an) et Tcholliré (1 308,2 mm/an). Les stations de Guider et de Mokolo sont les moins arrosées avec respectivement 924,4 et 996,8 mm/an. La pluviométrie de la station de Garoua est de 996,4 mm/an. Il faut noter que, pour les stations de Mokolo et Poli, les données sont antérieures à la décennie 90 ; par conséquent, compte tenu de l'actuel contexte de variabilité climatique avec tendance à la baisse de la pluviométrie, il ne faut considérer ces valeurs qu'à titre indicatif.

La partie méridionale du bassin du Niger est nettement plus arrosée que la partie septentrionale. La station de Kom est la plus arrosée avec 3413 mm/an, alors que la moins arrosée est celle de Bamenda qui ne reçoit que 2242,5 mm/an.

Les figures 29 et 30 montrent l'évolution des précipitations moyennes mensuelles. Dans tout le bassin du Niger au Cameroun, les histogrammes des précipitations moyennes mensuelles sont unimodaux, ce qui est caractéristique des climats tropicaux. A l'exception de la station de Poli, le pic est atteint en août pour le bassin septentrional du Niger ; les précipitations atteignent 308,6 mm à la station de Tcholliré contre 232,3 mm seulement à la station de Garoua.

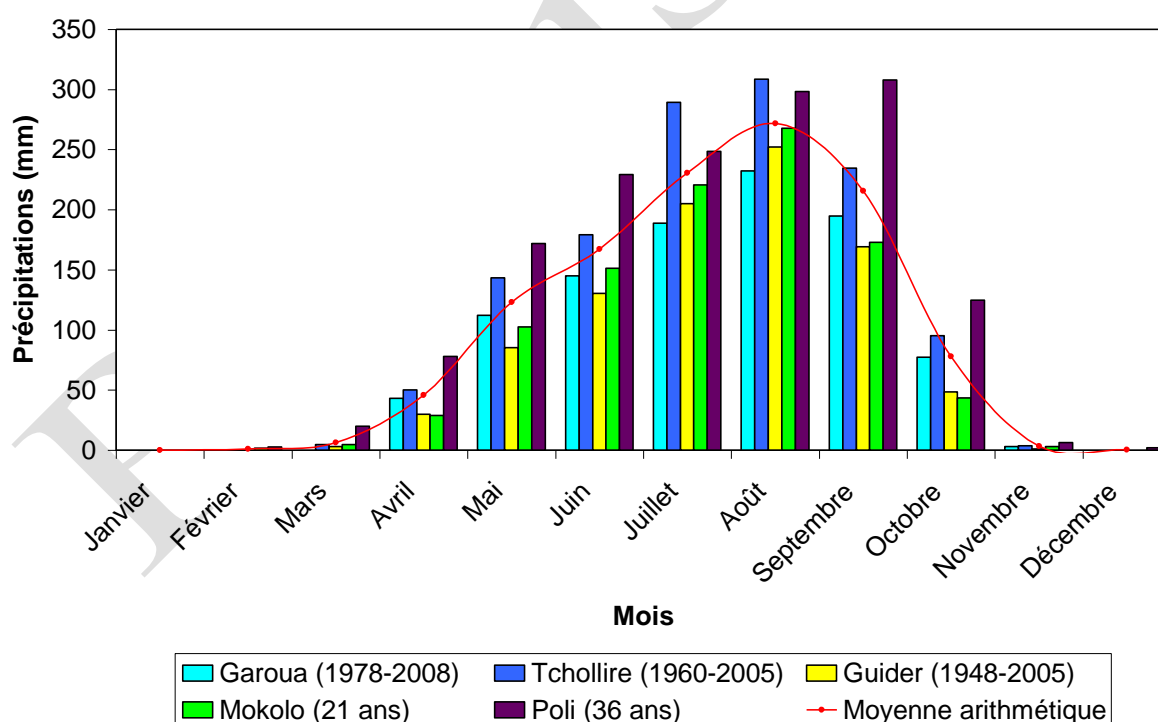


Figure 29 : Précipitations moyennes mensuelles du bassin septentrional du Niger

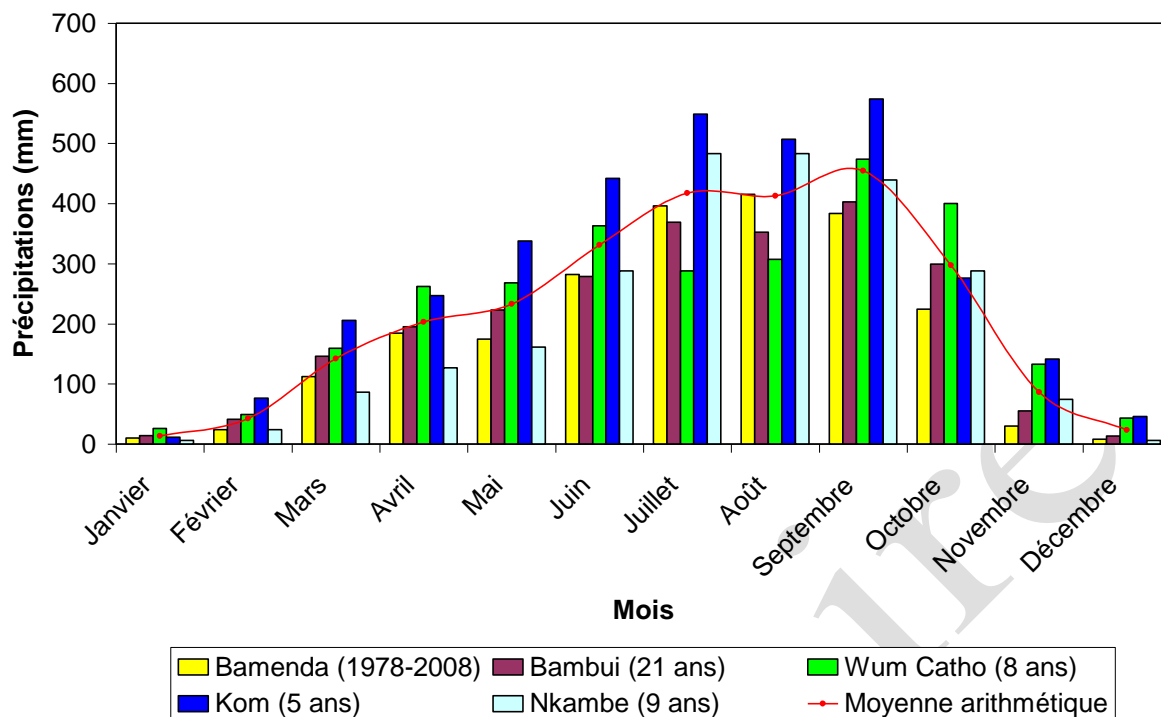


Figure 30 : Précipitations moyennes mensuelles du bassin méridional du Niger

Dans le bassin méridional, le pic est obtenu en septembre, ceci après une faible décroissance observée au mois d'août. Cependant, la station de Nkambe se distingue des autres par le fait que le maximum de la pluie moyenne mensuelle, qui est de 483 mm, est atteint dès le mois de juillet. Pour le bassin du Niger, les plus faibles hauteurs de précipitations sont enregistrées majoritairement au cours du mois de janvier ; elles sont comprises entre 6 et 22 mm pour le bassin méridional du Niger. La partie septentrionale du bassin du Niger ne reçoit aucune précipitation pendant le mois de janvier.

IV.1.2.2- Le bilan quantitatif

Trois principales stations hydrométriques ont été retenues pour l'évaluation des volumes d'eau écoulés dans le bassin du Niger. Ces stations sont les suivantes : la station sur la Bénoué à Garoua, la station sur le Faro à Safaïe et celle sur Menchum à Gouri. Les deux premières font partie du bassin septentrional du Niger. Pour les bassins de la Bénoué, du Faro, et de la Menchum, les modules spécifiques d'alimentation sont respectivement de 5,46, 12,27 et 36,12 l/s/km². Les bassins de la Katsena et de la Tunga n'étant pas équipés de stations hydrométriques, le module spécifique de la Menchum à Gouri leur a été affecté. Ces modules permettent d'obtenir des volumes présentés au tableau 9. Le volume d'eau écoulé dans l'ensemble du bassin du Niger au Cameroun est de 36,16 km³. Une partie de l'eau de surface se trouve stockée dans les lacs, et principalement dans le lac Nyos qui retient 0,15 km³ d'eau ; les capacités des autres lacs sont inconnues ou négligeables ; il s'agit des lacs Betolong, Benakuma, Wum, Kuk, Njupi, Elum, Enep et Assa. La connaissance des caractéristiques de la retenue de Lagdo permet de

déduire le volume d'eau qui y est stocké ; celui-ci est de 7,60 km³ selon les données du MINAGRI (1986). Il convient de signaler l'existence d'un réservoir de dimension plus réduite, celui de Bamenda qui retient 3.10⁶ m³ d'eau selon le MINAGRI (1986). L'ensemble des réserves stockées dans les réservoirs représente 7,60 km³. La ressource en eau de surface du bassin du Niger est de 43,91 km³.

Tableau 9 : Volume d'eau de surface du bassin du Niger

Nom de station	Période de référence	Module interannuel (m ³ /s)	Module spécifique (l/s/km ²)	Volume annuel écoulé ou stocké (km ³)	%tage
Bénoué (Garoua)	1949 - 1981	349,75	5,46	8,91	20,30
Faro (Safaïe)	1953 - 1971	309,73	12,27	12,55	28,58
Menchum (Gouri)	1964 - 1982	102,58	36,12	3,62	8,25
Tunga	-	-	36,12	2,28	5,19
Katsena	-	-	36,12	5,60	12,76
Volume d'eau écoulée à l'exutoire du bassin				36,16	82,34
Volume d'eau stockée dans les lacs				0,15	0,35
Volume d'eau stockée dans les barrages				7,60	17,31
Volume d'eau de surface dans le bassin				43,91	

IV.1.2.3- La variabilité des ressources en eau

Il n'est malheureusement pas possible d'évaluer avec précision les changements et les tendances principales des caractéristiques hydrologiques dans le sous bassin de la Bénoué, en raison du fait que la plupart des postes pluviométriques et des stations hydrométriques ne sont pas suivis de façon régulière depuis plus de 20 ans. Dans le bassin du Niger, les modules mensuels sont disponibles pour la Bénoué à Garoua (1949 – 1981), le Faro à Safaïe (1953 – 1971) et la Menchum à Ngouri (1964 – 1982). La figure 31 illustre l'évolution des modules annuels dans les trois stations citées ci-dessus.

La station de la Bénoué à Garoua, qui présente la chronique la plus longue et la plus complète, a un module interannuel de 349,75 m³/s. Elle est caractérisée par l'existence d'une période à hydraulicité humide qui s'étend de 1955 à 1972 (figure 31). Durant cette période le module annuel atteint son maximum (638 m³/s) au cours de l'année hydrologique 1960/1961. Le début de la décennie 70 marque l'entrée dans une phase d'hydraulicité sèche, même si quelques années présentent des modules annuels supérieurs à la moyenne des modules annuels. Pendant cette phase d'hydraulicité humide, les modules sont faibles et baissent jusqu'à 158 m³/s au cours de l'année hydrologique 1972/1973.

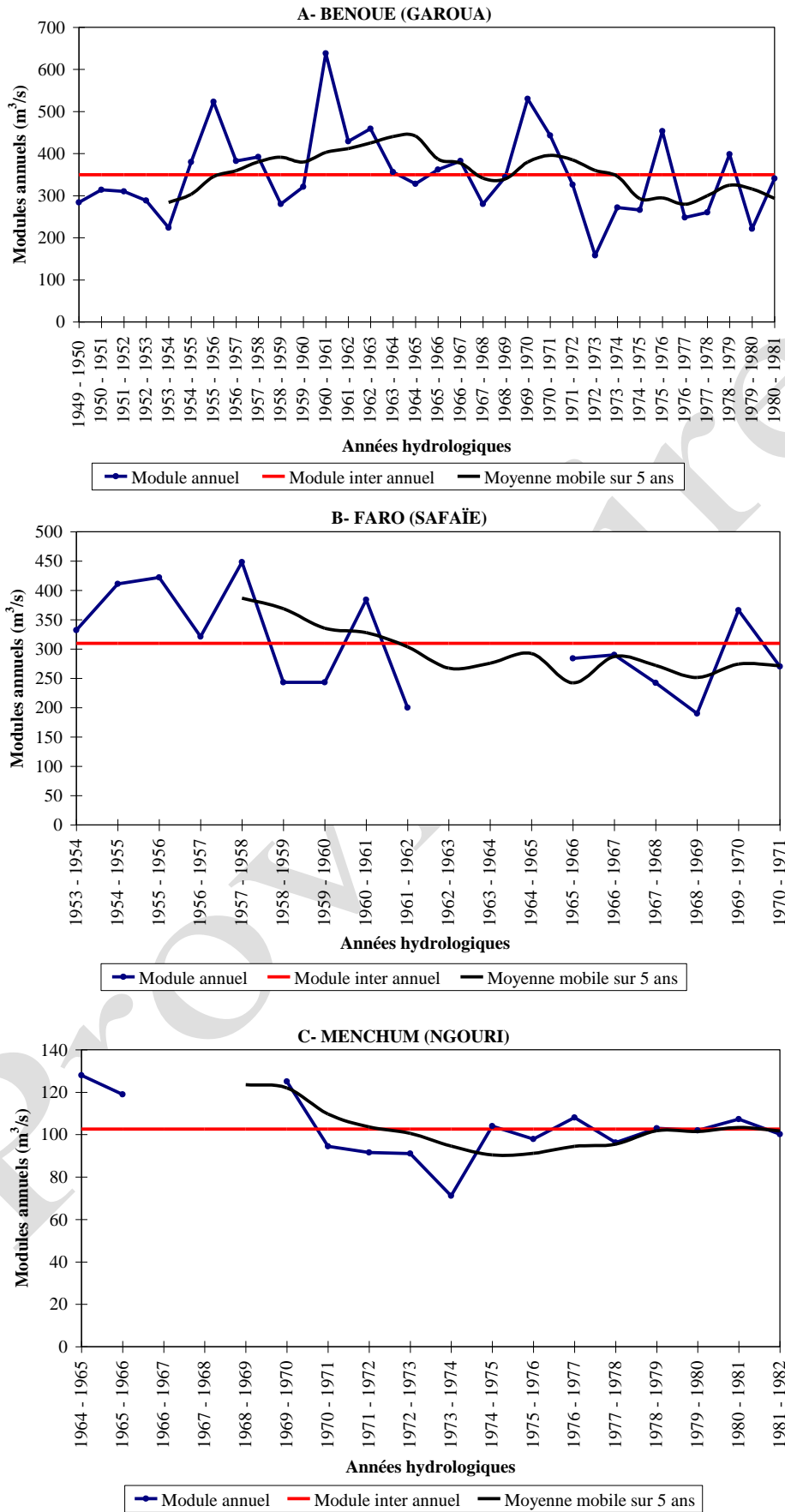


Figure 31 : Variabilité des modules annuels dans le bassin du Niger

Les données du Faro à Safaïe ne permettent pas de faire une description objective de la tendance évolutive. On peut néanmoins signaler que la décennie 50 est marquée par une hydraulicité humide (figure 31) avec des modules annuels qui atteignent 448 m³/s pour un module interannuel de 309,73 m³/s.

Pour ce qui est de la station de la Menchum à Gouri (figure 31), la première moitié de la décennie 70 correspond à une baisse des modules annuels par rapport à la moyenne des modules annuels qui est de 102,58 m³/s. La valeur minimale de 71,2 m³/s sera obtenue au cours de l'année hydrologique 1973/1974. Dans la seconde moitié de cette décennie, les modules annuels se stabilisent autour de la moyenne interannuelle. Cette stabilité des ressources en eau est plus marquée au début de la décennie 80.

IV.1.2.4- La qualité des ressources en eau

Les eaux de surface sont caractérisées par un très fort taux de matières en suspension correspondant à l'importante érosion des berges et des versants (5 à 10 tonnes à l'hectare par an, selon une étude de l'IRAD de Garoua). On ne dispose pas de données exactes sur la composition chimique de ces eaux, mais on peut affirmer que le faible usage des pesticides dans la région suppose qu'elles sont exemptes d'une pollution significative par les phosphates et les nitrates.

IV.1.3- Le bassin de la Sanaga

IV.1.3.1- Les précipitations

Dans le bassin de la Sanaga, les précipitations moyennes annuelles sont caractérisées par une hétérogénéité spatiale. Elles varient entre 1355 mm/an à Natchigal et 2639,3 mm/an à Ngambé. La station d'Edéa, située non loin de Ngambé a également une pluviométrie importante avec 2379,6 mm.

L'examen des histogrammes de la figure 32 montre une évolution bimodale pour la majorité des stations ; le premier pic, observé en mai, est nettement inférieur au second correspondant au mois de septembre pour la majorité des stations. Pour les stations de Bafia et Natchigal, le second pic est observé en octobre avec respectivement 265,5 et 270 mm de pluie. Au cours du mois de septembre, les précipitations enregistrées sont plus élevées à Ngambé et Edéa avec respectivement 508,7 et 400,5 mm). Pour ce qui est des minima des précipitations moyennes mensuelles, on les observe en décembre pour la majorité des stations, et janvier pour la station de Tibati. L'allure des histogrammes des stations du bassin de la Sanaga indique une tendance à la tropicalisation du climat. Cette tropicalisation est marquée dans les stations de Bafoussam, Tibati et Koundja pour les quelles les histogrammes sont unimodaux.

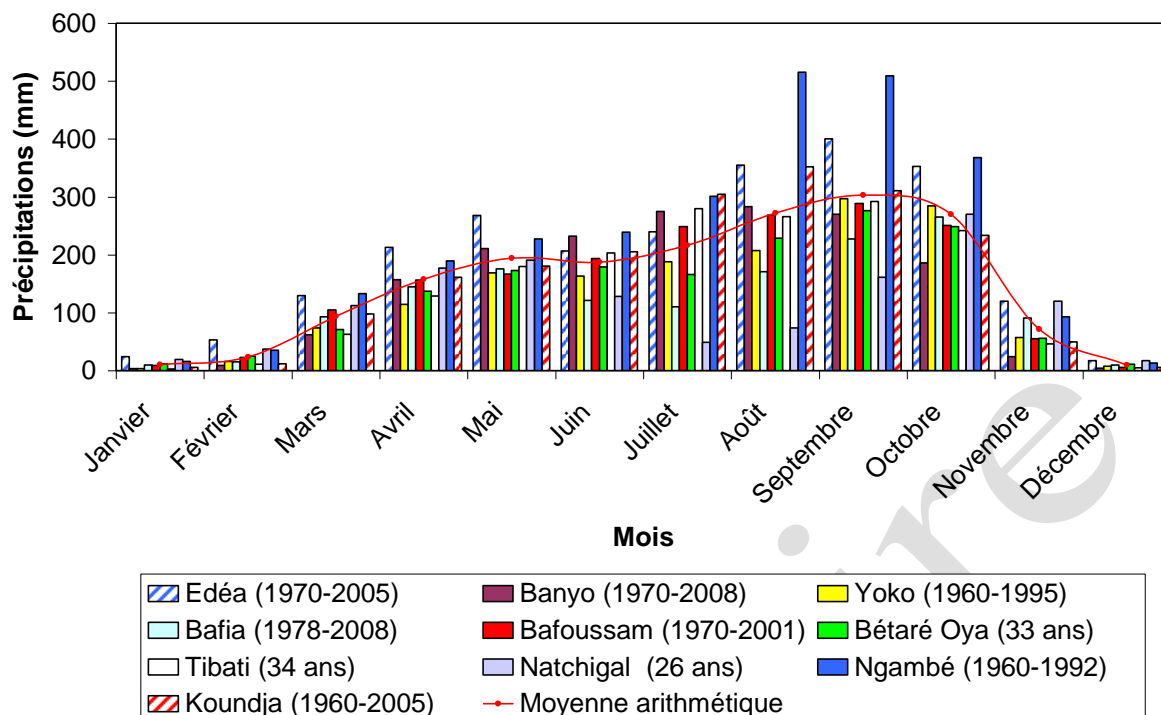


Figure 32 : Précipitations moyennes mensuelles du bassin de la Sanaga

IV.1.3.2- Le bilan quantitatif

Le volume d'eau écoulee dans le bassin de la Sanaga a été évalué à partir des données hydrométriques de la Sanaga à Edéa. Le module inter annuel est de 1872,91 m³/s pour la période 1945 – 2006 (tableau 10). Le Module spécifique d'alimentation du bassin est de 14,24 l/s/km².

Tableau 10 : Volume d'eau de surface du bassin de la Sanaga

Nom de station	Période de référence	Module interannuel (m ³ /s)	Module spécifique (l/s/km ²)	Volume annuel écoulé ou stocké (km ³)	%tage
Sanaga (Edéa)	1945 – 2006	1872,91	14,24	60,64	95,98
Volume d'eau écoulee à l'exutoire du bassin				60,64	95,98
Volume d'eau stockée dans les lacs				0,09	0,14
Volume d'eau stockée dans les réservoirs				2,45	3,88
Volume d'eau de surface dans le bassin				63,18	

Le volume d'eau correspondant est de $60,64 \text{ km}^3$. Dans le bassin de la Sanaga les volumes d'eau stockée sont connus pour les barrages et les lacs. Les lacs pour lesquels les volumes stockés sont connus sont les suivants : lac Bambuluwé avec $7,2 \cdot 10^6 \text{ m}^3$, lac Monoun avec $14 \cdot 10^6 \text{ m}^3$. L'ensemble des lacs renferme $0,09 \text{ km}^3$. L'eau stockée dans les barrages du bassin de la Sanaga représente $2,45 \text{ km}^3$. La totalité des ressources d'eau de surface du bassin versant est de $63,18 \text{ km}^3$.

IV.1.3.3- La variabilité des ressources en eau

Le bassin de la Sanaga est marqué par une grande période d'hydraulicité humide à la quelle succède une grande période d'hydraulicité sèche (figure 33). La période d'hydraulicité humide couvre les décennies 50, 60 et 70 ; le module inter annuel est de $2002,24 \text{ m}^3/\text{s}$ pour la période 1945-1979, pour un module inter annuel de $1846,5 \text{ m}^3/\text{s}$ pour la période 1945-2006. La période d'hydraulicité sèche est caractérisée par un module inter annuel de $1644,61 \text{ m}^3/\text{s}$. La baisse des débits enregistrée depuis la grande période de sécheresse des années 80 est de l'ordre de 18 %.

Pour la période d'observation (1945 – 2006), le pic des modules annuels, enregistré pour l'année 1969 correspond à $2627,09 \text{ m}^3/\text{s}$. C'est au cours de la période sèche que le module minimal est observé ; sa valeur est de $1886,49 \text{ m}^3/\text{s}$ et correspond à l'année 1983 qui est reconnue comme une année particulièrement sèche dans la zone inter tropicale.

IV.1.3.4- La qualité des ressources en eau

Les données sur la qualité de l'eau de surface du bassin de la Sanaga ne sont disponibles que pour le fleuve Sanaga. La qualité de l'eau du fleuve Sanaga est connue grâce aux travaux de Ndam (1997). Dans le cadre de sa thèse, l'auteur a réalisé une série de 10 mesures des paramètres hydrochimiques de l'eau entre 1995 et 1996. De ces analyses, il ressort que les teneurs en nitrates sont comprises entre 0 et 1 mg/l . Le pH des eaux de la Sanaga est compris entre 6,35 et 7,5. La conductivité est comprise entre 24,2 et $34,7 \text{ } \mu\text{S/cm}$: les eaux sont faiblement minéralisées. Cependant, une augmentation non significative des teneurs entre l'amont et l'aval est observée ; elle est probablement due aux apports polluants des agro-industries de Mbandjock.

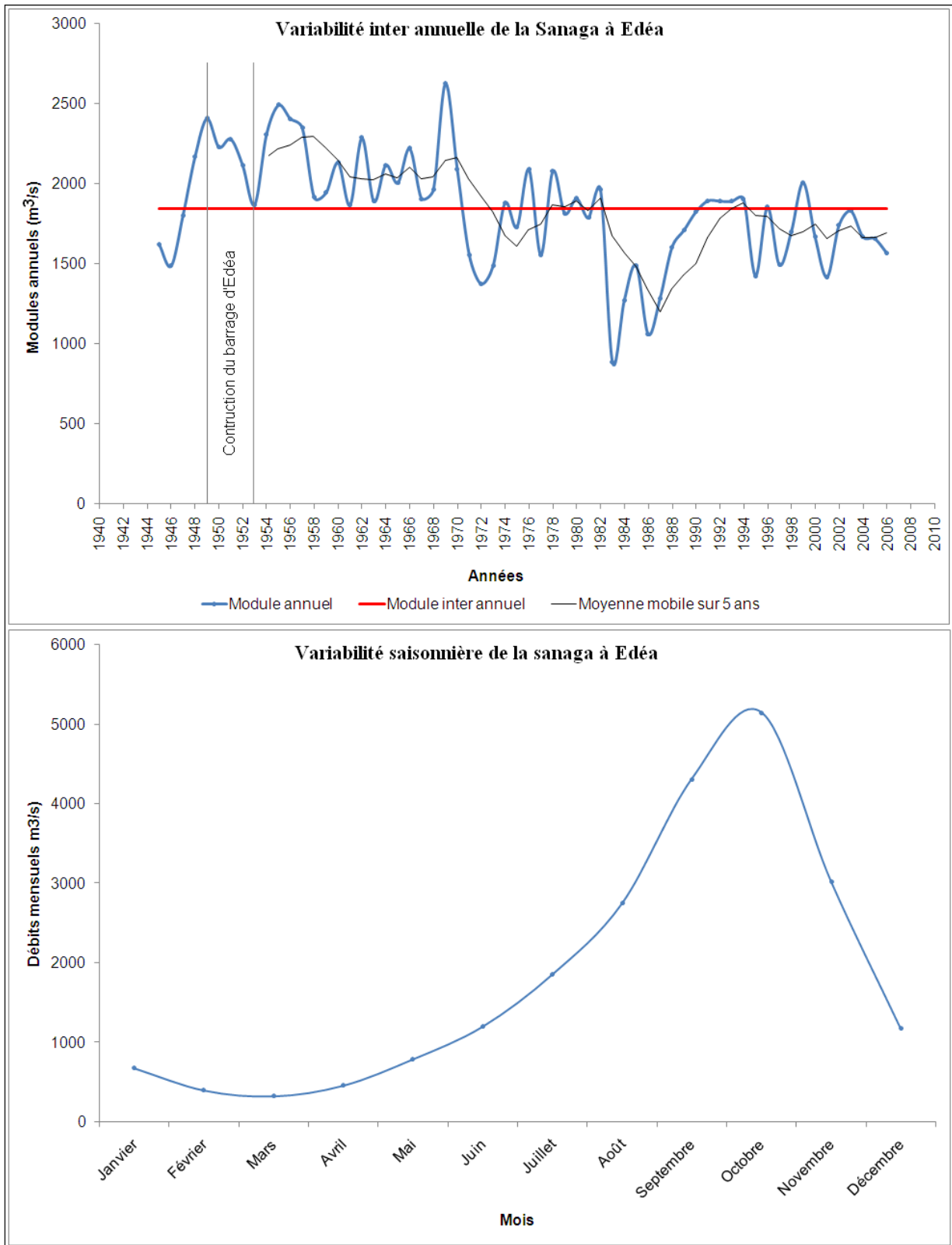


Figure 33 : Variabilité des modules annuels dans le bassin de la Sanaga

IV.1.4- Le bassin du Congo

IV.1.4.1- Les précipitations

Dans le bassin du Congo, les précipitations moyennes annuelles sont plus élevées aux stations de Lomié (1735,1 mm/an) et Sangmélina (1672,2 mm/an). Avec respectivement 1428,9 et 1441,7 mm/an, les stations de Batouri et Bertoua ont les plus faibles pluviométries. Pour les stations de Yokadouma et Moloundou, les précipitations moyennes annuelles sont respectivement de 1595,7 et 1456,5 mm/an. La moyenne arithmétique des stations considérées est de 1555 mm/an.

L'évolution des précipitations moyennes mensuelles est illustrée sur la figure 34. Cette évolution est bimodale pour toutes les stations considérées. Les deux pics sont obtenus en mai et en octobre, le deuxième pic étant toujours supérieur au premier. Au cours de ce deuxième pic, les précipitations moyennes mensuelles maximale et minimale sont respectivement de 290,1 mm (Sangmélina) et 200 mm (Moloundou). Les plus faibles hauteurs de précipitations moyennes mensuelles sont obtenues au cours du mois de janvier, ceci pour toutes les stations ; celles-ci sont comprises entre 14,5 mm à Bertoua et 53,2 mm à Moloundou avec une moyenne arithmétique de 33,9 mm.

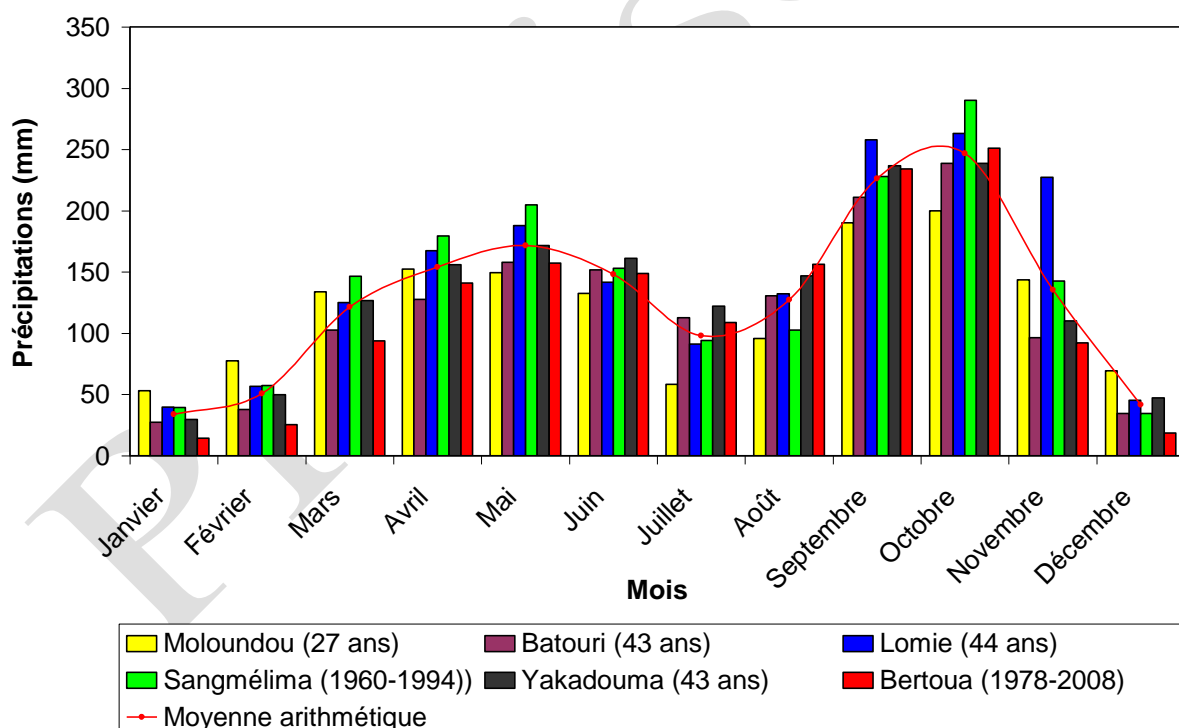


Figure 34 : Précipitations moyennes mensuelles du bassin du Congo

IV.1.4.2- Le bilan quantitatif

Les données hydrométriques ne sont disponibles que pour les stations de la Ngoko à Moloundou et la Kadeï à Pana. La station de la Ngoko à Moloundou a été suivie de 1989 à 1992, alors qu'à la station de la Kadeï à Pana les modules annuels disponibles vont de 1965 à 1982. Les modules inter annuels sont de 756,7 m³/s pour la Ngoko à Moloundou et 241,03 m³/s pour la Kadeï à Pana. Les bassins de la Ngoko et de la Kadeï ont des modules d'alimentation comparables avec respectivement 11,28 l/s/km² et 11,83 l/s/km².

Le tableau 11 donne les volumes d'eau de surface des deux sous bassins mentionnés ci-dessus ; celui-ci est de 25,58 km³ pour le bassin de la Ngoko et 7,88 km³ pour celui de la Kadeï à KENZOU. La ressource en eau de surface de tout le bassin du Congo au Cameroun est de 33,45 km³.

Tableau 11 : Volume d'eau de surface du bassin du Congo

Nom de station	Période de référence	Module interannuel (m ³ /s)	Module spécifique (l/s/km ²)	Volume annuel écoulé ou stocké (km ³)	%tage
Moloundou	1989 – 1992	756,7	11,28	25,58	76,45
Pana	1965 – 1982	241,03	11,83	7,88	23,55
Volume d'eau écoulée à l'exutoire du bassin				33,45	100
Volume d'eau stockée dans les lacs				0	0
Volume d'eau stockée dans les barrages				0	0
Volume d'eau de surface dans le bassin				33,45	

IV.1.4.3- La variabilité des ressources en eau

Dans le bassin du Congo, les modules annuels ne concernent que la station de la Kadeï à Pana. Elles présentent beaucoup de lacunes et il serait hasardeux de se prononcer sur la variabilité du module annuel. Cependant, la courbe de la moyenne mobile sur cinq ans (figure 35) semble traduire l'alternance entre les périodes sèches et les périodes humides plus longues. La décennie 80 est marquée par une tendance à la baisse des modules annuels ; cette baisse est due à la grande sécheresse observée en Afrique au cours de cette décennie. Elle est synonyme d'une diminution des ressources en eau.

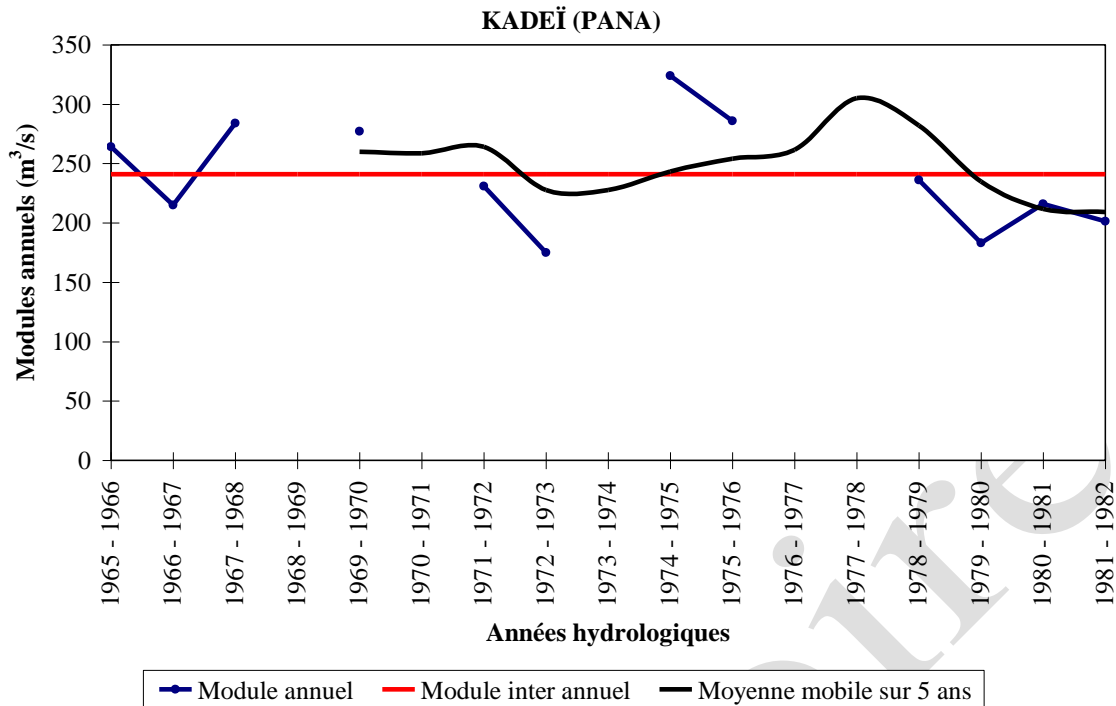


Figure 35 : Variabilité des modules annuels dans le bassin du Congo

IV.1.4.4- La qualité des ressources en eau

Les données sur la qualité de l'eau de surface du bassin du Congo sont connues grâce aux travaux de Sigha-Nkamdjou (1994). Cet auteur s'est intéressé au fonctionnement hydrochimique de la Ngoko. Selon ses travaux, le faciès hydrochimique est bicarbonaté calco-magnésien. Le chimisme de l'eau a permis de déceler des apports atmosphériques en quantité relativement importante sous forme soluble. Ces apports atmosphériques sont constants dans tout le bassin. Les anions ont ainsi une origine externe alors que les cations proviennent de l'altération de la roche mère. La moyenne des pH est comprise entre 6,6 et 7,5. Pour les eaux de surface de la Kadei, la charge en suspension est comprise entre 8,8 et 33 mg/l à Batouri et entre 8 et 49,3 mg/l à Pana.

IV.1.5- Le bassin des fleuves côtiers

IV.1.5.1- Les précipitations

Dans le bassin des fleuves côtiers situés au Nord – Ouest du bassin de la Sanaga, les hauteurs de précipitations moyennes annuelles sont comprises entre 1616,8 mm à Muyuka et 9763,9 mm à Debundscha. La figure 36 illustre l'évolution des précipitations moyennes mensuelles au cours de l'année. Les histogrammes obtenus sont unimodaux ; les pics sont obtenus en août pour toutes les stations. Pendant le mois d'août les précipitations moyennes mensuelles sont comprises entre 295,8 mm à Dschang et 1353,1 mm à Debundscha. Les minima des précipitations moyennes mensuelles sont obtenus en décembre pour les stations de Douala, Dschang, Nkongsamba, Kumba, et Buea. Pour toutes les autres stations les minima sont observés en janvier.

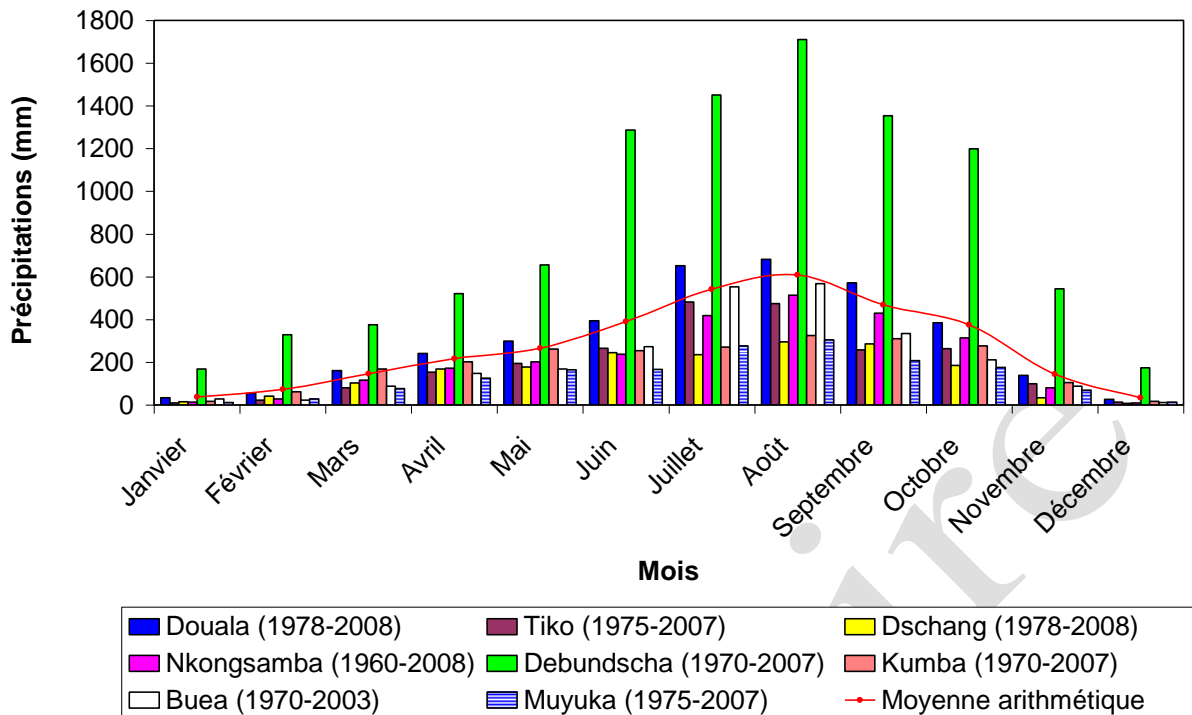


Figure 36 : Précipitations moyennes mensuelles du bassin des fleuves côtiers

Dans le bassin des fleuves côtiers au Sud de la Sanaga les précipitations moyennes annuelles vont de 1507,5 mm à Akonolinga à 2919,4 mm à Kribi. Dans toutes les stations, l'évolution des pluies moyennes mensuelles est bimodale (figure 37), les modes étant obtenus en mai et en octobre. Comme dans le bassin du Congo, le premier pic est inférieur au second. Pour les stations considérées, les maxima des précipitations moyennes mensuelles sont compris entre 259,8 mm à Abong Mbang et 500,1 mm à Campo. A l'exception de la station de Campo, les minima des précipitations moyennes mensuelles sont enregistrés en janvier et varient entre 12,8 mm à Akonolinga et 92,1 mm à Kribi. La station de Kribi se démarque des autres stations car, le maximum des précipitations moyennes mensuelles est obtenu en septembre. La station de Campo présente aussi une singularité : le mois le moins pluvieux est celui de décembre et non celui de janvier comme dans les autres stations du bassin des fleuves côtiers au Sud de la Sanaga.

IV.1.5.2- Le bilan quantitatif

Les ressources en eau de surface du bassin des fleuves côtiers ont été évaluées à partir des données hydrométriques de 13 stations présentées au tableau 12. Les modules d'alimentation spécifiques varient entre 14,99 l/s/km² pour le bassin du Ntem et 104,53 l/s/km² pour celui du Ndian. Bien que le Nyong soit l'un des cours d'eau les plus importants du Cameroun, le module spécifique d'alimentation de son bassin est seulement de 16,24 l/s/km².

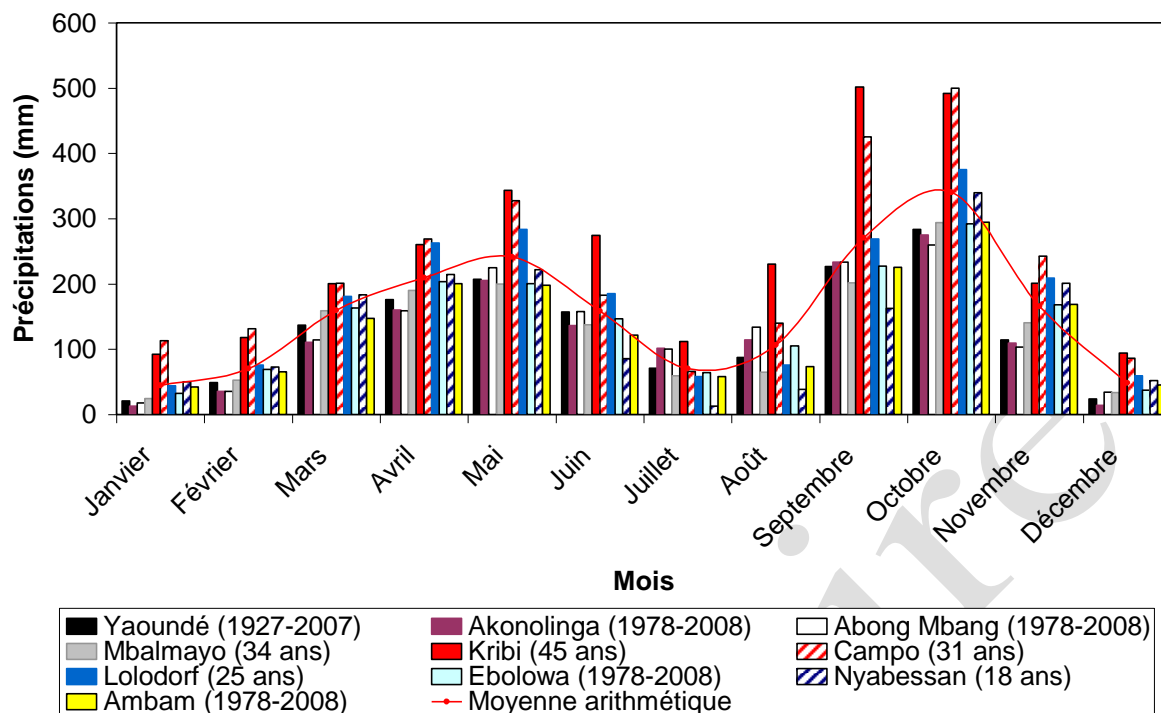


Figure 37 : Précipitations moyennes mensuelles du bassin des fleuves côtiers

Le plus faible volume d'eau écoulee correspond au bassin de la Mémé ($1,58 \text{ km}^3$), alors que le maximum du volume d'eau écoulee est reçu par le bassin de la Cross River ($17,25 \text{ km}^3$). Des volumes comparables s'écoulent dans les bassins du Nyong et du Ntem qui drainent respectivement $14,24$ et $14,66 \text{ km}^3$. Dans le bassin du Nyong et des fleuves côtiers, 12 lacs ont été recensés. Les volumes d'eau stockées sont connus pour cinq de ces lacs : lac Oku ($71,6.106 \text{ m}^3$), lac Barombi Koto ($4,8.106 \text{ m}^3$), lac Baromobi Mbo (272.106 m^3), lac Dissoni ($70,5.106 \text{ m}^3$), lac Manengouba Nord ($18,6.106 \text{ m}^3$) et lac Manengouba Sud ($3,4.106 \text{ m}^3$).

Le volume d'eau écoulee dans le bassin des fleuves côtiers est de $94,44 \text{ km}^3$. De tous les grands bassins du pays, c'est ce dernier qui dispose du plus grand volume d'eau écoulee. Il en est de même pour le volume d'eau stockée dans les lacs qui est de $0,37 \text{ km}^3$. Une partie de l'eau de surface est stockée dans le barrage de Yaoundé ; elle représente $0,01 \text{ km}^3$ (MINAGRI, 1986). Le volume d'eau de surface est donc de $94,82 \text{ km}^3$.

IV.1.5.3- La variabilité des ressources en eau

La variabilité des modules annuels de deux stations du bassin des fleuves côtiers au Nord-Ouest de la Sanaga est présentée à la figure 38. La station du Mounjo à Mundame présente beaucoup de lacunes. Cela n'empêche pas de remarquer la tendance à la baisse observée au cours de la décennie 70. Dans le bassin du Wouri, les ressources en eau de surface sont relativement stables. La sécheresse des années 80 n'a pas réellement eu d'effet sur les volumes d'eau disponibles.

Tableau 12 : Volume d'eau de surface du bassin des fleuves côtiers

Nom de station	Période de référence	Module interannuel (m ³ /s)	Module spécifique (l/s/km ²)	Volume annuel écoulé ou stocké (km ³)	%tage
Cross river (Mamfé)	1967 - 1982	547,13	80,34	17,25	18,20
Munaya (Akwen)	1967 - 1982	42	15,16	2,10	2,21
Ndian	/	127	104,53	4,01	4,22
Moko	/	114	95,00	3,60	3,79
Mémé	/	50,2	51,49	1,58	1,67
Moungo (Mundame)	1953 - 1982	160,92	64,37	8,53	8,99
Wouri (Yabassi)	1951 - 1982	310,48	37,63	13,89	14,64
Dibamba (Japoma)	1974	125	52,08	3,94	4,16
Nyong (Dehane)	1951 - 1982	428,67	16,24	14,24	15,01
Lokoundje (Lolodorf)	1951 - 1982	28,33	23,03	4,61	4,86
Kienke (Kribi)	1955 - 1982	47,12	50,02	2,26	2,39
Lobe (Kribi)	1953 - 1982	101,14	52,13	3,79	4,00
Ntem (Nyabessan)	1958 - 1991	395,03	14,99	14,66	15,46
Volume d'eau écoulé à l'exutoire du bassin				94,44	99,60
Volume d'eau stockée dans les lacs				0,37	0,39
Volume d'eau stockée dans les réservoirs				0,01	0,01
Volume d'eau de surface dans le bassin				94,82	

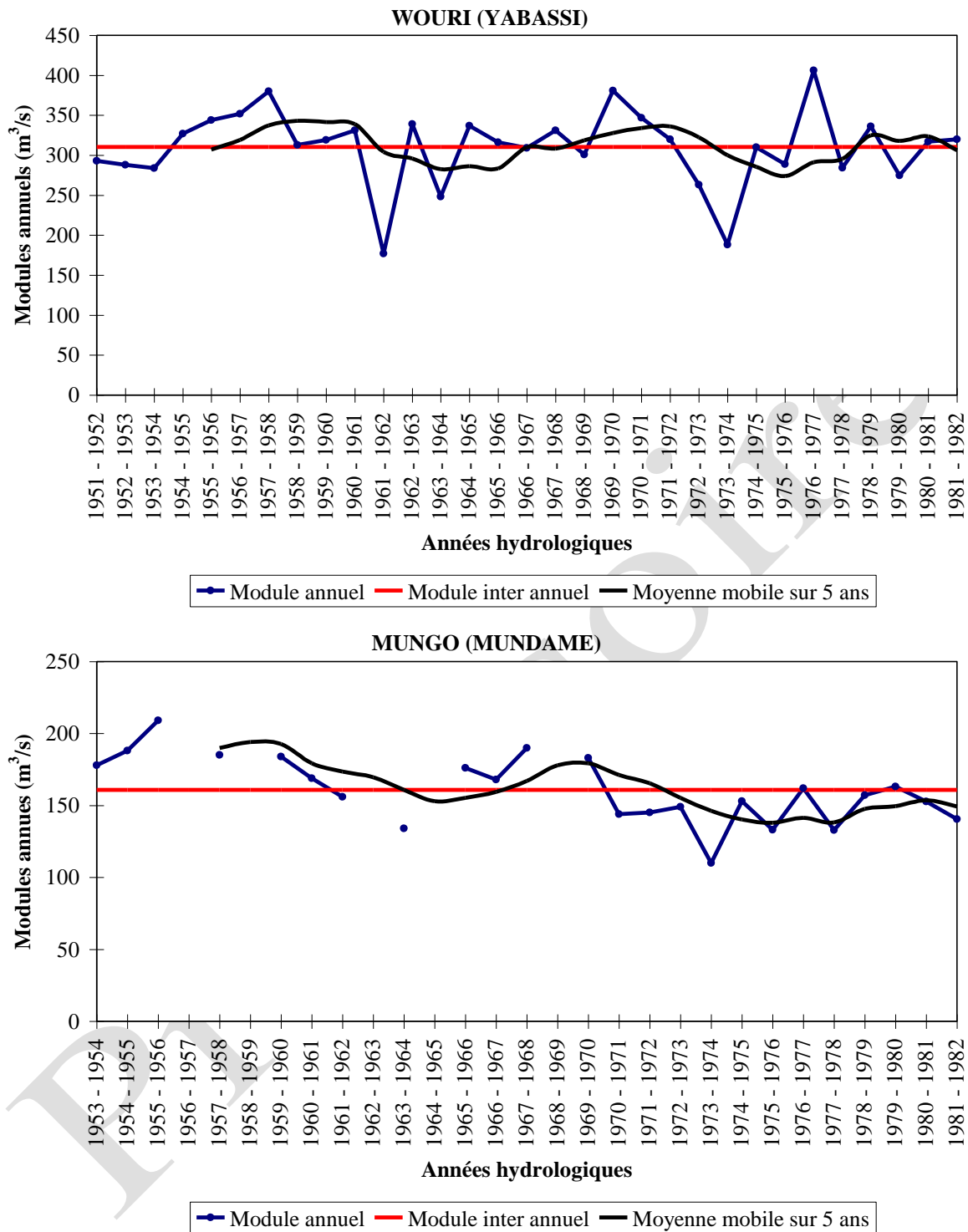


Figure 38 : Variabilité des modules annuels dans le bassin des fleuves côtiers

Dans les stations des fleuves côtiers au Sud de la Sanaga les données disponibles s'étalent sur des périodes relativement courtes. La figure 39 illustre l'évolution des modules annuels. Dans le bassin du Ntem le module interannuel est de $395,03 m^3/s$. Une courte période humide, s'étalant du milieu de la décennie 60 au début de la décennie 70, précède une longue période à hydraulicité sèche. Cette phase sèche

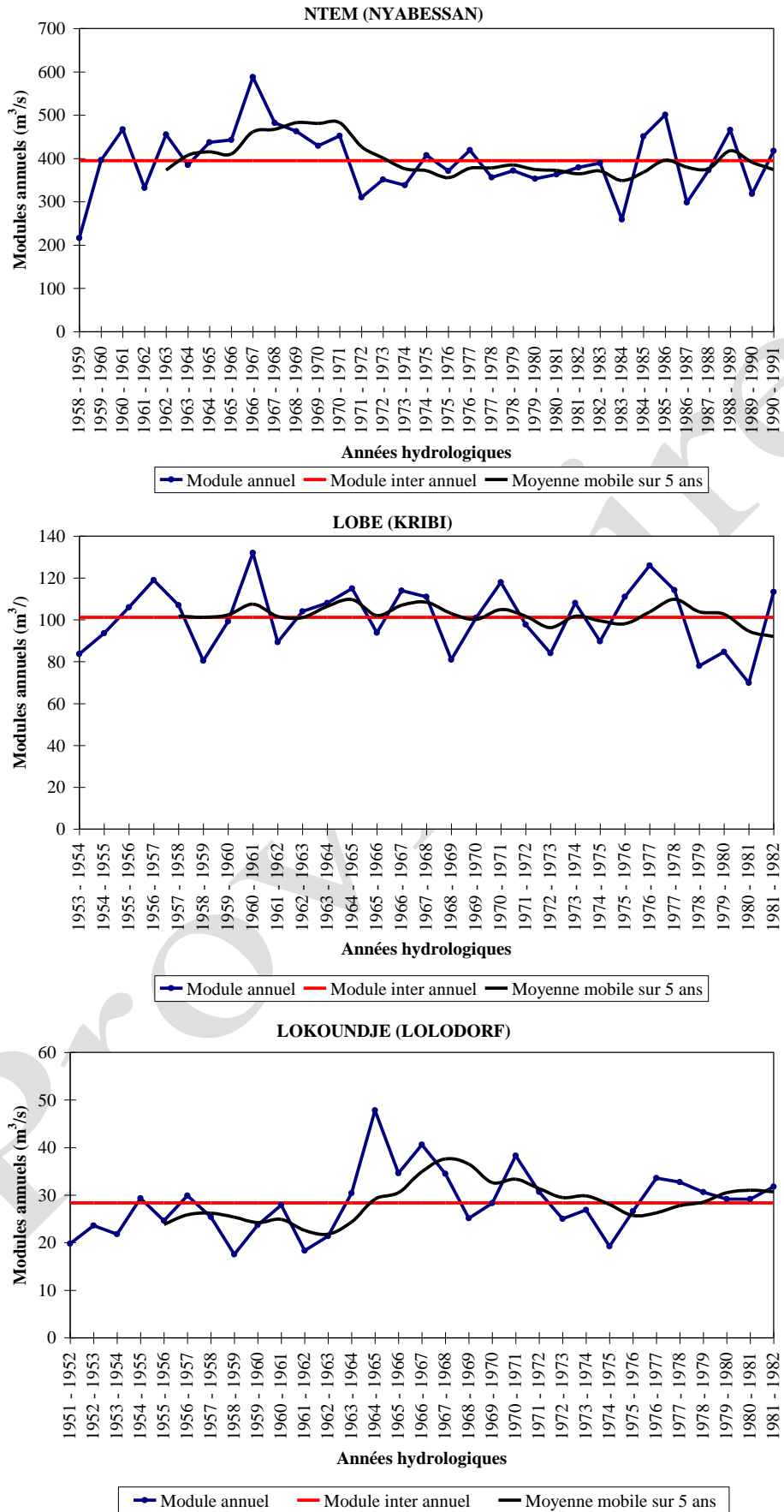


Figure 39 : Variabilité des modules annuels dans les bassins des fleuves côtiers

va jusqu'à la fin de la décennie 80. Le module maximal est de 588 m³/s (année hydrologique 1966/1967) pour un module minimal de 216 m³/s (année hydrologique 1958/1959).

La figure 39 montre que les ressources en eau sont relativement stables dans le bassin de la Lobe pour lequel le module interannuel est de 101,14 m³/s. Les périodes à hydraulicité humide se distinguent très peu de celles à hydraulicité sèche ; on peut tout de même signaler des baisses consécutives et assez significatives du module annuel au cours des années hydrologiques 1979/1980, 1980/1981 et 1981/1982. Les données disponibles ne permettent de se prononcer sur l'hydraulicité des années 80. Il convient de signaler que, pour la période d'observation considérée (1953 à 1982), le module minimal est de 69,93 m³/s (année hydrologique 1980/1981) pour un débit maximal de 132 m³/s (année hydrologique 1960/1961).

A la station du Nyong à Dehane, au cours de la décennie 50, les modules annuels oscillent autour d'une valeur centrale (module interannuel) qui est de 428,67 m³/s (figure 40). Pour la décennie suivante, on entre dans une phase humide assez marquée ; le module annuel atteint son maximum à 700 m³/s pour l'année hydrologique 1962/1963. La première année de la décennie 70 est encore humide, puis on entre dans une phase d'hydraulicité sèche pendant laquelle un module minimal de 301,4 m³/s est enregistré. Cette dernière phase se poursuit jusqu'aux années 80 au début des quelles on note une croissance sensible du module annuel ; mais les valeurs enregistrées restent inférieures à la moyenne des modules annuels.

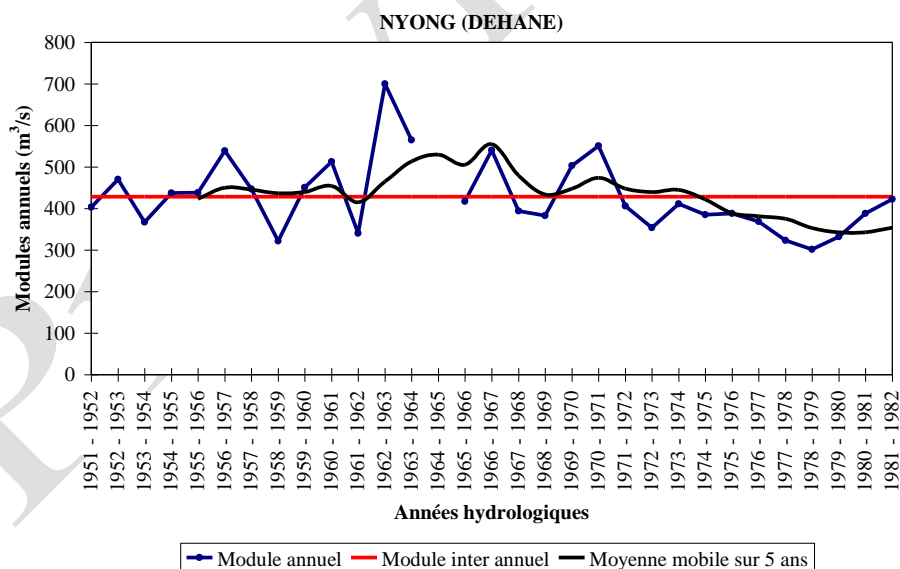


Figure 40 : Variabilité des modules annuels dans le bassin du Nyong

IV.1.5.4- La qualité des ressources en eau

Selon Sigha-Nkamdjou (1994), Olivry et Naah (1978), les eaux du Nyong sont bicarbonatées calco-magnésiennes et celles du Ntem présentent un faciès mixte.

Pour ces deux cours d'eau, les teneurs en sodium et potassium sont relativement élevées, ce qui serait liée à la nature granitique des roches drainées. Les valeurs moyennes des pH oscillent respectivement entre 4,9 et 7,1 et entre 5,9 et 7,3 pour le Nyong et le Ntem. Les valeurs moyennes du pH sont de 5,8 pour le Nyong et 6,7 pour le Ntem ; les eaux du Nyong sont donc nettement plus acides que celles du Ntem et les valeurs de pH se situent en dehors des seuils fixés par l'OMS pour l'eau de boisson. Il convient de signaler que la nature acide de ces eaux ne traduit par une quelconque pollution, mais est due aux interactions entre le l'eau de surface et le substratum géologique Yongue (1986). Pour ce qui est des teneurs en nitrates qui sont caractéristiques de la pollution domestique et agricole, les valeurs obtenues de l'analyse des eaux de ces deux fleuves sont largement en dessous de la valeur seuil de l'OMS. Elles sont comprises entre 0,1 et 2,5 pour le Nyong, et entre 0,1 et 0,6 pour le Ntem. Pour ce qui est des matières en suspensions (MES), les teneurs pour le Nyong sont respectivement de 5,7 et 24,5 mg/l à Akonolinga et à Mbalmayo. Dans le Ntem la teneur en MES varie entre 11,4 et 24,7 m/l à Ngoazik et entre 7,4 et 26 mg/l à Nyabessan.

IV.2- Les ressources en eau souterraine

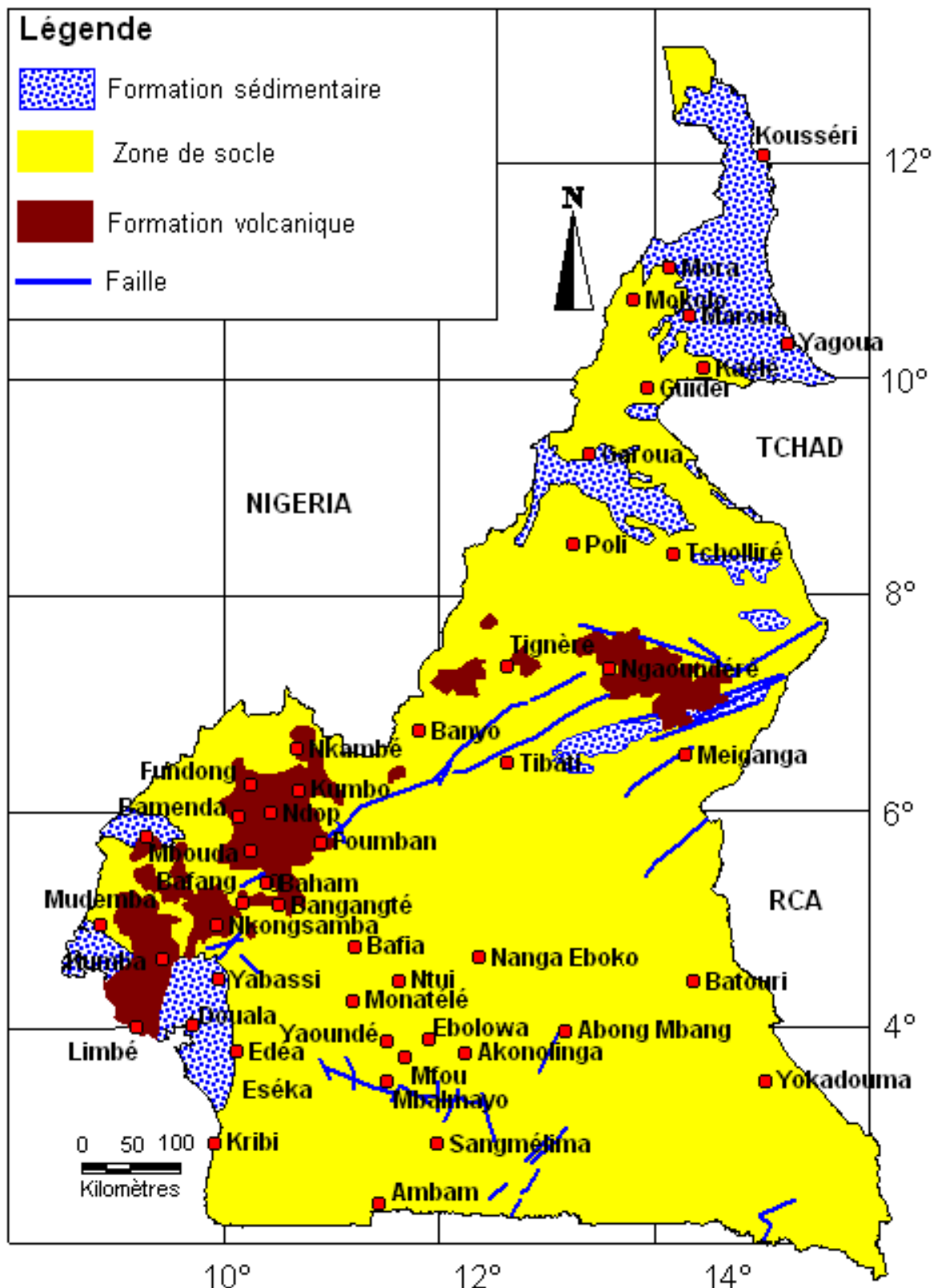
Selon les travaux de Sighomnou (2004), l'essentiel des ressources en eau souterraine du Cameroun est contenu dans trois bassins sédimentaires (Figure 41) : le bassin sédimentaire du Lac Tchad à l'extrême-Nord, le bassin sédimentaire de la Bénoué au Nord, et le bassin sédimentaire de la région côtière au Sud – Ouest du pays. Une faible proportion des ressources en eau se trouve dans les formations d'altération les failles des zones cristallines et volcaniques. Il convient de signaler l'existence de quelques bassins sédimentaires secondaires qui sont très mal connus.

IV.2.1- Le bassin sédimentaire du Lac Tchad

IV.2.1.1- Les aquifères du bassin sédimentaire du Lac Tchad

Le bassin du Lac Tchad (figure 42) couvre une superficie de 19 800 km² au Cameroun. C'est une zone d'épandage d'alluvions tertiaires, quaternaires et actuelles centrées sur le Lac Tchad (Sighomnou, 2004). Les formations hydrogéologiques suivantes se distinguent dans ce bassin : la nappe des terrains quaternaires, la nappe des sables du pliocène supérieure et la nappe du continental terminal.

La nappe des terrains quaternaires est constituée d'alluvions. C'est la nappe phréatique qui a une grande importance dans la cuvette Tchadienne. Elle présente deux unités séparées par le cordon dunaire Limani – Yagoua. Le Logone, le bas – Chari et le Lac Tchad alimentent une nappe généralisée localisée au Nord et à l'Est. Entre Yagoua et Waza, l'alimentation du Logone est mise en évidence par un thalweg de la surface piézométrique (figure 43 dont la légende correspond à la figure 44) séparant la surface d'apport du Logone et celle des apports des monts Mandara (Olivry, 1986). La nappe phréatique est discontinue à l'Est du cordon dunaire. L'aquifère d'alluvions est exploitée par des puits ou forages peu profonds.



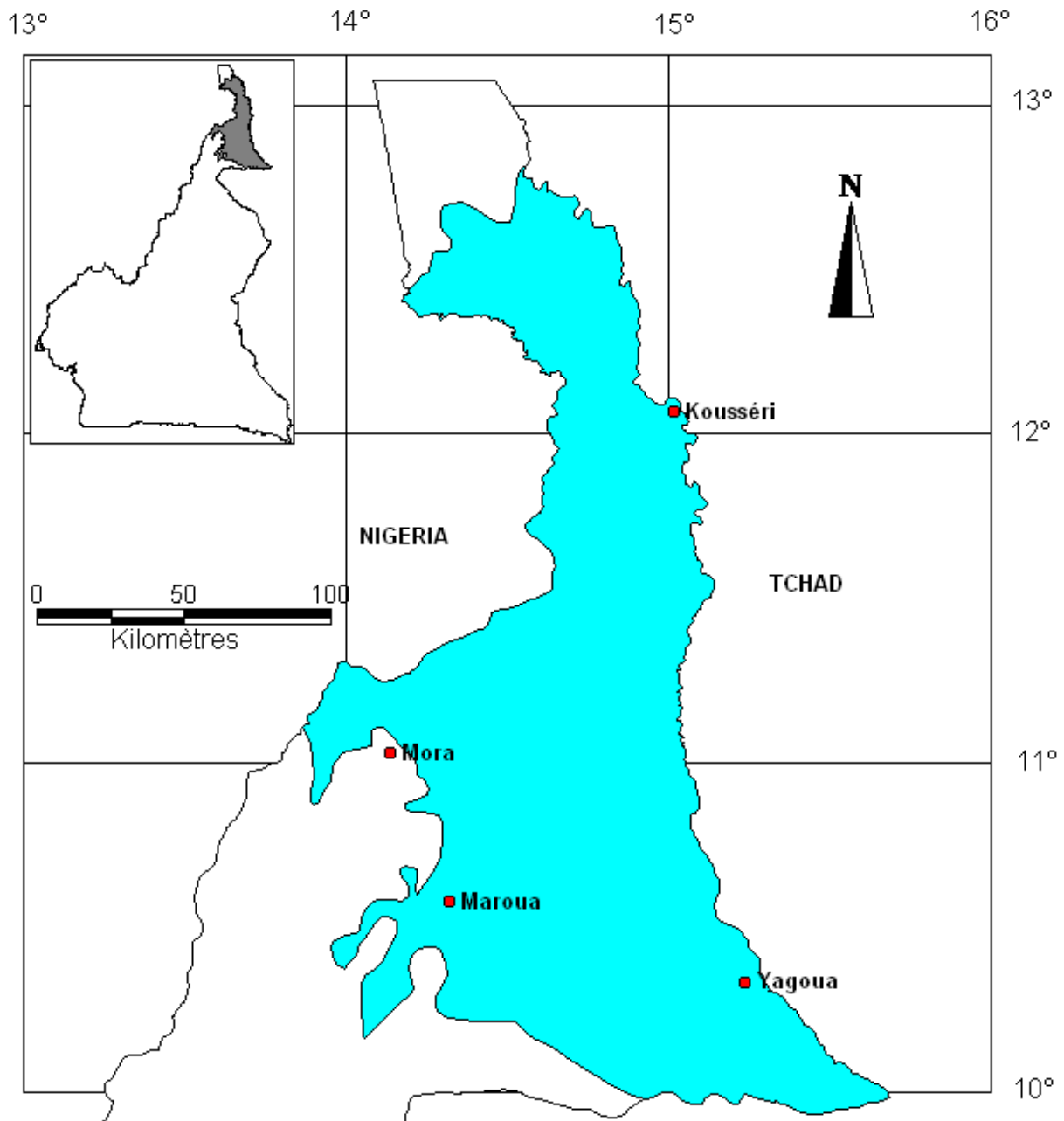
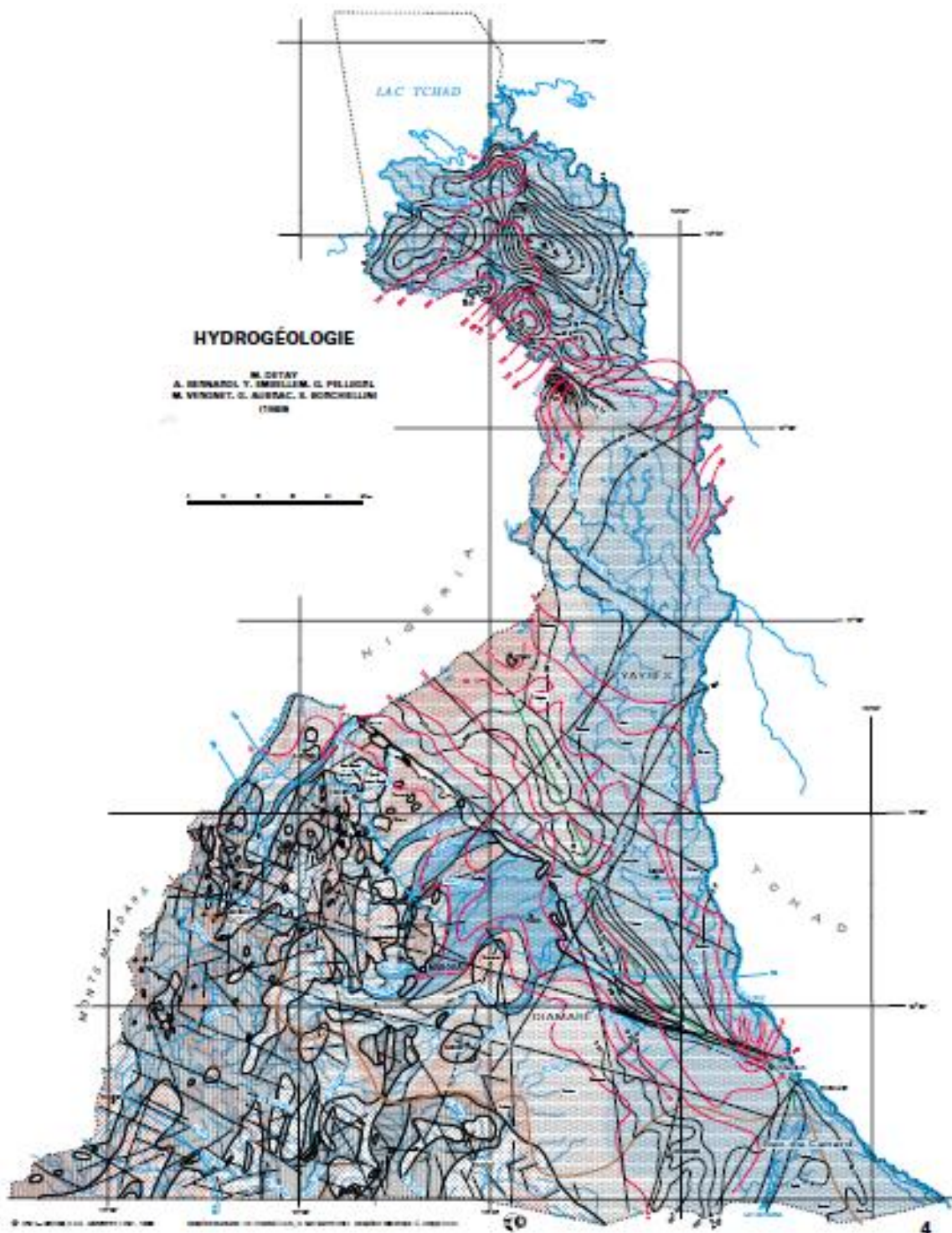


Figure 42 : Bassin sédimentaire du Lac Tchad

La nappe des sables du pliocène supérieur s'étend sur près de 15 000 km², sur une épaisseur de 40 à 80 m. Sa profondeur varie de 80 m environ à Yagoua à près de 300 m aux abords du Lac Tchad. Captive et jaillissante dans la partie plus au Nord, elle permet des productivités de 2 000 à 5 000 m³/jour par ouvrage (MINAGRI, 1986). Cette nappe est intensément exploitée, surtout au Nigeria.

La nappe du continental terminal sableux est encore dite nappe du pliocène moyen et inférieur. Elle est très étendue, à une profondeur de 300 à 500 m de profondeur. C'est une nappe jaillissante dans l'extrême Nord. La zone d'artésianisme est comprise entre 12 et le 13 degré de latitude et entre le 14 et le 15 degré de longitude. Sur le plan administratif, cette zone correspond aux arrondissements de Goulfey, Makari, Fotokol, Blangoua et Darak.



(Source : Atlas de l'Extrême Nord)

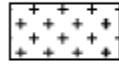
Figure 43 : Carte hydrogéologique du bassin sédimentaire du Lac Tchad

HYDROGÉOLOGIE

GÉOLOGIE



Formation volcanique



Granites et roches associées

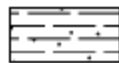


Gneiss et roches assimilées



Schistes et série volcano-schisteuse

Formation sédimentaire



Formation sablo-argileuse

Fracturation :



révélée par l'analyse des photographies aériennes



révélée par l'interprétation de l'imagerie satellitale



Cordon dunaire Limani-Yagoua

POTENTIALITÉ



Secteur d'aquifère généralisé (90% à 100% de réussite)



Secteurs intermédiaires (60% à 90% de réussite)



Secteurs où l'aquifère est discontinu (40% à 60% de réussite)



650
Courbes isobathes du toit du socle (en mètres)



125
Courbes d'isovaleurs de pluie efficace (en millimètres)



300
Courbes isopièzes



Ligne de partage des eaux des bassins tchadien et atlantique



Ligne de partage des eaux souterraines provenant des monts Mandara et du Logone



Limite d'influence de l'alimentation par sous-écoulement des terrains quaternaires de la "zone mixte" au sud du grand cordon dunaire



Ardaf
Lieu-dit

Figure 44 : Légende de la carte hydrogéologique de la figure 43

IV.2.1.2- Le bilan quantitatif

En raison de l'absence des données suffisantes, aucune des méthodes exposées ci-dessus pour l'évaluation des volumes d'eau souterraine n'a pu être mise en pratique. Les données des travaux antérieurs ont été par conséquent prises en considération. Selon ces travaux (SOGREAH, 1976 ; CIEH-BRGM ; 1979 ; Wakuti, 1986), l'essentiel des ressources en eau souterraine du bassin du Lac Tchad se retrouve dans le bassin sédimentaire du Lac Tchad qui a un volume d'eau de 3,2 km³. **Aucun travail n'a été effectué pour quantifier les réserves en eau souterraine de chaque formation aquifère.**

IV.2.1.3- La variabilité de la ressource en eau

L'amointrissement des crues du Logone a eu pour conséquence une diminution du volume des débordements, voire leur absence totale pendant les années de très faible hydraulicité comme en 1983 et 1984. D'autre part, à la suite des aménagements hydro-agricoles sur les rives du fleuve Logone au niveau de la localité de Maga, le système hydrologique du Yaéré a été profondément perturbé. Les études antérieures (Naah, 1986 ; Sighomnou *et al.*, 1997) le confirment. Réalisés après la baisse du régime des précipitations dans la région, ces aménagements ont accentué la diminution du volume des inondations. Pour les eaux souterraines, en dépit de l'imperméabilité des sols de la plaine, on sait que l'alimentation de la nappe phréatique se fait à partir du Logone et des principaux axes de circulation des eaux d'inondation dans la plaine (Detay, 1987). Il est logique dans ces conditions de penser que l'absence des inondations contribue à une diminution de la recharge de la nappe qui constitue la principale source d'approvisionnement en eaux des populations de la plaine en saison sèche.

IV.2.1.4- La qualité de la ressource en eau

Un aperçu des propriétés des eaux souterraines du bassin du Lac Tchad est issu des campagnes de prélèvement et d'analyse de 1984 à 1986 (Naah, 1990), de 1989 (Ketchemen, 1992). Les eaux souterraines du bassin sédimentaire du Lac Tchad ont un faciès bicarbonaté calcique et sodique. Elles sont saturées en quartz et en calcites. Leur conductivité est comprise entre 74 et 140 µS/cm. Les fortes teneurs en nitrates (1,5 à 29 mg/l) et en chlorures (29 à 182 mg/l) témoignent d'une pollution anthropique. Les températures oscillent autour de 25 °C. Les valeurs de pH sont assez étalées (6,3 à 8,1), ces eaux sont donc acides à basiques. Les matières en suspension varient entre 11 et 68 mg/l.

Une étude du MINEE (2005) portant sur la corrélation entre la nature lithologique des aquifères et la qualité physico-chimique des eaux de forage a permis d'obtenir les données du tableau 13.

En outre, les travaux de Fantong *et al.*, (2009) ont mis en évidence des concentrations en ion fluorures comprises entre 0,19 et 15,2 mg/l dans les eaux souterraines du bassin du Mayo Tsanaga. À des concentrations supérieures aux normes de l'OMS (1,5 mg/l) les ions fluorures favorisent la fluorose dentaire ; il

apparaît souvent sous forme d'une modification de l'émail dentaire provoquant des tâches jaunes ou marron, ou bien alors une apparence opaque crayeuse avec des stries ou des piqûres. Une concentration supérieure à 5mg/l, peut provoquer la perte des dents et provoquer la fluorose osseuse caractérisée par une hypercalcification des os. L'exposition prolongée à une concentration en ions fluorure supérieure à dix fois la norme admise représente un important risque d'intoxication.

Tableau 13 : Hydrochimie des nappes du bassin sédimentaire du Lac Tchad

Paramètres	Sables	Sables argileux
pH		
Moyenne	7,2	7,3
Ecart type	0,4	0,4
CE ($\mu\text{S}/\text{cm}$)		
Moyenne	494	346
Ecart type	999	192
Mg²⁺		
Moyenne (mg/l)	11,7	16,5
Ecart type	8,3	9
K⁺		
Moyenne (mg/l)	0,4	0,4
Ecart type	0,2	0,3
Na⁺		
Moyenne (mg/l)	13,4	22,7
Ecart type	7	36
Fe²⁺		
Moyenne (mg/l)	0,019	0,017
Ecart type	0,025	0,015
Ca²⁺		
Moyenne (mg/l)	122	153
Ecart type	44	38
NO³⁻		
Moyenne (mg/l)	15,2	18,3
Ecart type	7,1	6,6
Na⁺/ K⁺		
Moyenne	33,5	56,8
Mg²⁺/Ca²⁺ :		
Moyenne	0,09	0,10
Mg²⁺+ Ca²⁺/Na⁺ + K⁺		
Moyenne	9,7	7,3

(Source : MINEE, 2005)

IV.2.2- Le bassin sédimentaire de la Bénoué

IV.2.2.1- Les aquifères du bassin sédimentaire de la Bénoué

Le bassin sédimentaire de la Bénoué est situé dans la partie Nord de la portion camerounaise du bassin du Niger (figure 45). Ce bassin sédimentaire a une superficie de 800 km² (Sighomnou, 2004). Sa couverture latéritique présente des successions verticales. Cette couverture est composée, selon les endroits, soit d'un conglomérat de base surmonté de grès tendres avec zones argileuses, des coulées de basaltes de 10 à 15 m d'épaisseur et au sommet quelques mètres de marne ; soit des cailloutis à la base associés à des sables et de nombreux fragments de silice, des grès cristallisés à ciment de calcite avec des marnes, des calcaires de lamellibranches, et au sommet des marnes et argiles panachées et des sables à cailloux blancs. Ces horizons sont propices aux constitutions d'aquifères productives (Olivry, 1986). Ainsi, on peut distinguer dans cette partie de la Bénoué deux des trois catégories d'aquifères que Tillement (1970) avaient définies pour la grande région du Nord-Cameroun de l'époque : les aquifères dans les dépôts crétacés ; les aquifères dans les alluvions quaternaires.

Les aquifères du crétacé se subdivisent elles-mêmes en deux sous-catégories :

- les aquifères du crétacé inférieur et moyen. Ils ne concernent généralement que les régions bien délimitées des petits bassins synclinaux du sud-est. Ils sont peu perméables. Même s'il existe un aquifère de ce type au nord de Garoua (route de Mokolo) qui fait 65 km² (nappe phréatique continue entre 5 et 15 m de profondeur) et dont la réalimentation annuelle est estimée à 10⁷ m³, l'exploitation par puits ne permet pas de dépasser 1 m³/h (Olivry, 1986). Pour l'ensemble de ces aquifères que l'on peut rencontrer dans les régions de Rey-Bouba ou de Tchéboa, les débits d'exploitation n'excèdent pas 100 l/h ;
- les aquifères du crétacé supérieur, qui sont parfois en continuité avec ceux du crétacé moyen, mais dont la porosité du grès est augmentée d'une porosité secondaire des fissures bien plus importante, à l'exemple de l'aquifère des grès de Garoua. On a alors des débits d'exploitation par puits qui peuvent dépasser 50 m³/h. Les dépôts d'alluvions quaternaires, dans les vallées de cette partie de la Bénoué, peuvent avoir quelques kilomètres de largeur et jusqu'à 40 m d'épaisseur, en particulier sur le cours supérieur de la Bénoué et du Mayo-Rey. Ces alluvions sont toujours aquifères et les débits d'exploitation par puits sont de l'ordre de 3 m³/s.

IV.2.2.2- Le bilan quantitatif

On peut noter que, les ressources en eau souterraines que constituent les nappes de surface sont en général de faible quantité et restent limitées aux usages domestiques ruraux. Il faut forer à de plus grandes profondeurs (plus de 200 m) pour avoir des productions plus importantes que confère la perméabilité en grand des zones fissurées comme celle qui sert à l'alimentation de la ville de Garoua. Selon les travaux de SOGREA (1976), CIEH-BRGM (1979) et Wakuti (1986), le bassin de Garoua a un volume d'eau de 15,75 km³ pour une superficie de 7 800 km².

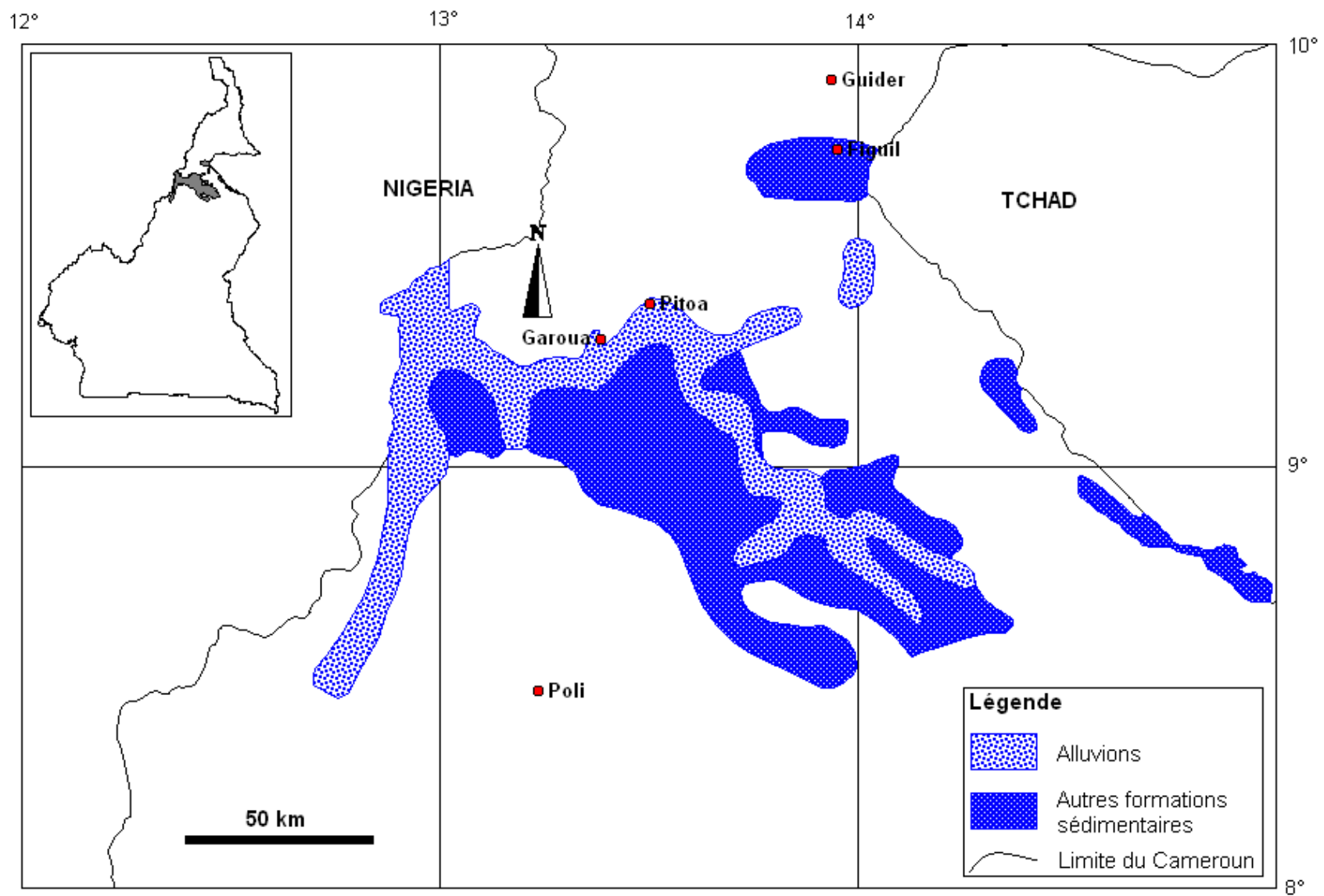
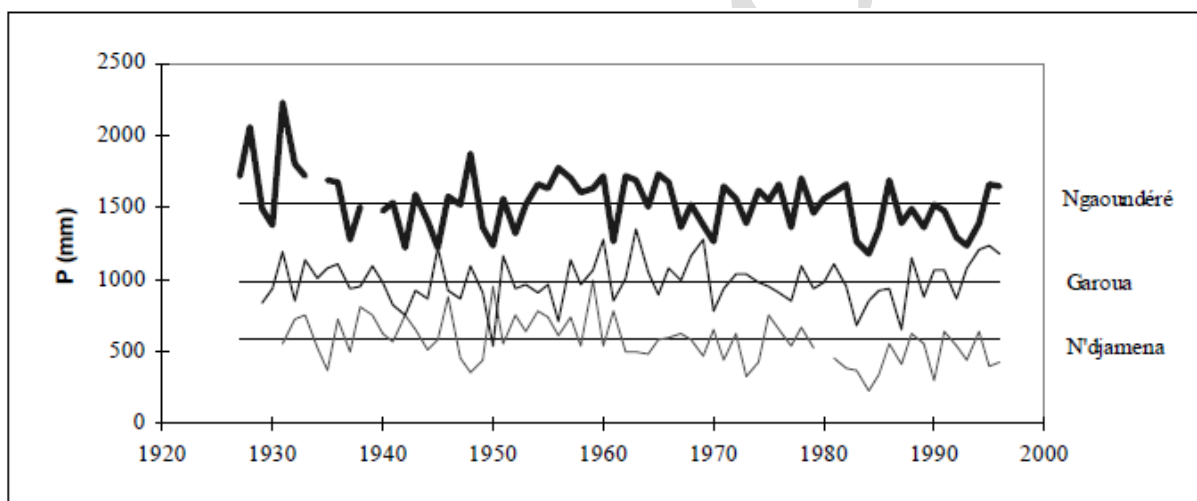


Figure 45 : Bassin sédimentaire de la Bénoué

IV.2.2.3- La variabilité de la ressource en eau

Dans le bassin sédimentaire de la Bénoué, les nappes souterraines sont alimentées essentiellement par infiltration directe des précipitations, les écoulements de surface constituant le plus souvent un drain des nappes superficielles. L'évolution des ressources en eaux souterraines suivra par conséquent la même tendance que celle des eaux météoriques dans la mesure où la structure des aquifères n'évoluera pas, sauf événement géologique majeur. Les caractéristiques hydrogéologiques resteront donc les mêmes, parmi lesquelles les phénomènes liés à la recharge des nappes.

Selon le WMO et GWP (2003), une baisse de la pluviométrie est observée dans la partie Nord du Cameroun. Ceci est illustré par la figure 46. Cette diminution des précipitations pourrait être synonyme d'une baisse des ressources en eau souterraine. Cependant, seules des mesures régulières des niveaux piézométriques et les essais par pompage pourront donner la mesure exacte de l'évolution des ressources en eaux souterraines des aquifères du bassin sédimentaire de la Bénoué.



(Source : WMO et GWP, 2003)

Figure 46 : Précipitations moyennes annuelles du Nord-Cameroun

IV.2.2.4- La qualité de la ressource en eau

Les eaux souterraines des aquifères du bassin du Niger ont un pH acide à neutre, avec des conductivités moyennes comprises entre 224 et 262 $\mu\text{S/cm}$. Ces eaux sont également caractérisées par leur alcalinité. Les ions calcium présentent les plus fortes teneurs (122 et 149 mg/l). Le tableau 14 donne les moyennes des teneurs ioniques des eaux souterraines du bassin sédimentaire de la Bénoué.

Tableau 14 : Hydrochimie des nappes du bassin sédimentaire de la Bénoué

Paramètres	Sables	Sables argileux
pH		
Moyenne	6,4	7,3
Ecart type	0,4	0,6
CE (µS/cm)		
Moyenne	224	262
Ecart type	250	90
Mg²⁺		
Moyenne (mg/l)	8,6	20
Ecart type	7,1	10,3
K⁺		
Moyenne (mg/l)	0,3	0,5
Ecart type	0,1	0,1
Na⁺		
Moyenne (mg/l)	10,5	12
Ecart type	2,7	1,2
Fe²⁺		
Moyenne (mg/l)	0,021	0,017
Ecart type	0,020	0,020
Ca²⁺		
Moyenne (mg/l)	122	149
Ecart type	23	29
NO³⁻		
Moyenne (mg/l)	17,8	23
Ecart type	11	3,7
Na⁺/ K⁺		
Moyenne	35	24
Mg²⁺/Ca²⁺		
Moyenne	0,07	0,13
Mg²⁺ + Ca²⁺/Na⁺ + K⁺		
Moyenne	12,1	5,5

(Source : MINEE, 2005)

IV.2.3- Les bassins sédimentaire de la région côtière

IV.2.3.1- Les aquifères des bassins sédimentaires de la région côtière

Les bassins sédimentaires de la zone côtière sont en grande partie situés en bordure du golfe de Guinée (figure 47). Du Nord au Sud, on distingue le bassin du Rio Del Rey, le bassin de Douala et celui de Campo. Le bassin de Douala couvre une superficie de 7500 km². Le mécanisme de son remplissage qui obéit à un phénomène de subsidence a débuté au cétaqué et n'est pas encore terminé. Les principales formations sédimentaires sont essentiellement sablo – argileuses, des marnes et des argiles noires ainsi que des sables gréseux (Sighomnou, 2004). Les formations hydrogéologiques suivantes sont distinguées :

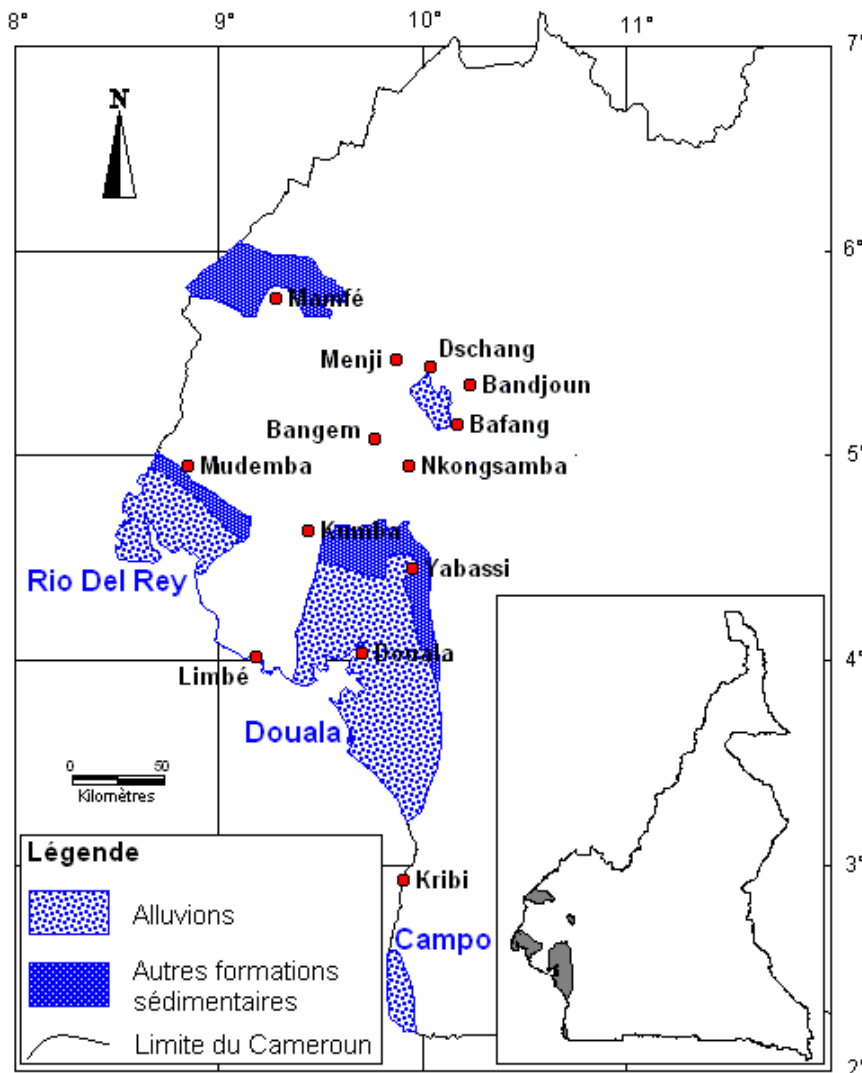


Figure 47 : Bassin sédimentaire de la région côtière

- la nappe des grès crétacés (d'où provient l'eau de Tangui) très profonde à Douala, mais proche de la surface à 50 km au Nord – Est ;
- la nappe des sables paléocènes qui donne des débits de 2 à 300 m³/h et qui est actuellement exploitée par la ville ;
- la nappe du mio – pliocène ;
- la nappe des sables quaternaires également très productive et à faible profondeur.

IV.2.3.2- Le bilan quantitatif

Comme dans les autres bassins, les données disponibles sont insuffisantes pour évaluer les réserves en eau de chaque formation aquifère. Cependant, Le volume d'eau souterraine du bassin de Douala est connu grâce aux travaux de SOGREAH (1976), CIEH-BRGM (1979) et Wakuti (1986) cités par Sighomnou (2004) ; celui-ci est de 21,63 km³. C'est le bassin sédimentaire qui renferme la plus grande réserve en eau souterraine de tous les bassins sédimentaires camerounais.

IV.2.3.3- La variabilité de la ressource en eau

Dans la région côtière, les travaux de Sighomnou (2004) n'ont pas montré des variations climatiques importantes. Ceci laisse supposer que les ressources en eau souterraines sont relativement stables du point de vue climatique. Cependant, la région côtière est caractérisée par de fortes densités de population et un taux d'urbanisation relativement élevé. Il n'est pas exclu que les fortes pressions anthropiques sur les ressources en eau contribuent, à long terme à leur diminution.

IV.2.3.4- La qualité de la ressource en eau

Dans les bassins sédimentaires de la région côtière, les eaux souterraines sont acides. Elles présentent des minéralisations moyennes. Les conductivités moyennes sont assez étalées (67 et 230 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Les teneurs moyennes des eaux souterraines des bassins sédimentaires de la région côtière sont présentées dans le tableau 15. Il est très important de signaler la présence de l'hydrogène sulfureux, produit très corrosif, dans les eaux souterraines de la nappe libre à Massoumbou. D'autre part, à cause des intrusions saline, les eaux souterraines des zones de mangroves sont caractérisées par des teneurs très élevées en sels ; ceci altère leur potabilité.

IV.2.4- La zone de socle

IV.2.4.1- Les aquifères de la zone de socle

La zone de socle occupe plus de 90 % de la superficie du territoire. Les ressources en eau souterraine de cette zone se retrouvent dans deux types d'aquifères superposés ou isolés selon les cas : un aquifère d'altérites sus-jacent continu, un aquifère de fractures et fissures discontinu (Djeuda Tchapinga *et al.*, 2001). Lorsque ces deux types d'aquifères sont superposés, on a un aquifère bicouche. En zone de socle, les fonctions capacitives et conductrices coexistent au sein de chaque aquifère, le milieu altéré étant essentiellement capacitif, et le socle étant à tendance conductrice (Savadogo, 1984 ; Djeuda Tchapinga, 1988). Les potentialités de ces aquifères dépendent des paramètres du bilan hydrologique et de leur configuration. L'exploitation des eaux souterraines de l'aquifère d'altérites se fait à travers des puits et des sources. Pour les aquifères de fissures et de fractures des études ponctuelles particulières permettent d'implanter des forages sur les axes d'écoulement préférentiel.

IV.2.4.2- Le bilan quantitatif

Le volume d'eau souterraine de la zone de socle est de 15,4 km^3 (Sighomnou, 2004). Les débits d'exploitation varient dans une large gamme. Si le substratum présente une nature cristalline à fort pourcentage de quartz, il peut donner une arène sableuse d'altération qui peut fournir de bons débits : 5 à 30 m^3/heure par exemple. Si l'altérite est argileuse du fait d'un substratum schisteux, les débits y seront faibles à nul (TESCULT et SOGREA, 2006).

Tableau 15 : Hydrochimie des nappes des bassins sédimentaires côtiers

Paramètres	Sables	Sables argileux
pH		
Moyenne	6,2	5,8
Ecart type	1,1	1,1
CE ($\mu\text{S}/\text{cm}$)		
Moyenne	230	67
Ecart type	281	49
Mg²⁺		
Moyenne (mg/l)	9,4	1,9
Ecart type	8,7	1,6
K⁺		
Moyenne (mg/l)	0,9	0,7
Ecart type	1,6	0,7
Na⁺		
Moyenne (mg/l)	10	5,6
Ecart type	3,6	5,5
Fe²⁺		
Moyenne (mg/l)	0,09	0,05
Ecart type	0,18	0,07
Ca²⁺		
Moyenne (mg/l)	110	46
Ecart type	51	67
HCO₃⁻		
Moyenne (mg/l)	54	31
Ecart type	34	31
NO³⁻		
Moyenne (mg/l)	18,2	17
Ecart type	7,5	6,5
Na⁺/ K⁺		
Moyenne	11, 1	8
Mg²⁺/Ca²⁺		
Moyenne	0,08	0,04
Mg²⁺+ Ca²⁺/Na⁺ + K⁺		
Moyenne	11	7,6

(Source : MINEE, 2005)

Le substratum lui-même peut présenter une ressource en eau souterraine où la réserve est localisée dans les fractures ou fissures, ouvertes en théorie sur 30 à 40 m de profondeur en terrain cristallin et à 60 m ou plus en terrains schisteux. Les débits sont en général inférieurs à une dizaine de m³/heure, sauf en zones de fractures majeures où les débits peuvent être plus importants (TESCULT et SOGREA, 2006).

IV.2.4.3- La variabilité de la ressource en eau

La recharge de l'aquifère à nappe libre se fait suivant deux processus, (Djeuda Tchapnga *et al.*, 1999). ;

- une alimentation verticale directe à partir de l'infiltration des eaux des précipitations et eaux de ruissellement des cours d'eau du réseau superficiel ;
- une alimentation latérale depuis les berges des cours d'eau à travers les altérites, les fissures et les diaclases du socle.

De ce fait, la variabilité des ressources en eau souterraine de la zone cristalline est intimement liée à celle de la pluviométrie. Cependant, dans les zones, l'imperméabilisation des sols qui accompagne l'urbanisation entraîne une augmentation du coefficient de ruissellement ; ceci se traduit par une baisse sensible de l'infiltration qui est synonyme de la diminution de la recharge des aquifères de la zone de socle.

IV.2.4.4- La qualité de la ressource en eau

Dans la zone de socle, la qualité des eaux souterraines varie selon que la roche est un granit, un gneiss, une migmatite, un schiste, une altérite ou un basalte. Le tableau 16 donne les teneurs ioniques moyennes en fonction de la lithologie de l'encaissant. Les fortes valeurs d'écart type pour certains paramètres sont dues soit au nombre réduit de mesures par aquifère, soit aux valeurs des maxima et minima qui influencent la valeur de l'écart type sans provoquer une grande variation de la moyenne. Dans les aquifères de la zone de socle, le pH varie peu en fonction de la nature lithologique des aquifères. Cependant, il faut relever que les eaux des altérites sont plus acides que celles des autres aquifères. Les altérites fournissent une eau pourvue d'un équilibre calco-carbonique moyen, alors qu'elle est agressive dans les autres aquifères.

Elles sont pour la plus part bicarbonatés calciques dans le bassin de la Sanaga, bicarbonaté sodique et chloruré sodique potassique dans le bassin des fleuves côtiers. Leur pH est généralement acide. Lorsque la roche mère est riche en micas, l'eau souterraine est enrichie en fer et en magnésium.

Les travaux de Nola *et al.* (1998) révèlent que l'eau souterraine de la zone cristalline est acide mais douce, très faiblement oxygénée, avec une minéralisation faible à moyenne. Dans l'eau des puits, les teneurs en ions chlorure, sodium et potassium sont relativement élevées comparés à celles des eaux des sources. Les concentrations en dioxyde de carbone dissous y sont proches de celles enregistrées dans les eaux des sources. Les concentrations en oxygène dissous sont plus élevées dans les eaux des puits que dans les eaux des sources. Les eaux des puits sont plus minéralisées que les eaux de source.

Tableau 16 : Hydrochimie des nappes de la zone de socle

Paramètres	Granite	Gneiss	Migmatites	Schiste	Quartzite	Basalte	Altérites
pH							
Moyenne	6,7	6,8	6,7	6,5	6,9	7,9	6,2
Ecart type	0,6	0,7	0,2	0,2	0,3	0,8	0,7
CE (µS/cm)							
Moyenne	178	166	182	108	470	501	210
Ecart type	110	127	159	102	155	541	67
Mg²⁺							
Moyenne (mg/l)	6,2	7,3	6,0	5,5	7,5	8,9	3,2
Ecart type	4,4	6,3	5,7	6,4	5,4	7,7	2,9
K⁺							
Moyenne (mg/l)	2,7	2,9	2,7	1,8	3,5	0,4	1,6
Ecart type	2,0	1,5	1,5	1,2	1,1	0,1	1,4
Na⁺							
Moyenne (mg/l)	7,0	6,0	6,8	4,5	15,6	22,7	5,3
Ecart type	5,5	4,7	4,9	4,9	9,6	28,1	5,9
Fe²⁺							
Moyenne (mg/l)						0,07	0,03
Ecart type						0,06	0,03
Ca²⁺							
Moyenne (mg/l)	23	15	22	10	30	98	10
Ecart type	29	14	22	8	27	55	10
HCO₃⁻							
Moyenne (mg/l)	125	108	123	76	168		59
Ecart type	85	86	82	73	127		51
NO³⁻							
Moyenne (mg/l)		18,5				13,3	13,5
Ecart type		14,7				3,9	6,3
Na⁺/ K⁺							
Moyenne	2,6	2,1	2,5	2,5	4,5		3,3
Mg²⁺/Ca²⁺							
Moyenne	0,27	0,49	0,27	0,55	0,25		0,32
Mg²⁺ + Ca²⁺/Na⁺ + K⁺							
Moyenne	3,0	2,5	3,0	2,5	2,0		1,9

(Source : MINEE, 2005)

IV.3- Le bilan quantitatif à l'échelle nationale

IV.3.1- Les eaux de surface

A l'échelle nationale, les disponibilités des ressources en eau de surface sont de 267,88 km³ (tableau 17). Les volumes d'eau apportés par le bassin des fleuves côtiers (94,82 km³) et celui de la Sanaga (63,18 km³) sont les plus importants et représentent respectivement 34,51 et 23,59 % des ressources en eau de surface du Cameroun. Avec des pourcentages d'apport respectifs de 16,39 (43,91 km³) et 12,49 % (33,45 km³), les bassins du Niger et du Congo ont des contributions intermédiaires, la plus faible contribution étant enregistrée pour le bassin du Lac Tchad dont les ressources en eau de surface représentent 12,14 % du volume national.

IV.3.2- Les eaux souterraines

Les ressources en eau souterraine du Cameroun sont évaluées à 55,98 km³ (tableau 18) ; ce volume représente 21 % des ressources en eau de surface. La plus grande partie des ressources en eau souterraine est emmagasiné dans les aquifère du bassin sédimentaire de la zone côtière qui renferment à 38,64 % du volume total. Avec respectivement 28,14 et 27,51 % du volume total d'eau souterraine, les aquifères du bassin de la Bénoué et ceux de la zone de socle ont des proportions presque égales. Les plus faibles ressources en eau souterraine correspondent au bassin sédimentaire du Lac Tchad qui emmagasine seulement 5,72 % du volume total.

Il convient de remarquer que, pour les bassins sédimentaires, les volumes sont d'autant plus importants que l'on va vers le sud. Ceci semble indiquer qu'au Cameroun, la disponibilité des ressources en eau souterraine est tributaire du régime pluviométrique ; en effet, la pluviométrie croît du Nord du Cameroun vers la partie Sud.

Tableau 17 : Bilan quantitatif des ressources en eau de surface

Bassin	Volume d'eau (km³)	Pourcentage par rapport au volume national
Lac Tchad	32,52	12,14
Niger	43,91	16,39
Sanaga	63,18	23,59
Congo	33,45	12,49
Fleuves côtiers	94,82	35,40
Total	267,88	100

Tableau 18 : Bilan quantitatif des ressources en eau souterraine

Aquifères	Volume d'eau (km³)	Pourcentage par rapport au volume total
Bassin sédimentaire du Lac Tchad	3,2	5,72
Bassin sédimentaire de la Bénoué	15,75	28,14
Bassins sédimentaires côtiers	21,6	38,64
Zone de socle	15,40	27,51
Total	55,98	100

Conclusion

Le Cameroun dispose d'énormes ressources en eau. La répartition des eaux météoriques est assez hétérogène et augmente du Nord vers le Sud du pays. La pluviométrie varie entre 561,1 m à Makari dans le bassin du Lac Tchad à 9763,9 m à Debundscha dans le bassin des fleuves côtiers. Les ressources en eau de surface du Cameroun sont de 267,88 km³ avec 32,52 km³ pour le bassin du Lac Tchad, 43,91 km³ pour le bassin du Niger, 63,18 km³ pour le bassin de la Sanaga, 33,45 km³ pour le bassin du Congo et 94,82 km³ pour le bassin des fleuves côtiers.

L'essentiel des ressources en eau souterraine du Cameroun est répartie dans deux grands types de formations géologiques : les formations sédimentaires et la zone de socle. Parmi les formations sédimentaires trois grands ensembles de réservoir se distinguent : le bassin sédimentaire du Lac Tchad avec 3,2 km³ d'eau, le bassin sédimentaire de la Bénoué avec 15,75 km³ d'eau et les bassins sédimentaires côtiers qui renferment 21,6 km³ d'eau. La zone de socle qui représente plus de 90 % du territoire n'emmagasine que 15,40 % des ressources en eau souterraine qui sont de 55,98 au total. L'eau souterraine représente 21 % des ressources en eau de surface.

Les caractéristiques physico-chimiques de l'eau de surface et de l'eau souterraine sont très variables et fortement tributaires de la nature lithologique de l'encaissant. Les facteurs anthropiques modifient souvent les paramètres physico-chimiques naturels des eaux.

L'étude de la variabilité montre que, même si les ressources en eau du Cameroun sont abondantes, elles sont vulnérables aux différents impacts tels que les changements climatiques et l'anthropisation. L'impact des changements climatiques est plus perceptible dans le bassin du Lac Tchad. Le bilan quantitatif des ressources en eau étant établi, il convient d'évaluer les besoins en eau afin de les confronter aux ressources disponibles ; ce travail est exposé dans le chapitre suivant.

Chapitre V : Les besoins en eau

Introduction

L'eau est indispensable à la vie. Par ailleurs, sous sa forme d'eau douce, l'eau est indispensable à la plus part des activités humaines ; c'est un bien économique. L'homme utilise de l'eau à des fins domestiques, pour ses activités agricoles, notamment l'irrigation, pour la production hydroélectrique et pour la plupart de ses activités industrielles. La gestion optimale de cette ressource exige le passage d'une stratégie de gestion sectorielle de l'eau à celle de la gestion intégrée. Ce passage suppose une identification des différents usages des ressources eau, une quantification des besoins de chaque usage. Ces besoins sont quantifiés dans ce chapitre, L'adéquation entre les besoins et la disponibilité des ressources en eau dans chaque bassin est ensuite étudiée.

V.1- Le bassin du Lac Tchad

V.1.1- Les besoins domestiques

Le tableau 19 donne la population estimée en 2007 et les besoins domestiques dans le bassin du Lac Tchad. Ces besoins s'élèvent à $55,07 \cdot 10^{-3} \text{ km}^3$.

Tableau 19 : Besoins domestiques dans le bassin du Lac Tchad en 2007

Effectif de la population en 2007	Consommation spécifique (l/j)	Demande domestique (10^{-3} km^3)
3 017 595	50	55,07

V.1.2- Les besoins pour l'élevage

Les effectifs des Cheptels du bassin du Lac Tchad sont présentés dans le tableau 20. Ce cheptel est constitué de bovins, ovins, caprins, porcins, équins, asiniens, canins, félins et volaille. Il convient de signaler que l'effectif des volailles correspond à l'année 1994 ; des données plus récentes ne sont pas disponibles. Les besoins en eau pour l'élevage s'élèvent à $84,01 \cdot 10^{-3} \text{ km}^3$ (tableau 20) dans le bassin du Lac Tchad.

Tableau 20 : Effectifs du cheptel dans le bassin du lac Tchad en 1994

	Bovins	Caprins et ovins	Porcins	Equins	Arsins	Volaille
Effectif	5 100 000	6 000 000	400 000	1 000	1 500	728 653
Consommation spécifique (l/j/tête)	39,2	4,3	10	23	30	0,5
Besoin en eau (10^{-3} km^3)	72,97	9,42	1,46	0,01	0,02	0,13
Total = $84,01 \cdot 10^{-3} \text{ km}^3$						

(Source : UNDP, 1999 ; MINEE, 2007)

V.1.3- Les besoins pour l'irrigation

Les principaux aménagements hydro-agricoles du bassin du Lac Tchad sont (tableau 21) :

- la SEMRY I à Yagoua avec une superficie de 5 300 ha ;
- la SEMRY II à Maga avec une superficie de 6 200 ha ;
- la SEMRY III à Kousseri avec une superficie de 1 800 ha ;
- MAISCAM à Gorongo avec une superficie de 5 500 ha.

Les besoins en eau pour l'irrigation sont de $121,9 \cdot 10^{-3} \text{ km}^3$ pour la SEMRY I à Yagoua, $142,60 \cdot 10^{-3} \text{ km}^3$ pour la SEMRY II à Maga, $44,10 \cdot 10^{-3} \text{ km}^3$ pour la SEMRY III de Kousseri et $20,35 \cdot 10^{-3} \text{ km}^3$ pour MAISCAM. Pour l'ensemble du bassin du Lac Tchad les besoins en eau pour l'irrigation sont de $328,95 \cdot 10^{-3} \text{ km}^3/\text{an}$.

Tableau 21 : Besoins en eau pour l'irrigation dans le bassin du Lac Tchad

Aménagement hydro-agricole	Superficie (ha)	Nature de la culture	Consommation spécifique (m^3/ha)	Besoins en eau (10^{-3} km^3)
SEMRY I (Yagoua)	5 300	Riz 2 cycles	23 000	121,9
SEMRY II (Maga)	6 200	Riz 2 cycles	23 000	142,60
SEMRY III (Kousseri)	1800	Riz 2 cycles	24 500	44,10
MAISCAM (Gorongo)	5 500	Maïs	3 700	20,35
Total	18 800			328,95

Les résultats de l'estimation des besoins en eau du bassin du Lac Tchad sont récapitulés dans le tableau 22.

Tableau 22 : Récapitulatif des besoins en eau dans le bassin du Lac Tchad

Besoin par secteur	Volumes (10^{-3} km ³ /an)	Pourcentage par rapport aux besoins totaux
Besoins domestiques	55,07	11,77
Besoins pour l'élevage	84,01	17,95
Besoins pour l'irrigation	328,95	70,28
Total	468,03	100

V.2- Le bassin du Niger

V.2.1- Les besoins domestiques

Les besoins domestiques du bassin du Niger sont donnés dans le tableau 23. Elles sont de $65 \cdot 10^{-3}$ km³, pour une population de 3 609 884 habitants en 2007.

Tableau 23 : Besoins domestiques dans le bassin du Niger en 2007

Effectif de la population en 2007	Consommation spécifique (l/j)	Demande domestique (10^{-3} km ³)
3 609 884	50	65,9

V.2.2- Les besoins pour l'élevage

Les effectifs des Cheptels dans les deux parties du bassin du Niger sont présentés dans les tableaux 24 et 25. Les besoins en eau pour l'élevage, calculés sur la base des résultats d'enquêtes réalisées par le CIEH, s'élèvent à $13,40 \cdot 10^{-3}$ km³ dans le bassin du Niger.

Tableau 24 : Effectifs des cheptels dans le bassin méridional du Niger

Département	Production animale				
	Bovins	Ovins	Caprins	Asiniens	Asiniens
Momo	30 500	8 600	10 400	276	10
Mezam	72 100	16 500	18 500	480	23
Bui	72 000	32 600	31 500	860	535
Donga Mantung	148 300	86 000	18 700	760	62
Menchum	149 600	21 200	12 700	830	60
Total	472 500	164 900	91 800	3 206	690
Consommation spécifique (l/j/tête)	39,2	4,3	4,3	30	30
Consommation annuelle (10^{-3} km ³)	6,76	0,26	0,14	0,04	0,01
Besoin en eau (10^{-3} km ³)	7,21				

(Source : MINEPIA, 1980 – 1990, cité par MINEP, 1992)

Tableau 25 : Effectifs des cheptels dans le bassin septentrional du Niger

Département	Production animale						
	Bovins	Ovins	Caprins	Porcins	Equins	Asiniens	Volaille
Bénoué	185 091	54 952	45 984	3 724	444	2 127	61 412
Faro	15 224	2 349	262	53	09	63	13 346
Mayo Rey	66 924	8 533	26 046	150	206	184	25 957
Mayo Louti	88 166	193 432	242 477	5 302	242	6 499	283 522
Total	355 405	259 266	314 769	9 229	901	8 873	384 237
Consommation spécifique (l/j/tête)	39,2	4,3	4,3	10	23	30	0,5
Consommation annuelle (10^{-3} km ³)	5,09	0,41	0,49	0,03	0,01	0,1	0,07
Besoin en eau (10^{-3} km ³)	6,19						

(Source : DP – MINEPIA-Nord)

V.2.3- Les besoins pour l'irrigation

Les besoins en eau pour l'irrigation ont été évalués pour chaque aménagement hydro-agricole localisé dans le bassin versant. Les principaux aménagements hydro-agricoles sont indiqués dans le tableau 26. Les besoins en eau de ces aménagements hydro-agricoles sont présentés dans le tableau 26. Ils varient entre $1,54.10^{-3} \text{ km}^3$ pour Garoua amont et $116,25.10^{-3} \text{ km}^3$ pour le périmètre sucrier de Lagdo. Le périmètre vivrier de Lagdo (rive gauche) a également l'un des besoins en eau les plus élevés ; ce dernier est de $103,20.10^{-3} \text{ km}^3$. Pour l'ensemble de ces aménagements agricoles, il faut $377,08.10^{-3} \text{ km}^3/\text{an}$.

Tableau 26 : Besoins en eau pour l'irrigation dans le bassin du Niger

Aménagement hydro-agricole	Superficie (ha)	Type de culture	Consommation spécifique (m^3/ha)	Besoins en eau (10^{-3} km^3)
Périmètre sucrier de Lagdo	5 000	Canne à sucre	23 250	116,25
Périmètre vivrier de Lagdo (rive gauche)	4 800	Riz	21 500	103,20
Périmètre vivrier de Lagdo (rive droite)	1 230	Riz	21 500	26,45
Périmètre confluence Faro-	1 240	Riz	21 500	26,60
Méandre de Garoua aval	610	Riziculture, maraîchères,	9050	5,52
Petits périmètres	2 000	Polyculture, Maraîchage	9050	18,10
Périphérie Lagdo	2 000	Mouskouari, Polyculture	9050	18,10
Plaines inondables	6 500	Mouskouari	9050	58,83
Garoua amont	170	Polyculture, Maraîchage	9050	1,54
Goulongo	270	Polyculture, Maraîchage	9050	2,44
Total	23 820			377,08

V.2.4- Les besoins pour la production hydroélectrique

Pour le bassin du Niger, le seul barrage hydroélectrique est celui de Lagdo dont les caractéristiques sont présentées plus loin. Son fonctionnement nécessite un volume annuel d'eau de l'ordre de $7600.10^{-3} \text{ km}^3$.

V.2.5- Les besoins pour l'industrie

Dans le bassin du Niger, les seuls besoins en eau pour l'industrie sont celles de la CIMENCAM, de Pierre ROCAGLIA, la Société Anonyme des brasseries du Cameroun (SABC) et la société Source des temps S.A. Ces besoins sont estimés respectivement à $0,022 \cdot 10^{-3} \text{ km}^3/\text{an}$, $0,004 \cdot 10^{-3} \text{ km}^3/\text{an}$, $0,173 \cdot 10^{-3} \text{ km}^3/\text{an}$, $0,126 \cdot 10^{-3} \text{ km}^3/\text{an}$ et soit un volume total de $0,33 \cdot 10^{-3} \text{ km}^3/\text{an}$ (tableau 27).

Tableau 27 : Besoins en eau pour l'industrie dans le bassin du Niger

Entreprise	Volume ($10^{-3} \text{ km}^3/\text{an}$)
Cimenterie du Cameroun (CIMENCAM)	0,022
Pierre ROCAGLIA	0,004
Société Anonyme des brasseries du Cameroun (SABC)	0,173
Sources des Temps S.A	0,126
Total	0,33

(Source : MINEE, 2008)

Les résultats de l'estimation des besoins en eau du bassin du Niger sont récapitulés dans le tableau 28. Au regard des données collectées, les besoins en eau pour l'industrie sont très insignifiants par rapport aux autres demandes.

Tableau 28 : Récapitulatif des besoins en eau dans le bassin du Niger

Besoins par secteur	Volumes ($10^{-3} \text{ km}^3/\text{an}$)	Pourcentage par rapport aux besoins totaux
Besoins domestiques	65,9	0,82
Besoins pour l'élevage	13,29	0,17
Besoins pour l'irrigation	377,08	4,68
Besoins pour la production hydroélectrique	7600	94,33
Besoins pour l'industrie	0,33	0,004
Total	8056,6	100

V.3- Le bassin de la Sanaga

V.3.1- Les besoins domestiques

La population totale du bassin de la Sanaga est de 5 569 522 habitants pour l'année 2007. Les besoins domestiques s'élèvent à $101,6 \cdot 10^3 \text{ km}^3/\text{an}$ (tableau 29).

Tableau 29 : Besoins domestiques dans le bassin de la Sanaga en 2007

Effectif de la population en 2007	Consommation spécifique (l/j)	Demande domestique (10^3 km^3)
5 569 522	50	101,6

V.3.2- Les besoins pour la production hydroélectrique

Plusieurs ouvrages hydroélectriques sont réalisés dans le bassin de la Sanaga. Il s'agit du barrage d'Edéa et celui de Song Loulou, les réservoirs de Mbakaou, Bamendjing, Mapé. Pour l'évaluation des besoins en eau de ces ouvrages, les volumes correspondant aux cotes minimales ont été retenus. Ces données, connues pour tous les ouvrages à l'exception de celui d'Edéa, sont présentées dans le tableau 30. Le barrage d'Edéa est aménagé au fil de l'eau ; sa capacité n'est donc pas donnée en termes de volume d'eau.

Tableau 30 : Besoin en eau pour la production hydroélectrique

Ouvrages	Volumes (10^3 km^3)
Barrage de Song Loulou	5
Réservoir de Bamendjing	582
Réservoir de Mbakaou	315,5
Réservoir de Mapé	1267
Total	2169

V.3.2- Les besoins pour l'industrie

Le tableau 31 présente les besoins en eau des industries du bassin de la Sanaga. Ils sont de $8,1610^3 \text{ km}^3$.

Tableau 31 : Besoins en eau pour l'industrie dans le bassin de la Sanaga

Industries	Volumes (10^{-3} km³)
Société des Palmeraies de la Ferme Suisse Palm'or	0,156
SOFAMA	0,001
African Distilling Company (ADIC)	0,018
Société Anonyme des brasseries du Cameroun (SABC)-Bafoussam	0,045
SOSUCAM	1,469
ALUCAM	6,471
Total	8,160

(Source : MINEE, 2008)

Les résultats de l'estimation des besoins en eau du bassin de la Sanaga sont récapitulés dans le tableau 32.

Tableau 32 : Récapitulatif des besoins en eau dans le bassin de la Sanaga

Besoins	Volumes (10^{-3} km³/an)	Pourcentage par rapport aux besoins totaux
Besoins domestiques	101,6	4,46
Besoins pour la production hydroélectrique	2169	95,18
Besoins pour l'industrie	8,16	0,36
Total	2278,76	100

V.4- Le bassin du Congo

V.4.1- Les besoins domestiques

La population du bassin du Congo est de 815 531 habitants, et les besoins domestiques sont de $14 \cdot 10^{-3}$ km³ (tableau 33).

Tableau 33 : Besoins domestiques du bassin du Congo en 2007

Effectif de la population en 2007	Consommation spécifique (l/j)	Demande domestique (10^{-3} km³)
815 531	50	14,9

V.4.2- Les besoins pour l'industrie

Dans le bassin du Congo, ce sont les industries forestières qui mobilisent l'essentiel des besoins en eau pour l'industrie. Les besoins en eau de ces industries sont répertoriés dans la banque de données du MINEE pour trois d'entre elles. Il s'agit de SFID, SFIL, SEBC (tableau 34).

Tableau 34 : Besoins en eau pour l'industrie dans le bassin du Congo

Industries	Volumes (10^{-3} km³)
Société Forestière et Industrielle de la Doume (SFID)	0,037
SFIL	0,003
SEBC	0,022
Total	0,061

(Source : MINEE, 2008)

V.4.3- Les besoins pour les mines

Dans le bassin du Congo, le principal besoin en eau pour les mines est celui de GEOVIC CAMEROUN PLC. Ses besoins à eau s'élèvent à $2,9 \cdot 10^{-3}$ km³.

Le tableau 35 récapitule les besoins en eau du bassin du Congo.

Tableau 35 : Récapitulatif des besoins en eau du bassin du Congo

Besoins	Volumes (10^{-3} km³)	Pourcentage par rapport aux besoins totaux
Besoins domestiques	14,9	83,43
Besoins industriels	0,061	0,34
Besoins pour les mines	2,9	16,24
Total	17,86	100

V.5- Le bassin des fleuves côtiers

V.5.1- Les besoins domestiques

Dans le bassin des fleuves côtiers, les besoins domestiques sont de $88,8 \cdot 10^{-3}$ km³/an (tableau 36) pour une population de 4 866 589 habitants.

Tableau 36 : Besoins domestiques dans le bassin des fleuves côtiers en 2007

Effectif de la population en 2007	Consommation spécifique (l/j)	Demande domestique (10^{-3} km^3)
4 866 589	50	88,8

V.5.2- Les besoins pour l'irrigation

Les aménagements hydro-agricoles du bassin des fleuves côtiers, ainsi que leurs besoins en eau, sont présentés dans le tableau 37. Les besoins totaux sont évalués à $91,79 \cdot 10^{-3} \text{ km}^3$. Il faut noter que les données présentées ici proviennent de la documentation publiée en 1986 (Hydraulique agricole et rurale-SCETCAMEROUN/SCETAGRI/BRGM) et du MINMEE (2004).

Tableau 37 : Besoins en eau pour l'irrigation dans le bassin des fleuves côtiers

Aménagement hydro-agricole	Superficie (ha)	Nature de la culture	Consommation spécifique (m^3/ha)	Besoins en eau (10^{-3} km^3)
PHP	4 000	Bananes	6 000	24
SBM	500	Bananes	6 000	3
Ekona Banana Project	190	Bananes	6 000	1,14
CDC	2 902	Bananes	6 000	17,41
UNDVA	2200	Riz	18 000	39,60
*CAPLAIN-Cie	-			0,12
*SOSUCAM 1&2	-	Canne à sucre		0,68
*SOCAPALM	-	Palmier à huile		0,30
*SPM	-			5,54
Total				91,79

(source : SCETCAMEROUN/SCETAGRI/BRGM, 1986 et MINMEE, 2004)

V.5.3- Les besoins pour l'industrie

Le bassin des fleuves côtier est celui dans le quel se trouvent les principales zones industrielles du Cameroun. Les besoins en eau de ces industries sont compris entre 0,001 et 2,642 (tableau 38). Les besoins en eau des industries du bassin des fleuves côtiers sont de $6,62 \cdot 10^{-3} \text{ km}^3$. Paradoxalement, ce volume est inférieur à celui du bassin de la Sanaga. Cette différence est due à la très forte demande en eau de l'ALUCAM.

Les résultats de l'estimation des besoins en eau du bassin des fleuves côtiers sont récapitulés dans le tableau 39.

Tableau 38 : Besoins en eau des industries du bassin des fleuves côtiers

Industries	Volumes (10⁻³ km³)
Best Food Chemistry (BFC)	0,001
COMETA	0,001
CHOCOCAM	0,011
CICAM	0,008
CAMLAIT	0,438
CAPLAIN	0,119
Groupe KEDJA Le Sportif	0,007
Société Anonyme des brasseries du Cameroun	2,642
GUINNESS Cameroon S.A	0,258
Société Camerounaise de Purification du Sel	0,029
Société Camerounaise de Transformation du Blé	0,025
Société Golden Production CAM	0,013
SIC CACAOS	0,073
SOCAPALM	0,329
Société Camerounaise de Verrerie (SOCAVER)	0,011
Société Africaine Forestière et Agricole du Cameroun	0,443
Société National de Raffinerie	1,044
HEVECAM S.A.	0,900
FRAMOTEL	0,037
PROLEG S.A. (renvoyer à l'irrigation)	0,048
Compagnie Financière et Industrielle d'Afrique Centrale	0,037
ALUBASSA	0,003
CRYSTAL AQUAVITA	0,005
BAT	0,028
Nestlé	0,011
SIAC	0,096
TOP LAIT	0,002
Total	6,619

(Source : MINEE, 2008)

Tableau 39 : Récapitulatif des besoins en eau du bassin des fleuves côtiers

Besoins	Volumes (10^{-3} km ³ /an)	Pourcentage par rapport à la demande totale
Besoins domestiques	88,8	47,43
Besoins pour l'irrigation	91,79	49,03
Besoins pour l'industrie	6,62	3,54
Total	187,21	100

V.6- Le cas spécifique des besoins en eau pour l'environnement

Les écosystèmes sont de plus en plus perturbés par le manque d'eau et la pollution. Selon la conférence internationale de Bonn (2001) relative à l'eau douce, l'une des mesures à prendre dans le domaine de la gouvernance est d'assurer une répartition appropriée de l'eau entre les besoins concurrents. Pour y parvenir, il faut entre autre que : (mettre les guillemets pour montrer que les conclusions sont citées telle quelle)

- la gestion intégrée des ressources en eau soit durable et permette d'assurer une sécurité optimale de l'eau et un bénéfice maximal par unité d'eau pour la collectivité **tout en protégeant l'intégrité des écosystèmes** ;
- l'importance des écosystèmes soit reconnue dans la répartition de l'eau et la gestion des bassins hydrographiques. Les quantités attribuées devraient au minimum garantir une alimentation des écosystèmes qui permette d'en préserver l'intégrité.

La répartition de l'eau entre les différents usages est le véritable challenge dans le processus de Gestion Intégrée des Ressources en Eau. Dans cette répartition, il est récurrent que la demande en eau pour l'environnement soit oubliée.

On ne peut pas utiliser l'eau pour l'agriculture, l'industrie, et la vie quotidienne, sans tenir compte des besoins de la nature. Les animaux et les plantes, toutes les zones naturelles ont aussi besoin d'eau saine. Ces besoins sont énormes.

V.7- Le bilan des différents usages de l'eau

V.7.1- L'adéquation entre les besoins et la disponibilité en eau

En principe, les disponibilités en eau correspondent aux ressources en eau contenues dans les différents compartiments hydrologiques (eau de surface et eau souterraine). Cependant les eaux souterraines contribuent à l'écoulement de surface, d'où le concept d'unicité de la réserve en eau. La contribution des eaux souterraines à l'écoulement de surface n'ayant pas encore fait l'objet de travaux au Cameroun, seules les ressources en eau de surface ont été prises en compte dans l'étude de l'adéquation entre les besoins en eau et les ressources disponibles. Les pourcentages des besoins en eau, calculés par rapport aux ressources disponibles dans chaque bassin sont présentés dans le tableau 40 ; elles sont de 1,44 % pour le bassin du Lac Tchad, 18,35 % pour le bassin du Niger, 3,72 % pour le bassin de la

Sanaga, 0,05 % pour le bassin du Congo, et 0,20 % pour le bassin des fleuves côtiers.

L'examen des différentes demandes en eau à l'échelle nationale montre de fortes disparités (tableau 40 et figure 48). La figure 48 donne la proportion des besoins en eau de chaque secteur par rapport au besoin total à l'échelle du pays. Les besoins pour la production hydroélectrique sont énormes. Par rapport aux ressources en eau disponibles, les besoins en eau ne représentent que 4 %.

Tableau 40 : Adéquation besoins/disponibilités en eau par bassin

Bassins Besoins	Lac Tchad	Niger	Sanaga	Congo	Fleuves côtiers	Total pour le Cameroun (10^{-3} km^3)	%tage des besoins par secteur par rapport à la ressource du pays
Domestique	55,07	65,9	101,6	14,9	88,8	326,27	0,12
Élevage	84,01	13,4				97,41	0,04
Irrigation	328,95	377,08			91,79	797,82	0,30
Hydroélectrique		7600	2169			9769	3,67
Industrie		0,33	8,16	0,06	6,62	15,17	0,01
Mines				2,9		2,9	0,001
Besoins par bassin (10^{-3} km^3)	468,03	8056,71	2278,76	17,86	187,21	11008,57	-
Ressource par bassin (10^{-3} km^3)	32520	43910	61180	33450	94820	265880	-
%tage des besoins en eau par bassin, par rapport à la ressource du bassin	1,44	18,35	3,72	0,05	0,20	4,14	-
%tage des besoins en eau par bassin, par rapport à la ressource du pays	0,18	3,03	0,86	0,01	0,07	-	-

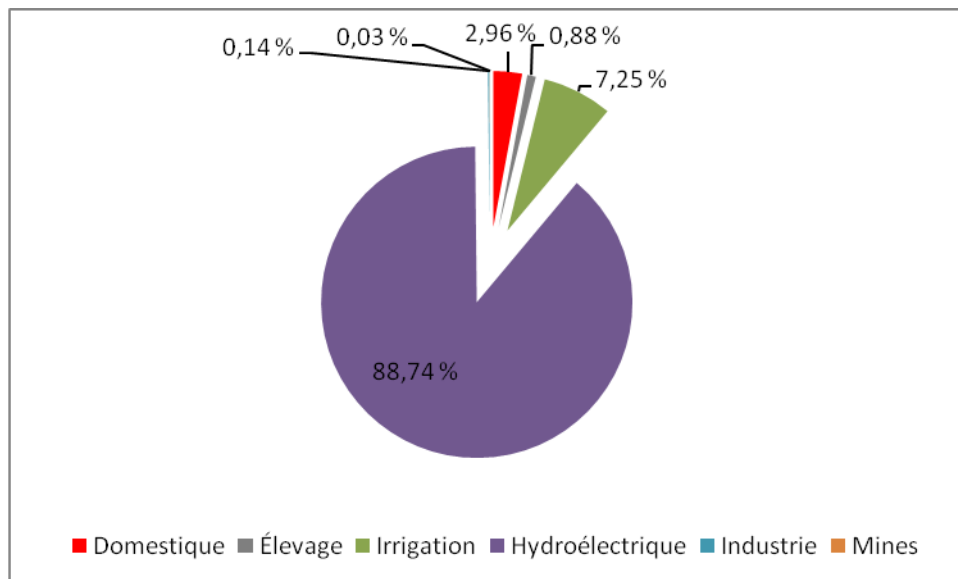


Figure 48 : Besoins concurrents en eau au Cameroun

Conclusion

Les besoins en eau sont répartis ainsi qu'il suit dans les différents bassins versants :

- bassin du Lac Tchad : $468,03 \cdot 10^{-3} \text{ km}^3$, avec $55,07 \cdot 10^{-3} \text{ km}^3$ pour les besoins domestiques, $84,01 \cdot 10^{-3} \text{ km}^3$ pour l'élevage et $328,95 \cdot 10^{-3} \text{ km}^3$ pour l'irrigation ;
- bassin du Niger : $8056,71 \cdot 10^{-3} \text{ km}^3$, avec $65,9 \cdot 10^{-3} \text{ km}^3$ pour les besoins domestiques, $13,4 \cdot 10^{-3} \text{ km}^3$ pour l'élevage, $377,08 \cdot 10^{-3} \text{ km}^3$ pour l'irrigation, $7600 \cdot 10^{-3} \text{ km}^3$ pour la production hydroélectrique et $0,33 \cdot 10^{-3} \text{ km}^3$ pour les industries ;
- bassin de la Sanaga : $2278,76 \cdot 10^{-3} \text{ km}^3$, avec $101,6 \cdot 10^{-3} \text{ km}^3$ pour les besoins domestiques, $2169 \cdot 10^{-3} \text{ km}^3$ pour la production hydroélectrique et $8,16 \cdot 10^{-3} \text{ km}^3$ pour les industries ;
- bassin du Congo : $17,86 \cdot 10^{-3} \text{ km}^3$ avec $14,9 \cdot 10^{-3} \text{ km}^3$ pour les besoins domestiques, $0,06 \cdot 10^{-3} \text{ km}^3$ pour les industries et $2,9 \cdot 10^{-3} \text{ km}^3$ pour l'activité minière ;
- bassin des fleuves côtiers : $187,21 \cdot 10^{-3} \text{ km}^3$, avec $88,8 \cdot 10^{-3} \text{ km}^3$ pour les besoins domestiques, $91,79 \cdot 10^{-3} \text{ km}^3$ pour l'irrigation, et $6,63$ pour les industries.

A l'échelle nationale, les besoins pour la production hydroélectrique sont énormes par rapport aux autres besoins. Les secteurs miniers et industriels ont les plus faibles besoins en eau. Les ressources en eau disponibles sont abondantes par rapport aux besoins qui ne représentent que 4 % du volume d'eau de surface. Cependant, la satisfaction des différents besoins est tributaires des technologies de mobilisation mises en œuvre dans chaque secteur. Le traitement suivant est relatif à la mobilisation des ressources en eau.

Chapitre VI : La mobilisation des ressources en eau

Introduction

Le volet mobilisation des ressources en eau occupe une place de choix dans la gestion de ces ressources. L'accent est mis ici sur les réalisations dans le domaine et sur les programmes à l'étude ou en cours d'exécution. Ce chapitre s'articule autour des points suivants :

- l'origine de la ressource ;
- l'importance de la ressource ;
- les technologies de mobilisation ;
- l'énergie mobilisée ;
- les performances du secteur ;
- les projets en l'étude ou en cours de réalisation

Cette présentation est faite par usage et de façon globale et non par bassin, contrairement aux autres chapitres.

VI.1- L'approvisionnement en eau potable

VI.1.1- L'origine de la ressource

L'origine de la ressource en eau pour l'approvisionnement en eau potable varie selon que l'on se trouve en milieu rural ou en milieu. Cette origine dépend également du contexte hydrogéologique d'une zone donnée.

VI.1.1.1- Le milieu rural

En milieu rural, l'essentiel des ressources en eau potable vient de l'eau souterraine, surtout dans les bassins du Lac Tchad, du Niger et dans la partie sédimentaire du bassin des fleuves côtiers. Cette eau est fournie aux populations rurales à la faveur des nombreux programmes d'hydraulique rurale. Cependant, il convient de signaler qu'en milieu rural, l'approvisionnement en eau potable ne dépend pas exclusivement des disponibilités en eau souterraine. L'eau de surface est également sollicitée dans une faible proportion qui reste à déterminer.

VI.1.1.2- Le milieu urbain

En milieu urbain, l'approvisionnement en eau potable est majoritairement tributaire des eaux de surface. Cependant, les eaux souterraines sont également mises à contribution dans une proportion non négligeable. C'est le cas par exemple dans le bassin septentrional du Lac Tchad, et dans le bassin des fleuves côtiers. En effet, dans les villes de Yaoundé et Douala par exemple, malgré la présence du réseau de distribution d'eau de la CAMWATER, l'utilisation de l'eau souterraine est très courante.

VI.1.2- Les technologies de mobilisation

Les technologies de mobilisation des ressources pour l'approvisionnement en eau potable dépendent de l'origine de la ressource et des contraintes du milieu physique. En milieu rural, où l'eau souterraine est majoritairement sollicitée les technologies sont différentes de celles mises en œuvre en milieu urbain.

VI.1.2.1- Le milieu rural

En milieu rural, le captage des eaux à usage domestique se fait par des puits, des forages et des sources aménagées.

Les forages, généralement réalisés à la machine, présentent un diamètre assez faible (moins de 360 mm) et la colonne de captage est soit en PVC soit en inox, d'un diamètre intérieur de 110mm (4") minimum. Les forages d'hydraulique villageoise sont considérés comme positifs quand leur débit est supérieur à 0,7m³/h. Ces ouvrages ont une profondeur qui oscille entre 30 et 80 mètres et sont équipés de pompe à motricité humaine ou motorisée. Ces forages sont équipés de pompes à motricité humaine ou de pompes motorisées. Les pompes à motricité humaine ont un corps de pompe d'un diamètre minimum de 3". Leur débit en rythme normal est de 1 m³/h à 25 m et de 0,7 m³/h à 40 m. les pompes motorisées sont installées à des profondeurs où l'usage de pompe à motricité humaine est rendu difficile (60 à 70 m). Le débit en rythme normal est au minimum de 2 m³/h.

Les puits ont des diamètres intérieurs qui varient de 1 m à 1,8 m, leur profondeur dépasse rarement une trentaine de mètre. Il faut faire une distinction entre puits traditionnels et modernes. Par convention, on considère comme modernes tous les puits réalisés avec béton et ferrailage, que ce soit des puits entièrement busés, ou des puits cuvelés et busés. Par opposition, les puits à parois nues ou cuvelés avec des imbrications de pierres sont considérés comme traditionnels.

Les sources sont des aménagements qui consistent à capter le maximum du filet d'eau qui émerge, de le concentrer dans un ouvrage de maçonnerie qui pourra se vider par trop plein.

Les contraintes hydrologiques, mais surtout morphologiques et hydrogéologiques font que la nature de l'ouvrage à construire dépend étroitement de la région considérée. Dans les parties à faible pluviométrie et d'insuffisance d'eaux de surface (bassin du Lac Tchad et bassin septentrional du Niger), on trouve surtout des forages et des puits. Dans le bassin méridional du Niger, le bassin de la Sanaga, le bassin du Congo et celui des fleuves côtiers on a généralement des sources aménagées et des mini-adductions d'eau gravitaire. Cependant, on y trouve aussi des puits et des forages.

VI.1.2.2- Le milieu urbain

L'exploitation du secteur de l'AEP en milieu urbain relève de la CDE/CAMWATER par le biais d'un contrat de concession et ce depuis 1968. Inscrite sur le portefeuille des Entreprises de l'Etat devant être privatisées, l'ouverture du capital de la Société

Nationale des Eaux du Cameroun à un opérateur privé majoritaire est effective depuis 2007 et a donné lieu à la création de deux sociétés : la Camwater, société d'état, chargé des investissements, et la Camerounaise des Eaux, société privée, chargée de la gestion.

En milieu urbain, l'eau provient soit d'une prise d'eau en rivière, de barrage de retenues telles que celles de Maga, Mokolo, Chidifi, Yaoundé dont les caractéristiques sont présentées dans le tableau 41, ou de champs captant (réseau de forage). Elle est dirigée vers une station de traitement pour la rendre potable puis envoyée dans un réseau de conduites de distribution qui dessert les habitations, les entreprises, les bâtiments administratifs, et les bornes fontaines. La capacité de production actuelle des réseaux (prise+traitement) varie de 125 500 m³/jour à 240 m³/jour. Les conduites de distribution ont des diamètres nominaux allant de 1 400 mm à 200 mm pour les réseaux primaires et secondaires, de 200 à 12 mm pour les réseaux tertiaires et les branchements. Les branchements particuliers (50 à 12 mm de diamètre) peuvent fournir de 40 à 0,5 m³/jour. Les réservoirs de stockage, permettant de faire face aux débits de pointe (moment de la journée où la consommation est maximale) et d'assurer une pression suffisante

Tableau 41 : Caractéristiques des barrages de retenue pour eau potable

Barrage	Bassin	Cours d'eau	Capacité utile (10 ⁶ m ³)	Digue	Evacuateur de crue
Chidifi	Lac Tchad	Mayo Oulo	5	Digue en terre avec tapis amont	Evacuateur à seuil libre en bec de canard
Mokolo	Lac Tchad	Mayo Tsanaga	5	Digue en terre homogène	Evacuateur à seuil déversant
Yaoundé	Fleuves côtiers	Mefou	5	Digue en terre	Evacuateur à seuil déversant

VI.1.3- Les performances du secteur

Le Gouvernement camerounais a entrepris de vastes programmes d'alimentation en eau potable tant en milieu rural, périurbain qu'urbain, pendant la Décennie Internationale de l'Eau Potable et de l'Assainissement (DIEPA 1981-1990). Il faut également noter les campagnes menées par les Organisations Non Gouvernementales (ONG) tant internationales que locales. C'est ainsi que pour le milieu rural, le fichier du MINEE compte environ (Bidjocka, 2004) :

- 6235 forages équipés de pompes à motricité humaine ;
- 2550 puits modernes ;
- 2040 sources aménagées ;

- 748 systèmes d'AEP (longueur du réseau eau de distribution comprise entre 5 000 et 30 000 mètres linéaires).

Il s'agit d'un inventaire non exhaustif. D'après le MINEE (2007), la région de l'extrême Nord à elle seule compte 7250 points d'eau dont 3 210 puits (2 660 exploités), 3 950 forages, (3 300 exploités) 71 mares (66 exploitées) et 18 barrages (13 exploités).

Cependant il existe certaines zones dont l'accès à l'eau potable reste limité :

- le Logone et Chari, où existent deux nappes superposées, l'une superficielle contenant des particules fines qui colmatent les crépines des pompes et l'autre profonde délivrant les eaux saumâtres ;
- les Monts Mandara où passe l'isohyète 1000 et qui connaissent permanemment des pénuries d'eau et où les ouvrages hydrauliques s'assèchent après la saison des pluies ;
- les mangroves qui disposent d'abondantes ressources mais où du fait de l'intrusion des eaux saumâtres, l'eau de boisson est difficile à obtenir ;
- l'eutrophisation du Nyong et la modification de son régime rend difficile l'alimentation en eau potable de la ville de Yaoundé ;
- les eaux de Massoumbou contiennent de l'hydrogène sulfureux, produit très corrosif.

VI.1.3.1- Le milieu rural

La distribution spatiale des ouvrages d'hydrauliques est assez hétérogène dans les différents bassins versants comme l'illustrent les figures 49 à 53 réalisées à partir de la banque des données des ressources hydrauliques du MINEE. De fortes disparités apparaissent ; ceci serait dû au manque de synergie entre les différents acteurs du secteur de l'hydraulique rurale. En effet, au Cameroun, plusieurs acteurs sont impliqués dans le domaine de l'hydraulique rurale. Ce sont par exemple le Ministère de l'Energie et de l'Eau, le Ministère de la Santé, le Ministère de l'éducation de Base, le Ministère de la Défense, différentes ONG. On assiste donc à une programmation concomitante des ouvrages d'hydraulique. Ceci renforce le mauvais positionnement de l'acteur principal qu'est le MINEE et contribue largement à une mauvaise répartition spatiale des ouvrages.

Le tableau 42 présente l'état des réalisations d'hydraulique villageoises. La population considérée ici correspond à une estimation de la population totale du pays en 2004, diminuée de la population des chefs lieux des régions. Il ne s'agit pas à proprement parler de la population rurale même si dans bien des centres urbains secondaires et des quartiers d'habitat spontané des grandes villes, les modes d'approvisionnement en eau sont proches de ceux rencontrés en milieu rural. Ce taux est théorique dans la mesure où il ne reflète pas l'état de fonctionnement des points d'eau. Il était estimé, avec les mêmes réserves, à 42% en l'an 2000. On doit considérer ce taux de desserte comme la traduction en chiffres de l'effort consenti pour réaliser des infrastructures.

Malgré ces efforts, le taux de couverture national des besoins en hydraulique rurale reste inférieure à 50 %, avec des valeurs extrêmes de 29 % pour le Nord-Ouest et

l'Ouest, 89 % pour le Sud (tableau 44). Selon le MINEE (2007), dans la région de l'extrême Nord, partagé entre le bassin du Lac Tchad et celui du Niger le taux de satisfaction varie entre 15 % à Makari et 95 % à Ndoukoula, avec une moyenne de 51 % pour toute la région. Le tableau 44 montre l'ampleur des besoins en eau potable dans le milieu rural à couvrir dans l'hypothèse d'une couverture totale. En effet, plus de 2 000 grandes agglomérations et 9000 villages devraient alors disposer respectivement d'une adduction d'eau potable et d'au moins un point d'eau.

La figure 54 présente la distribution spatiale des localités devant subir une amélioration dans le domaine de l'hydraulique rurale. La figure 55 montre la distribution spatiale des localités de plus de 1000 habitants ne disposant d'aucun ouvrage d'eau potable. Le constat qui se dégage à l'observation de cette carte est que la demande en adductions potable est beaucoup plus importante dans les parties occidentales (Ouest, Nord-ouest et Sud-ouest) et septentrionales (Extrême nord et Nord). Ceci se justifie entre autres, par le fait que les zones concernées ont les densités de populations les plus élevées. De manière globale, environ un millier de localités encore non desservies en eau potable devrait bénéficier d'une adduction au regard de la taille de la population qu'elles abritent.

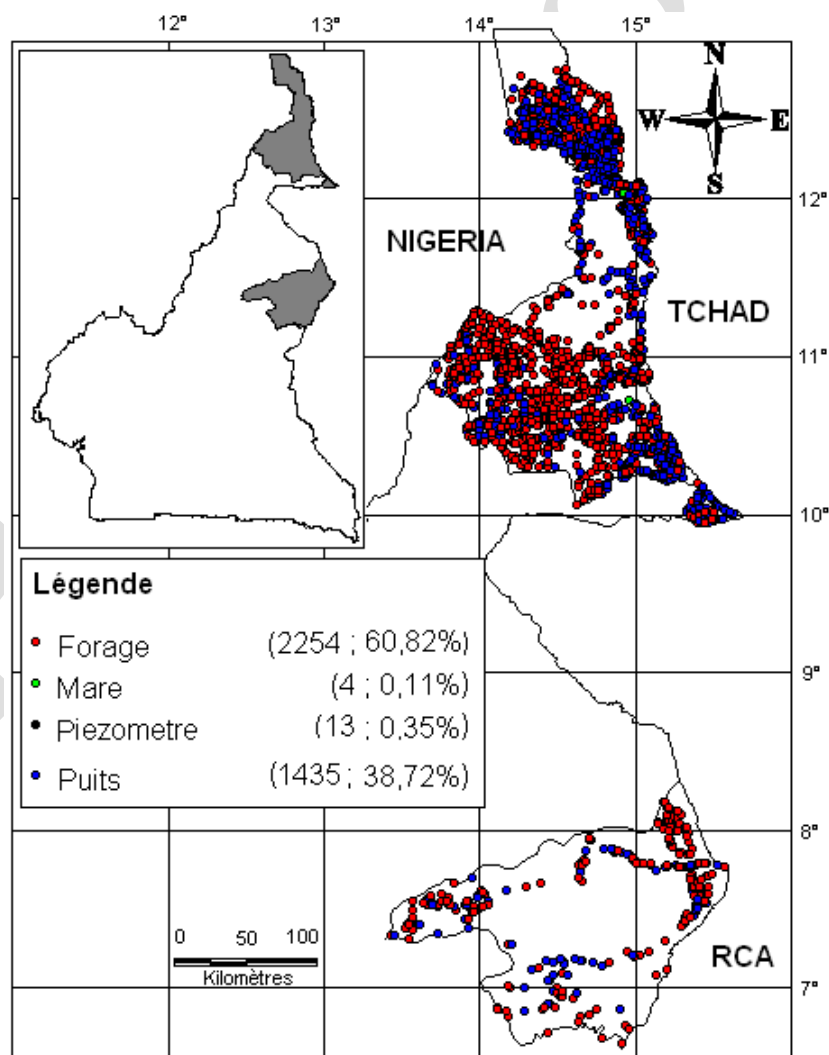


Figure 49 : Ouvrages d'hydraulique dans le bassin du Lac Tchad

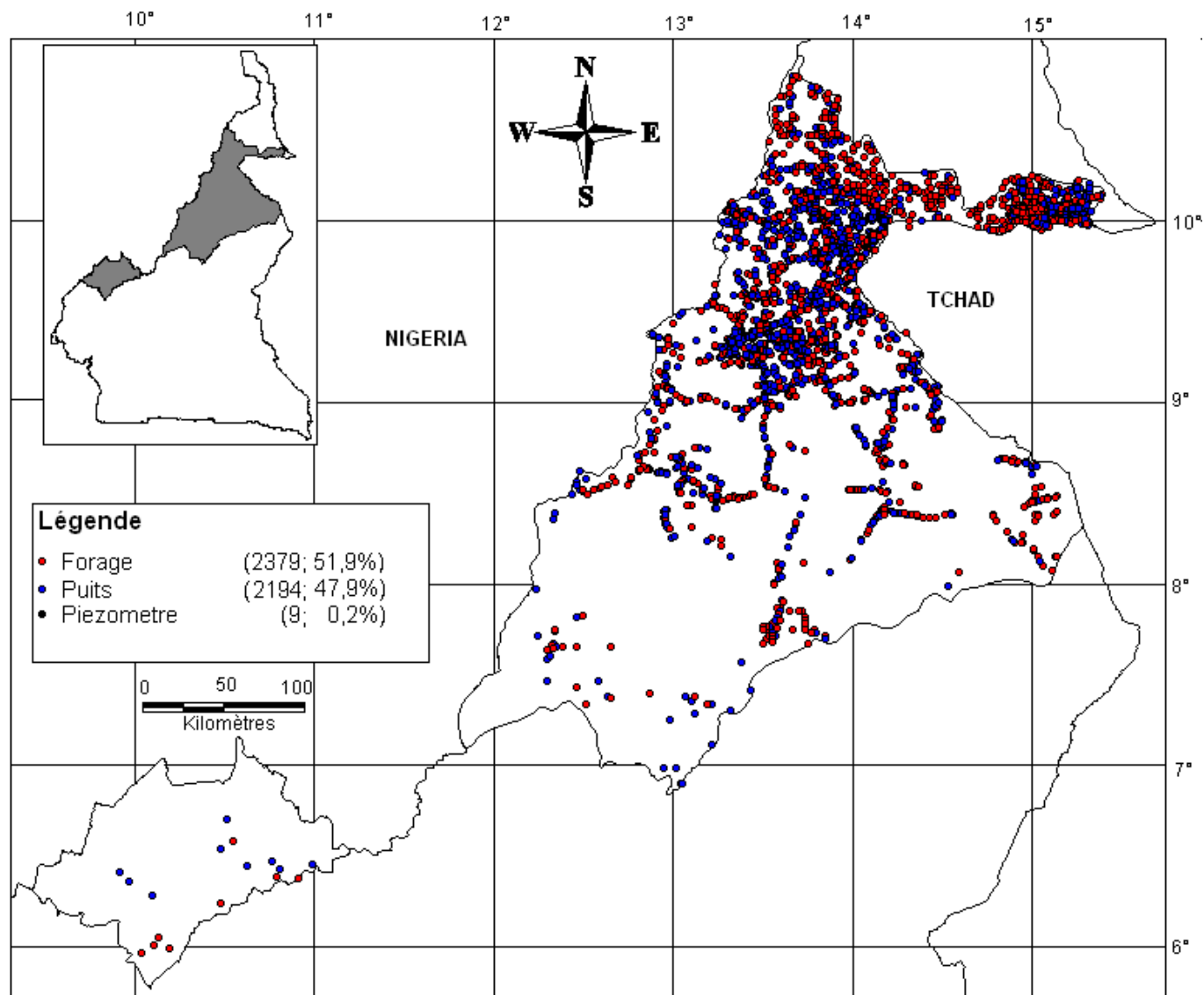


Figure 50 : Ouvrages d'hydraulique du bassin du Niger

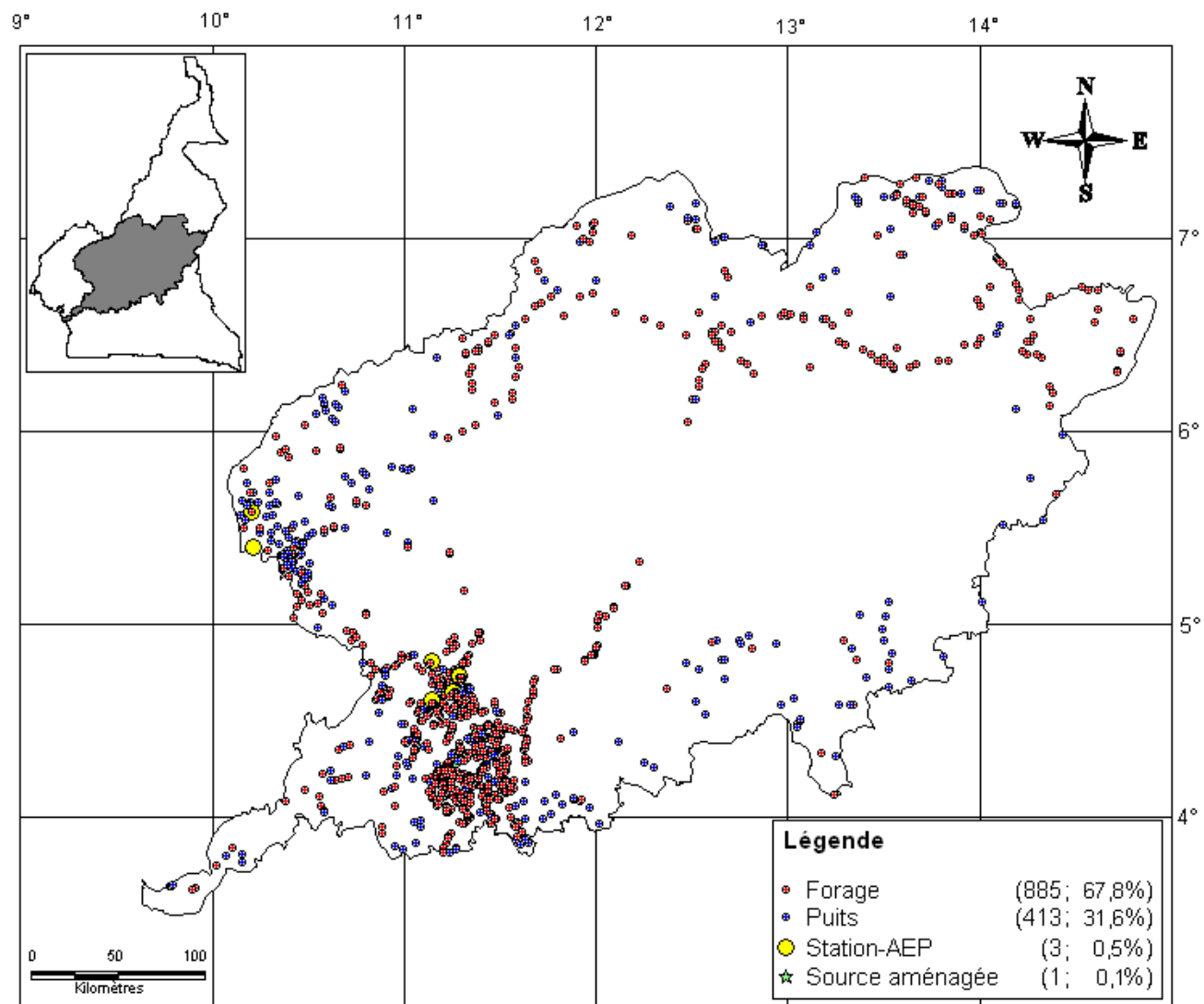


Figure 51 : Ouvrages d'hydraulique du bassin de la Sanaga

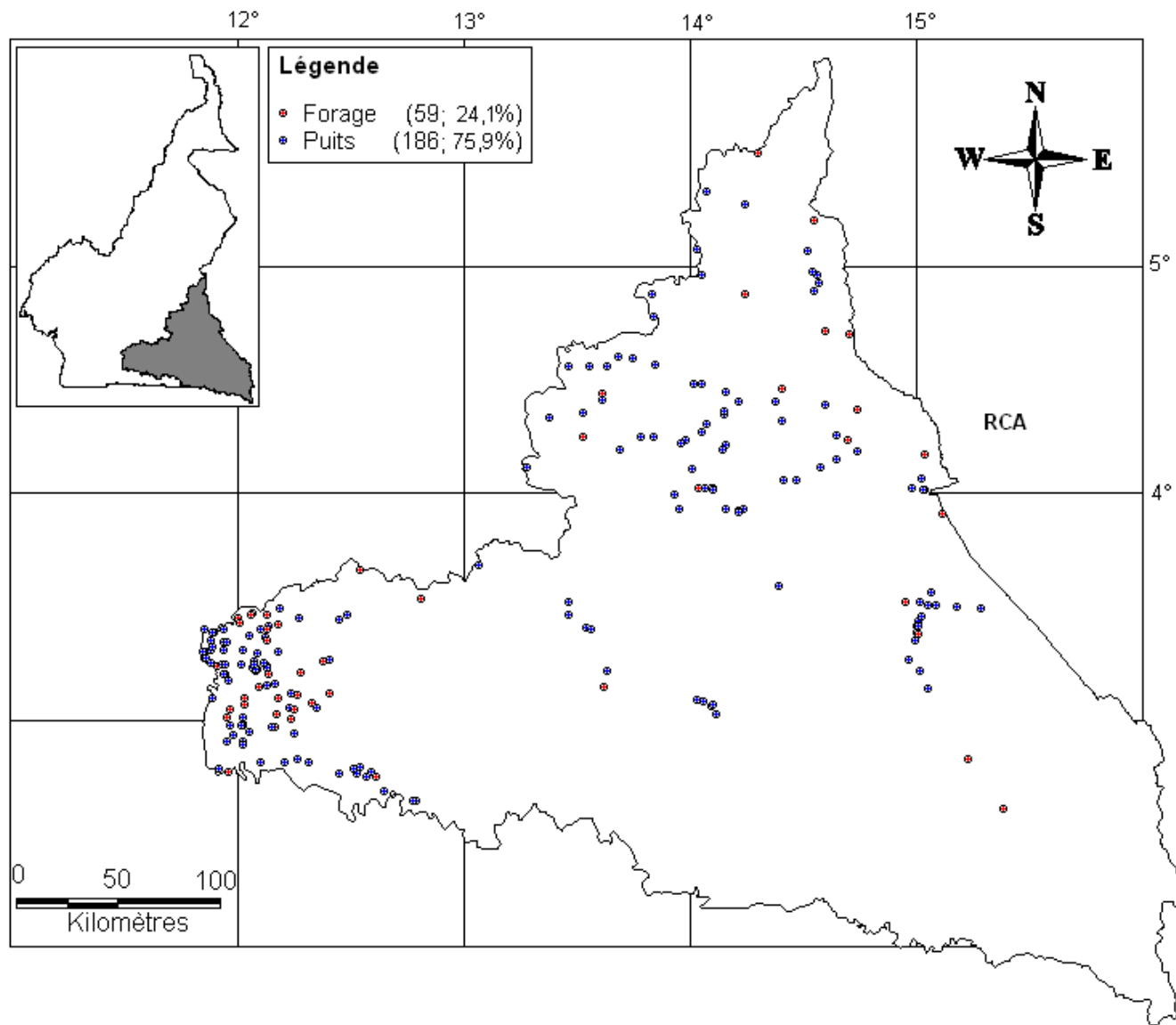


Figure 52 : Ouvrages d'hydraulique du bassin du Congo

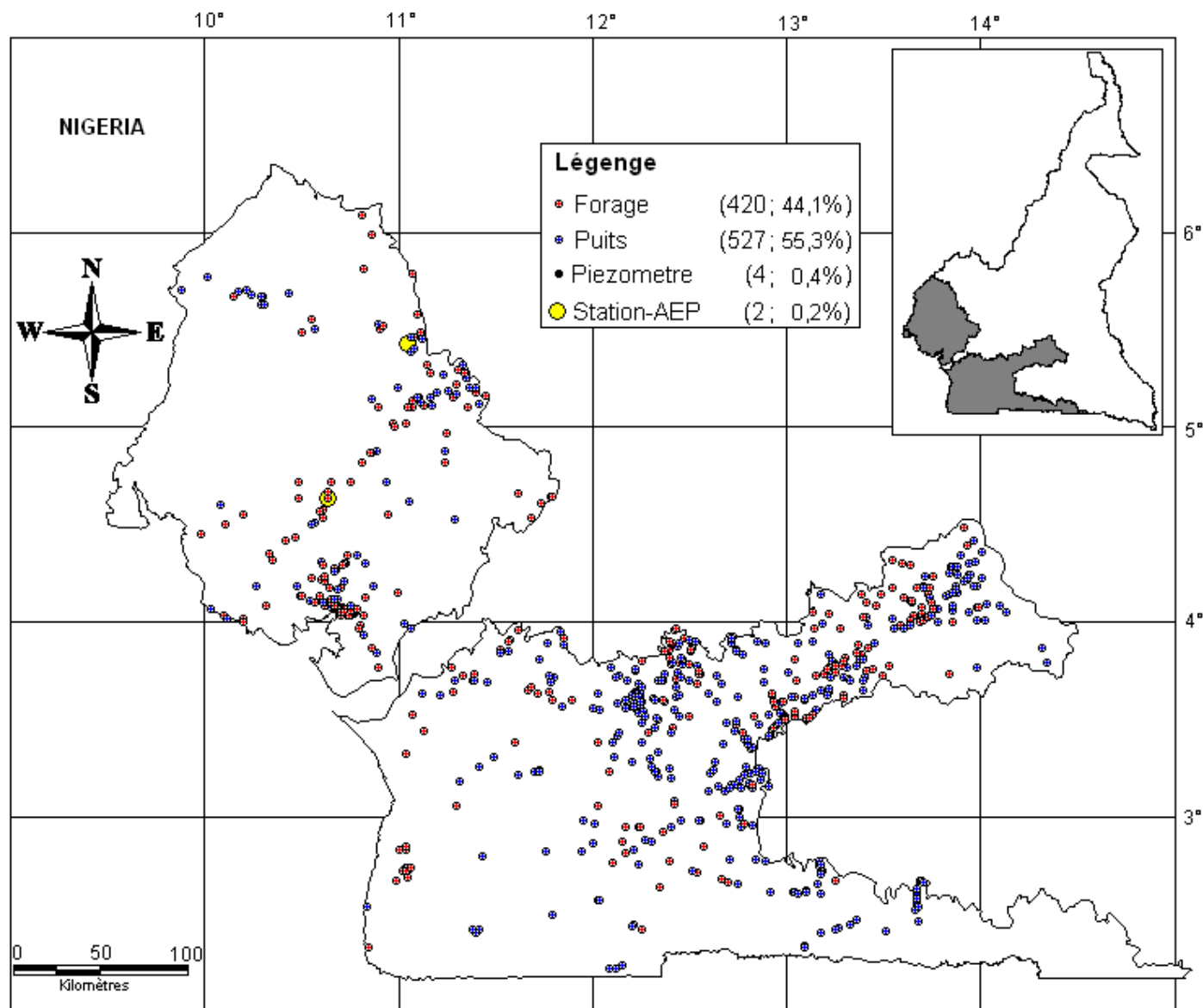


Figure 53 : Ouvrages d'hydraulique du bassin des fleuves côtiers

Tableau 42 : Etat des réalisations d'hydraulique villageoises

	Nombre de réalisations	Équivalent point d'eau
Forage+pompe	6 156	6 156
Puits modernes	3 785	3 785
Sources aménagées	1 211	1 211
Systèmes AEP	723	8 139
Total	11 875	19 291

(source : MINEE, 2004)

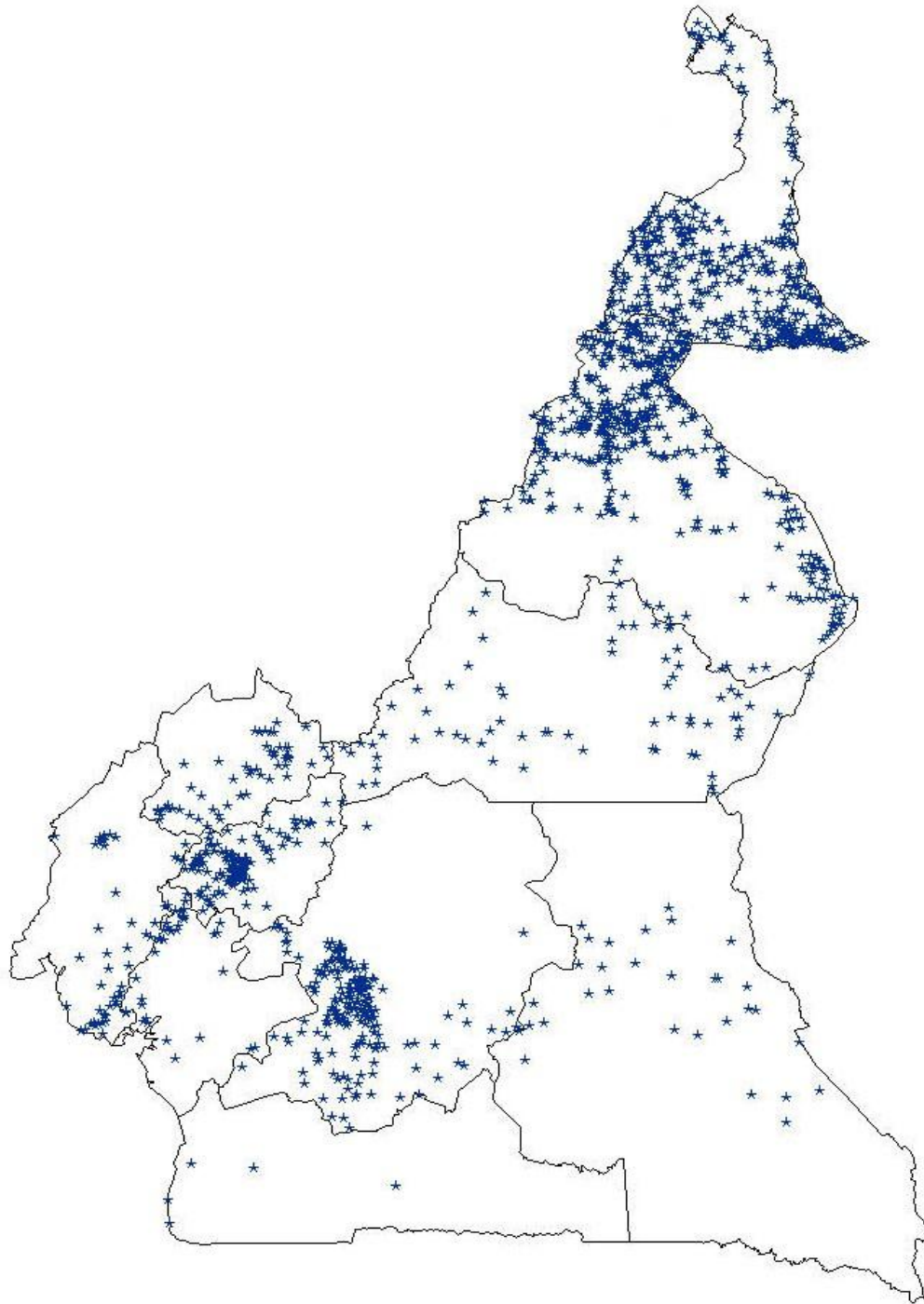
Tableau 43 : Equivalent Point d'Eau en 2004

Équivalent Point d'Eau (pour 300 habitants)	19 291
Population théoriquement desservie	5 787 300
Population susceptible d'être desservie (1)	12 870 925
Taux de desserte théorique (2)	45%

Tableau 44 : Besoins en hydraulique rurale évalués en EPE

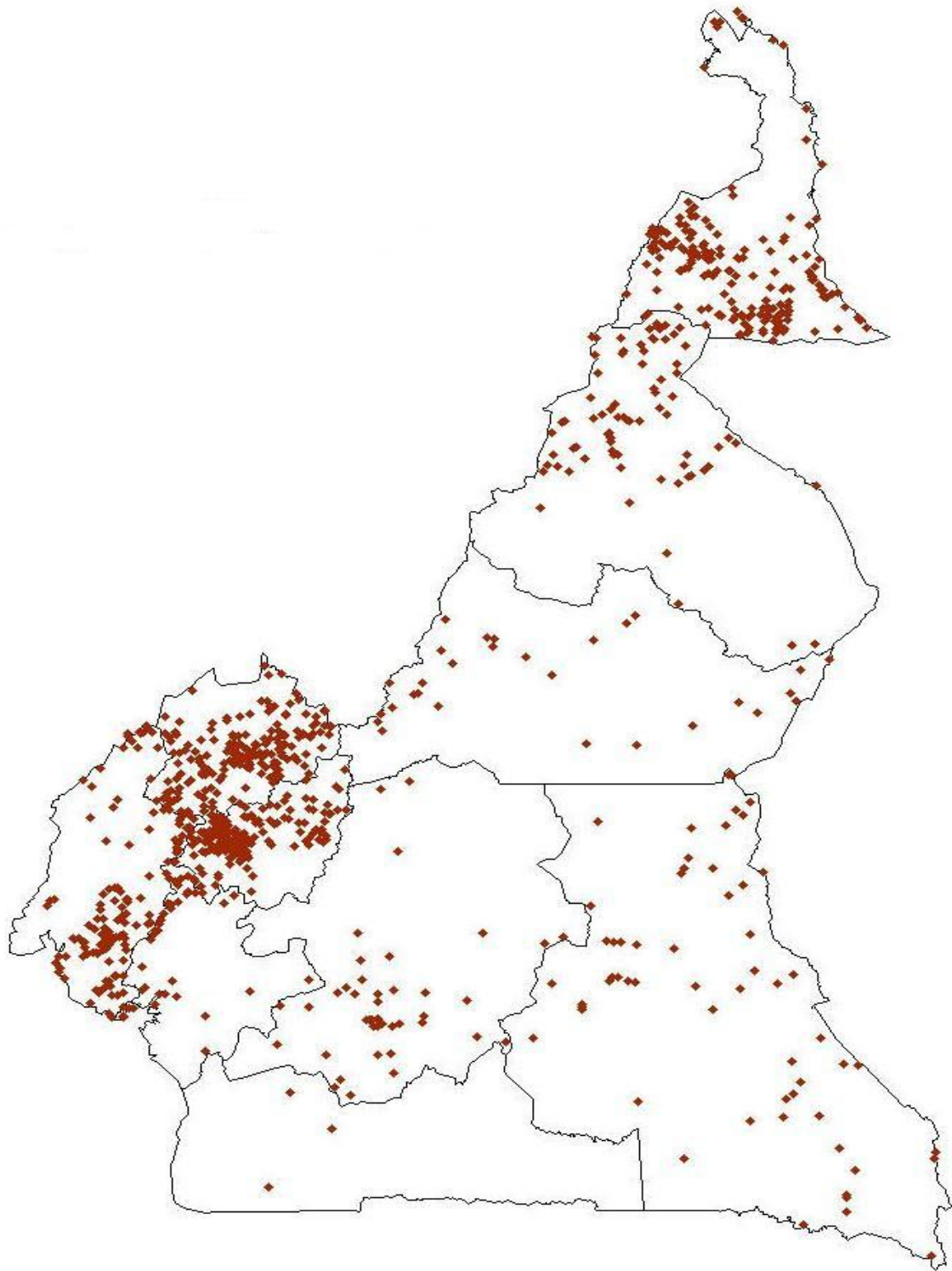
Région	Population rurale	Besoins en ouvrage	Ouvrages disponibles	Ouvrages à réaliser	Taux de couverture	Nombre de villages non alimentés en eau potable
Adamaoua	765 595	2 552	815	1 737	32 %	543
Centre	1 429 032	4 763	3 041	1 722	64 %	1 269
Est	731 178	2 437	1 213	1 224	50 %	794
Extrême-Nord	831 469	8 430	4 153	4 277	49 %	2 516
Littoral	1 736 147	2 772	1 174	1 598	42 %	621
Nord	1 520 572	5 787	3 149	2 638	54 %	1 013
Nord-Ouest	1 520 660	5 069	1 446	3 623	29 %	432
Ouest	446 861	5 769	1 678	4 091	29 %	997
Sud	1 150 462	1 490	1 319	171	89 %	852
Sud- Ouest	1 150 462	3 835	1 314	2 521	34 %	876
Totaux nationaux	12 870 925	42 903	19 302	23 601	45 %	9 913

(Source : Bidjocka, 2004)



(Source : Bidjocka, 2004)

Figure 54 : Localités insatisfaites sur le plan de l'hydraulique rurale



(Source : Bidjocka, 2004)

Figure 55 : Localités de plus de 1000 habitants sans ouvrage d'eau potable

VI.1.3.2- Le milieu urbain

De l'examen des performances du secteur de l'hydraulique urbaine il ressort un constat alarmant. L'ex SNEC n'a pas rempli les obligations fixées par la concession. En effet la moitié des centres inscrits dans la concession n'est pas équipée. Les installations objet de cette concession sont dans l'ensemble obsolètes pour plus de 50 % des centres équipés, en particulier dans les centres secondaires. 96 centres relevant de la concession SNEC sont équipés, 110 autres centres ne sont pas équipés. La liste des centres équipés, tirée des travaux de Bidjocka (2002) est en annexe V et la figure 56 présente leur cartographie par bassin. Il est fort regrettable de constater que le bassin du Lac n'a que 05 centres alors que le problème d'approvisionnement en eau s'y pose avec acuité. Le tableau 45 présente l'état des infrastructures en milieu urbain en 1998.

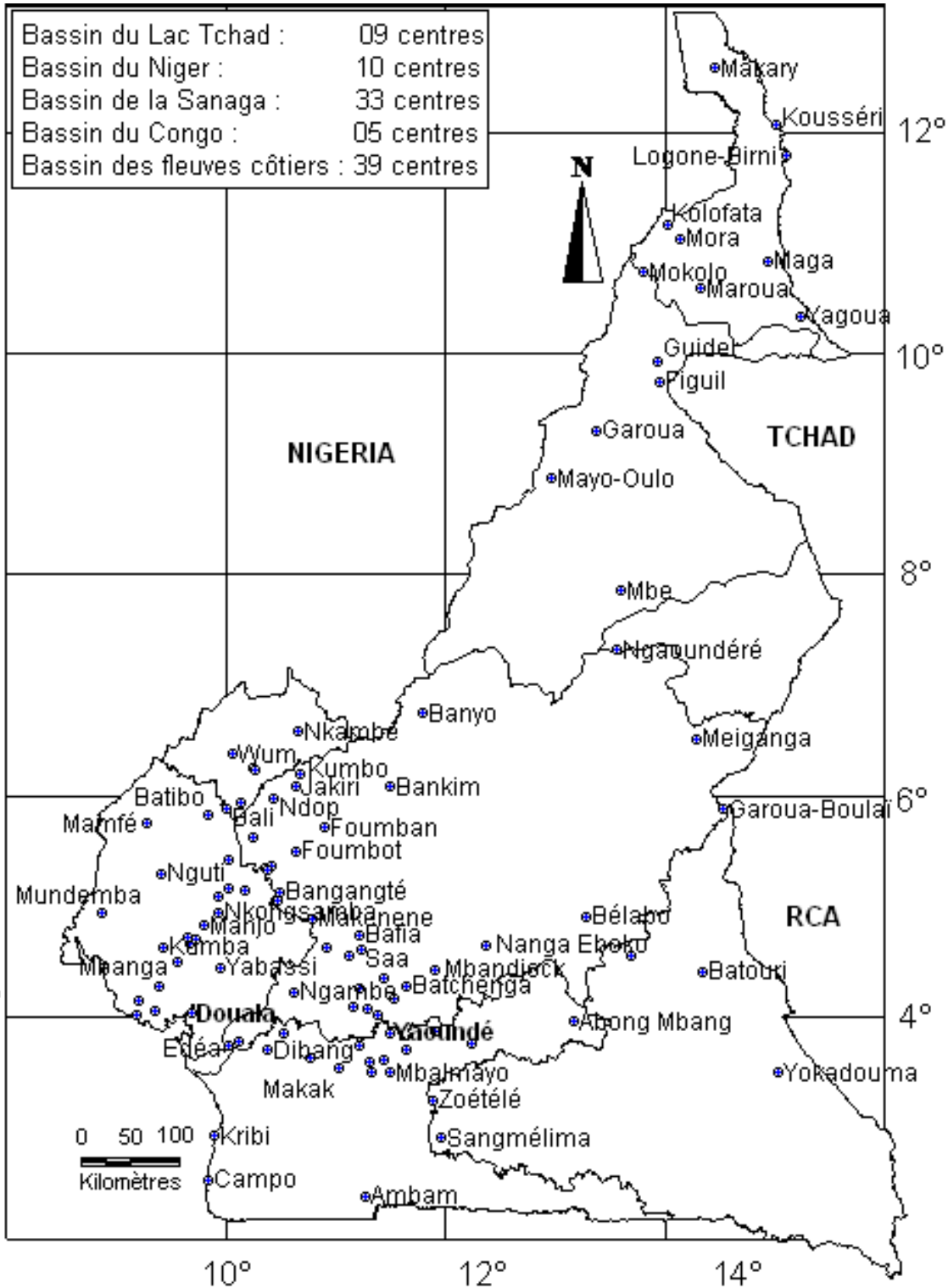
Pour les centres équipés, le service de l'eau est imparfait. Si le rendement de production (90% selon le MINEE, 2005) rentre dans les normes admises, le rendement du service global des réseaux (55% selon le MINEE, 2005) est très mauvais. Les travaux d'extension du réseau de distribution d'eau potable et d'augmentation de la production n'ont pas suivi l'évolution spatiale des centres urbains et la croissance démographique. En 1998, 58 % de la capacité de production était destinée à l'approvisionnement de Douala et de Yaoundé (84 252 abonnés, 54 %). En 2002, la capacité de production n'avait pas augmenté alors que les abonnés étaient au nombre de 109 000 pour Douala et Yaoundé, soit une augmentation de 30% (MINEE, 2005).

L'approvisionnement des grands centres urbains n'est pas sécurisé. On se souviendra de la grande panne (3 semaines) de l'alimentation en eau de Yaoundé du fait d'une avarie sur la conduite d'adduction entre Mbalmayo (station d'Akomnyada) et Yaoundé. La station de la Mefou (Nkolbisson) qui alimentait Yaoundé avant la construction de la station d'Akomnyada a été abandonnée. L'eutrophisation en cours du Nyong vient encore aggraver la situation et oblige à faire recours à des ressources supplémentaires si on veut alimenter Yaoundé en eau potable de façon durable. Pour la ville de Douala, le problème d'accès à l'eau potable se pose avec la même acuité. Là également, il faut envisager une autre source d'alimentation en eau potable. Ceci est un impératif majeur compte tenu du projet "SAWA BEACH" qui est une réponse à un besoin crucial en logements de qualité résultant de l'insuffisance du parc résidentiel, combinée à une forte croissance démographique. Le programme d'investissements de ce projet envisage la réalisation et la construction de résidences, d'équipements collectifs, de centres commerciaux. Dans cette perspective, le projet « SAWA BEACH » édifiera 10 000 logements de haut et moyen standing. L'approvisionnement en eau potable et l'assainissement seront des défis majeurs à relever au cours de la mise en œuvre de ce projet.

VI.1.4- Les énergies de mobilisation

Compte tenu des énormes potentialités énergétiques du Cameroun, l'utilisation des énergies conventionnelles est encore très limitée dans le secteur de l'hydraulique rurale. La plupart des ouvrages existants fonctionnent avec l'énergie traditionnelle

(motricité humaine et exceptionnellement traction animale). La figure 57 illustre le poids des énergies utilisées en hydraulique rurale par région.



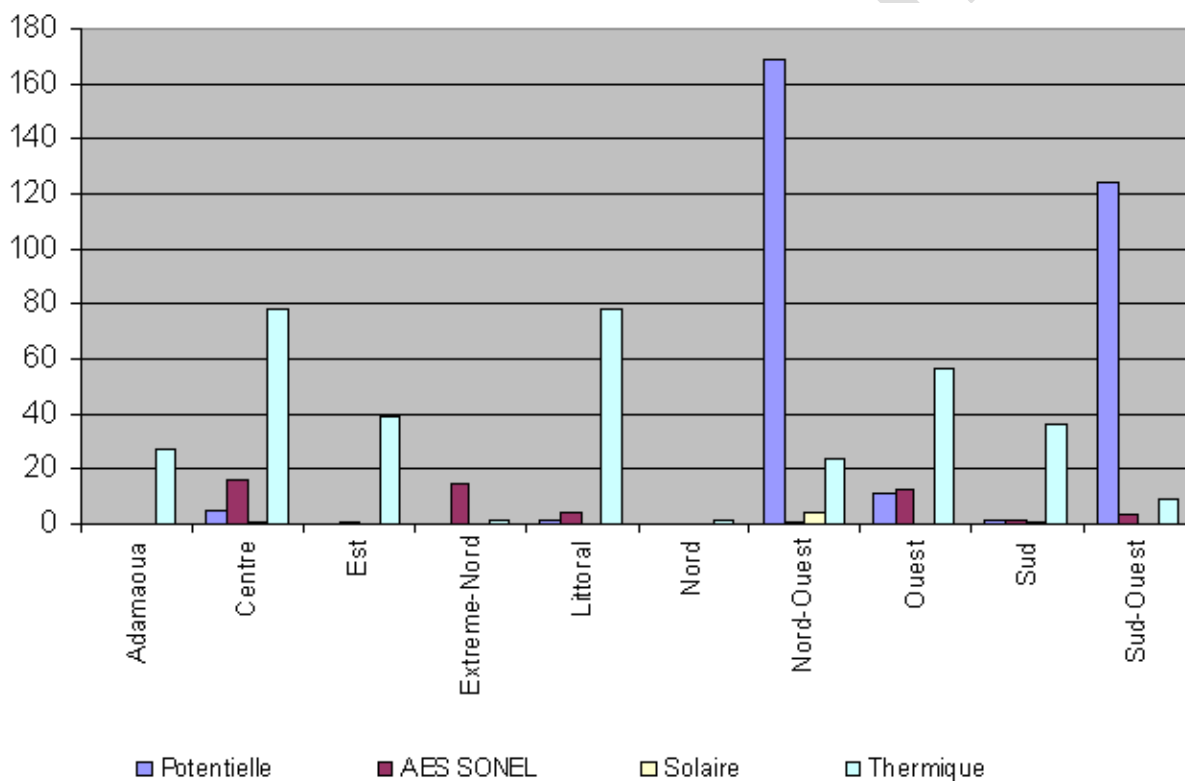
(Source : SNEC)

Figure 56 : Cartographie des centres SNEC par bassin au Cameroun

Tableau 45 : Infrastructures en milieu urbain en 1998

Nombre de centres urbains équipés	99
Capacité de production en m ³ /jour	437 26
Capacité des réservoirs en m ³	201 698
Canalisations (adduction et distribution) en km	3 608
Bornes fontaines	276
Bornes incendies	1 050

(Source : SNEC 1998)



(Source : Observatoire des Ressources Hydraulique in Bidjocka, 2004)

Figure 57 : Poids des énergies utilisées par région

VI.1.4.1- L'énergie humaine

Le Cameroun possède près de 11 606 ouvrages verticaux pour lesquels l'eau est recueillie par une pompe à motricité humaine. Cette forme d'énergie est inadaptée pour des ouvrages très profonds.

VI.1.4.2- L'énergie potentielle

L'énergie potentielle est présente dans le bassin du Niger (région du Nord-Ouest) et dans le bassin des fleuves côtiers (régions du Sud-ouest et de l'Ouest). Près de 333 ouvrages fonctionnent grâce à la gravité.

VI.1.4.3- L'énergie électrique

L'essentiel des équipements en hydraulique rurale fonctionne en 380 volts. Contrairement à la motricité humaine et à la gravité, l'électricité représente un coût que les populations rurales ont du mal à supporter, surtout si elles n'ont pas été associées au projet dès le début. Les formes utilisées jusqu'ici sont le thermique, le réseau conventionnel AES-SONEL, et exceptionnellement le solaire.

VI.1.4.5- Les sources thermiques

Quand on exclue la motricité humaine, l'énergie thermique, est le type d'énergie moderne le plus utilisé en matière de mobilisation en eau : 304 stations SCANWATER et plusieurs centaines d'autres adductions d'eau potable fonctionnent à travers l'ensemble du pays à l'aide de cette source.

VI.1.4.6- Les sources d'énergie conventionnelles

Les sources d'énergie conventionnelles sont relativement moins chères. Elles alimentent une quarantaine de stations SCANWATER et plusieurs dizaines d'autres adductions d'eau sur l'étendue du territoire.

VI.1.4.7- Les sources solaires

Les sources solaires sont très peu utilisées. Certes, quelques expériences ont été initiées çà et là (LAMBI dans le département de l'OCEAN et ENDAMA dans le département de la LEKIE où une station SCANWATER a été transformée pour fonctionner avec l'énergie solaire. Elle sert également d'énergie d'appoint pour le système de chloration dans 4 adductions gravitaires dans le Nord Ouest. Mais à l'échelle nationale, le potentiel reste quasiment inexploité dans le secteur de l'hydraulique rurale. Pourtant, c'est une excellente alternative à l'énergie humaine, notamment dans la région de l'extrême Nord qui est partagé entre le bassin du Lac et celui du Niger. L'absence de l'énergie solaire dans le grand Nord devrait d'ailleurs susciter des interrogations quand on sait combien les potentialités sont énormes dans cette partie du pays.

VI.1.5- La gestion des points d'eau et des mini réseaux

La pérennité des ouvrages d'hydraulique rurale est fortement tributaire d'une gestion adéquate des différents points d'eau ou des mini-réseaux. Cette gestion est confiée à des Comités de Gestion de Points d'Eau (CGPE), chargés de fixer les tarifs, d'organiser les redevances de consommation qui permettent d'assurer l'acquisition des pièces de rechange, des pompes, et le cas échéant, l'entretien du réseau.

La maintenance des ouvrages est confiée par les comités de gestion à des artisans réparateurs dans le cadre des relations contractuelles. Les artisans réparateurs sont généralement formés par les entreprises responsables de l'exécution des travaux. Ils interviennent sur un parc d'une trentaine de points d'eau principalement pour des pannes mineures. Pour des pannes plus importantes, nécessitant des moyens de levage en particulier, ou lorsque l'artisan local est défaillant, ce sont des équipes du fournisseur avec des moyens d'exhaure, généralement situées au niveau régional, qui interviennent.

VI.1.6- L'évolution historique de l'hydraulique rurale au Cameroun

L'hydraulique rurale a connu deux étapes principales désignées sous le vocable de décennies :

- la 1^{ère} décennie ou décennie de la mobilisation de la ressource. Plusieurs technologies ont été développées en vue de mobiliser la ressource compte tenu de la position du Cameroun à plus de 90% en zone du socle. Toutes ces technologies de mobilisation ont été maîtrisées et constituent désormais un acquis ;
- la 2^{ème} décennie est marquée par l'implication des bénéficiaires au développement durable des infrastructures. Elle a été un succès à certains égards, mais on lui reconnaît également plusieurs facteurs limitants :
 - les organisations communautaires qui se développent de façon associative ne sont pas durables dans le temps, donc instables et ne sauraient servir de base pour un développement durable ;
 - la mauvaise maîtrise de la complexité des contraintes inhérentes à la maintenance. Cette complexité découle de trois paliers qui comportent notamment :
 - la maintenance préventive ;
 - la maintenance curative ;
 - la maintenance adaptative.
 - l'équilibre financier de la gestion des ouvrages qui s'effectue à l'échelle micro est difficile à réaliser.

La conjonction de tous les facteurs ci-dessus énumérés impose aujourd'hui de s'orienter vers une troisième décennie qui s'articulerait autour de la recherche de nouveaux acteurs. Il s'agira de favoriser le développement de petits opérateurs à l'échelle locale à travers un ancrage territorial mieux défini qui prend en compte le

principe de subsidiarité, ce qui est compatible avec les mutations en cours du paysage institutionnel marqué par la décentralisation.

L'application de cette troisième décennie impose la prise en compte nécessaire de certain pré requis et ingrédients fondamentaux à savoir :

- le développement d'un cadre juridique incitatif qui favoriserait la mise en place des petits opérateurs ;
- une réforme appropriée du paysage institutionnel ;
- l'avancée vers une amélioration technologique.

Le socle de cette troisième décennie serait le développement de **l'Hydraulique Amélioré** en milieu rural qui s'appuierait sur l'existant.

VI.1.7- Les programmes en étude et/ou en cours de réalisation

De 1997 à 2004, trois opérations ont été achevées ou sont en cours, pour un montant global de 23,8 milliards de FCFA. Il s'agit de :

- l'adduction en eau potable des villes de Bafoussam, Bandjoun, Baham, Bamendjou et Bamenka dans la région de l'Ouest ;
- l'adduction en eau potable de l'axe Mokolo-Mora dans l'Extrême Nord ;
- l'adduction en eau potable de la ville de Soa dans la région du Centre.

Ces projets ont été financés respectivement par la KFW allemande, la Banque Islamique de Développement et la coopération technique Belge. Une étude pour la réhabilitation de 16 centres secondaires devant approvisionner 1,5 millions d'habitants est achevée et est en attente de financement. Cette étude de 700 millions de FCFA a été financée par le Fonds Africain de Développement. D'autre part, un planning pour la période 2001-2011, prévoyait un équipement des 108 centres non équipés.

Ces différents programmes viendront simplement combler le déficit actuellement observée dans le secteur de l'approvisionnement en eau potable. Selon le DSCE (Document de Stratégie pour la Croissance et l'Emploi) publié par le Ministère de l'Economie, de la Planification, et de l'Aménagement du Territoire (MINEPAT) en 2009, la population camerounaise sera de 26,5 millions d'habitants à l'horizon 2009. Les besoins domestique en eau passeront donc de $326,27 \cdot 10^{-3} \text{ km}^3$ à $483,6 \cdot 10^{-3} \text{ km}^3$ soit une augmentation de 32 % en 10 ans.

VI.2- L'approvisionnement en eau pour l'élevage

Les activités d'élevage sont concentrées dans la partie septentrionale du Cameroun, dans les bassins du Lac Tchad et du Niger.

VI.2.1- L'origine de la ressource

En hydraulique pastorale, l'eau de surface est prioritairement mobilisée. Il s'agit surtout de l'eau des rivières et des mares. Cependant, dans les régions où l'eau est rare, l'eau souterraine est exploitée.

VI.2.2- Les technologies de mobilisation

Dans le domaine de l'hydraulique pastorale, les technologies de mobilisation des ressources en eau superficielles sont des retenues collinaires, des mares artificielles ou naturelles. C'est surtout le cas dans le bassin du Lac Tchad. Les puits et les forages pastoraux sont alors équipés d'abreuvoirs. Les éleveurs et les populations riveraines s'approvisionnent généralement à ces points d'eau, avec tous les risques que cela comporte.

VI.2.3- Les performances du secteur

Selon le MINEE (2007), et ce à travers le forum de l'eau de Maroua (20 au 21 août 2007), le cheptel de la région de l'extrême Nord est évalué à 6 402 500 UBT. Le tableau 46 dresse un état des lieux des ouvrages d'hydraulique pastorale. Seul 0,56 % du cheptel est couvert. En outre, les ouvrages d'hydraulique pastorale existants souffrent d'une mauvaise répartition due à la :

- faible adhésion des bénéficiaires ;
- faible assistance de l'administration de l'administration ;
- géologie non propice ;
- non mise à jour de la carte hydrogéologique.

Ces problèmes de l'hydraulique rurale créent des pressions sans cesse croissantes sur les ressources en eau. La transhumance et la migration sont accentuées. Des conflits entre éleveurs autour des points d'eau sont de plus en plus récurrents.

Tableau 46 : Ouvrages d'hydraulique pastorale dans la région de l'extrême Nord

Type de points d'eau	Points d'eau existants	Points d'eau exploités	UBT par point d'eau	Couverture
Puits pastoraux	43	34	250	8 500
Mares	38	38	550	20 900
Barrages	03	03	1100	3 300
AE pastorale	02	02	750	1 500
Puits artésiens	07	07	200	1 750
Total				35 950

(Source : MINEE, 2007)

VI.2.4- Les programmes en étude et/ou en cours de réalisation

Le MINEPIA a bénéficié d'un financement de 5,36 milliards de FCFA de la part de l'Agence Française de Développement pour la réalisation de 300 ouvrages (puits, mares, retenues collinaires/barrages) destinés au gros bétail sur les parcours de la partie septentrionale du pays, identifiés par le MINEPIA dans sa stratégie.

VI.3- L'approvisionnement en eau pour l'irrigation

Les principales surfaces irriguées du Cameroun se trouvent dans le bassin du Lac Tchad, le bassin du Niger et le bassin des fleuves côtiers. Dans le bassin du Lac Tchad, il s'agit surtout des périmètres irrigués de la SEMRY. Dans le bassin des fleuves côtiers, les principales zones agricoles sont des bananeraies. Dans le bassin du Niger, on a les aires de culture du Sorgho et les périmètres irrigués de Lagdo.

VI.3.1- L'origine de la ressource

L'eau de surface constitue la principale ressource en eau mobilisée pour l'irrigation. L'eau souterraine est mise à contribution dans une faible proportion. Selon la FAO (2005), la proportion d'eau douce mobilisée pour l'irrigation au Cameroun est de 74 %. La ressource en eau utilisée pour l'irrigation représente 0,26 % des ressources en eau renouvelables du Cameroun.

Dans le bassin du Lac Tchad, les eaux de surface sont stockées dans l'aménagement hydro agricole de Maga. D'une capacité de 600 millions de m³ d'eau à sa côte de remplissage, pour une superficie de 39.000 ha, l'aménagement de Maga est alimenté essentiellement par les eaux des mayo Tsanaga et Boula qui drainent à eux seuls les 70% du volume d'eau total issu des monts Mandara (WMO et GWP, 2003). Il reçoit également les eaux du Mayo Guerléo, principal défluent du Logone dans la localité de Yagoua.

VI.3.2- Les technologies de mobilisation

Dans les technologies de mobilisation des ressources en eau pour l'irrigation il faut considérer le cas des grandes surfaces irriguées de celui des petites surfaces. Cela conduit à distinguer les systèmes d'irrigation à grande échelle, utilisés pour le riz, la banane et l'ananas, et les systèmes d'irrigation à petite échelle.

Dans l'irrigation des grandes surfaces, des prises d'eau en rivières sont majoritairement utilisées. Il s'agit d'ouvrages destinés à dériver la totalité ou une fraction du débit d'un cours d'eau dans un canal alimentant un réseau d'irrigation, lui-même constitué de canaux à ciel ouvert ou fermé amenant l'eau vers des parcelles de cultures. Dans le bassin du Lac Tchad, l'irrigation gravitaire est permise par le stockage des eaux de crue du Logone derrière une digue-barrage longue de 27 km, entre Pouss et Guirvidig, créant une retenue de 350 km², le lac de Maga. Cette technique d'irrigation a eu du succès dans la région montagneuse de l'Ouest, notamment pour les jardins maraîchers.

Les techniques d'irrigation en conduite sous pression sont très employées dans le bassin des fleuves côtiers ; c'est système d'irrigation en réseau constitué de conduites, raccords et autres dispositifs conçus et installés pour acheminer l'eau sous pression de la source jusqu'à la superficie à irriguer. L'eau est ensuite répartie sur toute la superficie sous la forme de gouttes de pluie (irrigation par aspersion), ou appliquée latéralement (irrigation de surface). L'irrigation par aspersion est prioritairement mise en oeuvre dans les bananeraies du Mounjo ; elle limite les

gaspillages d'eau contrairement à l'irrigation de surface qui est plus répandue dans le bassin du Lac Tchad et du Niger. Dans le bassin du Lac Tchad l'irrigation de surface se fait avec des bassins pour les rizicultures de la SEMRY. Dans le bassin du Niger l'irrigation de surface est mise en œuvre par épandage des crues, notamment dans les aires de culture du sorgho de Garoua.

Pour les systèmes d'irrigation à petite échelle, l'utilisation des biefs est très courante dans les régions du Nord Cameroun. Il s'agit de petite construction dans un mayo (cours d'eau non permanent) qui pour but de ralentir la vitesse de l'eau dans le mayo et de retenir une partie de l'eau des crues pour qu'elle s'infilte dans le sol. L'infiltration permet de la réalimentation des nappes souterraines et des puits situés en aval de ces ouvrages. L'humidité entretenue dans les terrains accumulés en amont de ces ouvrages permet des cultures peu exigeantes en eau. Il faut aussi signaler l'usage des puits et puisards agricoles, non busés, de faible profondeur, dont l'exhaure se fait par balancier (chadouf) ou par traction animale. Des forages sont aussi utilisés à des fins agricoles. Un dimensionnement au cas par cas est nécessaire, compte tenu des besoins auxquels ils doivent répondre.

VI.3.3- Les performances du secteur

Selon la FAO (2005), l'efficacité du secteur de l'hydraulique agricole est de 30 %. Ce faible rendement peut être dû :

- aux conditions hydro climatiques ;
- aux facteurs socio-économiques ;
- aux choix des techniques d'irrigation.

Pour les conditions hydro climatiques, la situation en cours dans le bassin du Lac Tchad est assez illustrative. Les pompages dans le Logone ne sont possibles que dans les limites imposées par le débit d'étiage et par les accords conclus avec le Tchad pour le partage des eaux.

Dans le cas de Maga, le barrage devait assurer initialement l'irrigation de 7000 ha de rizières, en réalité il alimente moins de la moitié de cette surface de nos jours en raison des difficultés financières de la SEMRY et des problèmes que rencontrent les populations locales pour la maîtrise des nouvelles techniques culturales. Selon la SEMRY (2007), le délabrement de différents aménagements hydro-agricoles est devenu un sérieux handicap à une bonne gestion de l'eau. Ce qui se traduit par une forte régression aussi bien des superficies emblavées que des rendements et de la production. En effet, selon le rapport national d'investissement (2007), le système d'irrigation moderne couvrait une superficie de 25 654 ha en 2000 ; 22 450 ha correspondait aux zones équipées en maîtrise totale de l'eau dans les périmètres gérés auparavant par les sociétés d'Etat. Les superficies équipées en maîtrise totale/partielle ont diminuées de 42,1 %. Elles sont passées de 20 970 ha à 12 150 ha.

Certains systèmes d'irrigation sont plus rentables que d'autres. Leurs performances sont appréciées suivant un certain nombre de paramètres présentées dans le tableau 47 sur la base de plusieurs études.

Tableau 47 : Performances des différents systèmes d'irrigation

Type and description of systems	Average Irrigation Performance Parameters from many tests					Source of information
	Application Efficiency, %	Requirement Efficiency, %	Distribution Uniformity (surface irrigation), %	Christensen's Uniformity Coefficient, %	Observations	
Closed-ended Furrows	63.5	100	40	NA		Fonteh <i>et al.</i> , (2002)
Locally made gravity operated sprinklers	28.0	35	NA	18.2	Sprinkler spacing too big. Considerable improvements were obtained from increased overlap of sprinklers	Ngatchou, (1998)
Locally made gravity operated sprinklers	54.1	84.7	NA	21.7	Sprinkler spacing too big. Considerable improvements were obtained from increased overlap of sprinklers	Lekeufack, (1998)
Closed-ended furrow irrigation	86.5	92.3	72.6	NA	Furrows of 18-22 m length	Tekeubeng, (1999)
Locally made gravity operated sprinklers	100	27.0	NA	20.0	Very low % overlap of the wetted pattern of sprinklers	Ayangma, (1999)
Under tree sprinkler irrigation at Delmonte, Cameroon	43.7	97.7	NA	66.1	High deep percolation losses of up to 57 %	Mbiele, (1999)
Under tree sprinkler irrigation at Delmonte Cameroon	43.1	94.5	NA	60.4	High deep percolation losses of up to 57 %	Ntankouo, (1999)
SPNP-SBM-PHP Group	?	?		?		

Source: Fonteh, (2003)

VI.3.4- Les programmes en étude et/ou en cours de réalisation

Les informations relatives aux projets en étude ou en cours de réalisation ne sont pas disponibles quand bien même elles existent.

VI.4- L'approvisionnement en eau pour la production hydroélectrique

L'essentiel de la production d'électricité du Cameroun vient des aménagements hydroélectriques. La capacité de production d'électricité du Cameroun est 843 MW dont 719 MW proviennent de l'hydroélectricité, soit 84%.

VI.4.1- L'origine de la ressource

Pour la production hydroélectrique la seule ressource actuellement utilisée est l'eau de surface. Les plus part des ouvrages hydroélectriques sont construits au fil de l'eau. Les principaux cours d'eau sollicités se trouvent dans le bassin de la Sanaga. Il s'agit du Noun, du Djérem, du Mbam et de la Sanaga. Dans le bassin du Niger, un ouvrage de production est construit sur la Bénoué.

VI.4.2- Les technologies de mobilisation

Les ouvrages hydroélectriques comprennent les centrales de production suivantes : Edéa, Song Loulou et Lagdo. La régularisation des centrales d'Edéa et Song Loulou est assurée par trois barrages de retenue : Mbakaou sur le Djérem, Mape sur le Mbam, et Bamendjing sur le Noun. Les caractéristiques de ces ouvrages sont présentées dans les tableaux 48 et 49 et leur localisation est donnée par les figures 58 et 59. La plus part de ces ouvrages sont localisés dans le bassin de la Sanaga, ce qui atteste des énormes potentialités hydroélectriques de ce cours d'eau.

VI.4.3- Les performances du secteur

Selon Atlas du potentiel hydroélectrique du Cameroun publié par la SONEL, le potentiel hydroélectrique sauvage des bassins hydrographiques camerounais est de 294 TWh/an pour un potentiel équipable de 115 TWh/an dont plus la moitié sur le fleuve Sanaga. Les figures 60 à 64 illustrent les énormes potentialités hydroélectriques de quelques cours d'eau du Cameroun. Comme mentionné ci-dessus, la capacité de production d'électricité du Cameroun est 843 MW dont 719 MW proviennent de l'hydroélectricité, soit 84%. Malgré son extraordinaire potentiel hydroélectrique, le Cameroun connaît un réel déficit énergétique. Les facteurs suivants expliquent ce déficit énergétique :

- l'insuffisance des moyens de production qui est la conséquence d'un sous investissement chronique ;
- l'augmentation rapide de la demande qui est de 6 % an (Missions Economiques, 2007) et en relation avec la reprise économique, la croissance démographique ;
- les étiages sévères enregistrés sur le cours d'eau Sanaga ;

Tableau 48 : Caractéristiques des centrales de production hydroélectrique

Ouvrages Caractéristiques	Centrale d'Edéa	Centrale de Song Loulou	Centrale de Lagdo
Bassin	Sanaga	Sanaga	Bénoué
Cours d'eau	Sanaga	Sanaga	Niger
Capacité de stockage (10^6 m³)	-	5	7700
Digue	Barrage en enrochement	Barrage en enrochement	Digue principale zonée
Hauteur maximale de chute (m)	22 (hauteur de chute nette moyenne)	41,5	28
Hauteur minimale de chute (m)		36,5	16
Débit nécessaire en étiage (m³/s)	111,5 (débit correspondant à la hauteur de chute nette moyenne)	130	-
Débit nécessaire en crue (m³/s)		152	-
Puissance installée (MW)	263	384	72

Tableau 49 : Caractéristiques des réservoirs hydroélectriques

Ouvrages Caractéristiques	Réservoir de Mbakaou	Réservoir de Bamendjing	Réservoir de Mapé
Bassin	Sanaga	Sanaga	Sanaga
Cours d'eau	Djérem	Noun	Mbam
Cote maximale (m)	846,01	1 150,49	715,5
Volume d'eau correspondant à la cote maximale (10^6 m³)	2 601	1 697	33 322
Cote minimale	838,84	1 146,46	710,09
Volume d'eau correspondant à la cote maximale (10^6 m³)	315,5	582	1 267
Digue	Digue en terre homogène	Digue en terre	Digue en terre avec tapis d'étanchéité
Evacuateur	Evacuateur de crue de surface + ouvrage de restitution de fond en béton	Evacuateur de crue servant également d'ouvrage de restitution	Evacuateur de crue à pertuis de fond servant également d'ouvrage de restitution

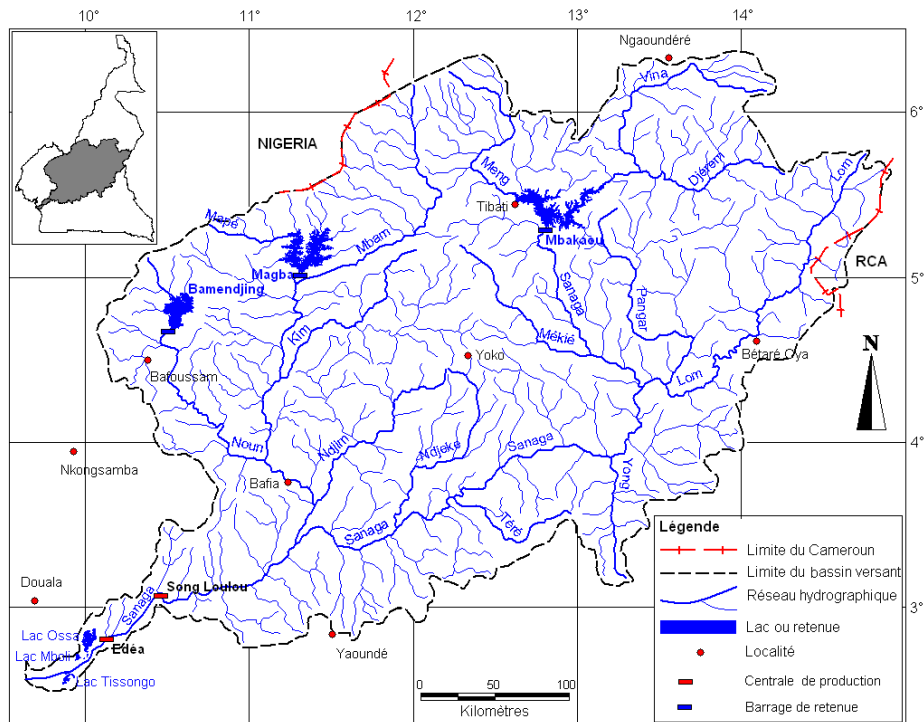


Figure 58 : Ouvrages hydroélectriques dans le bassin de la Sanaga

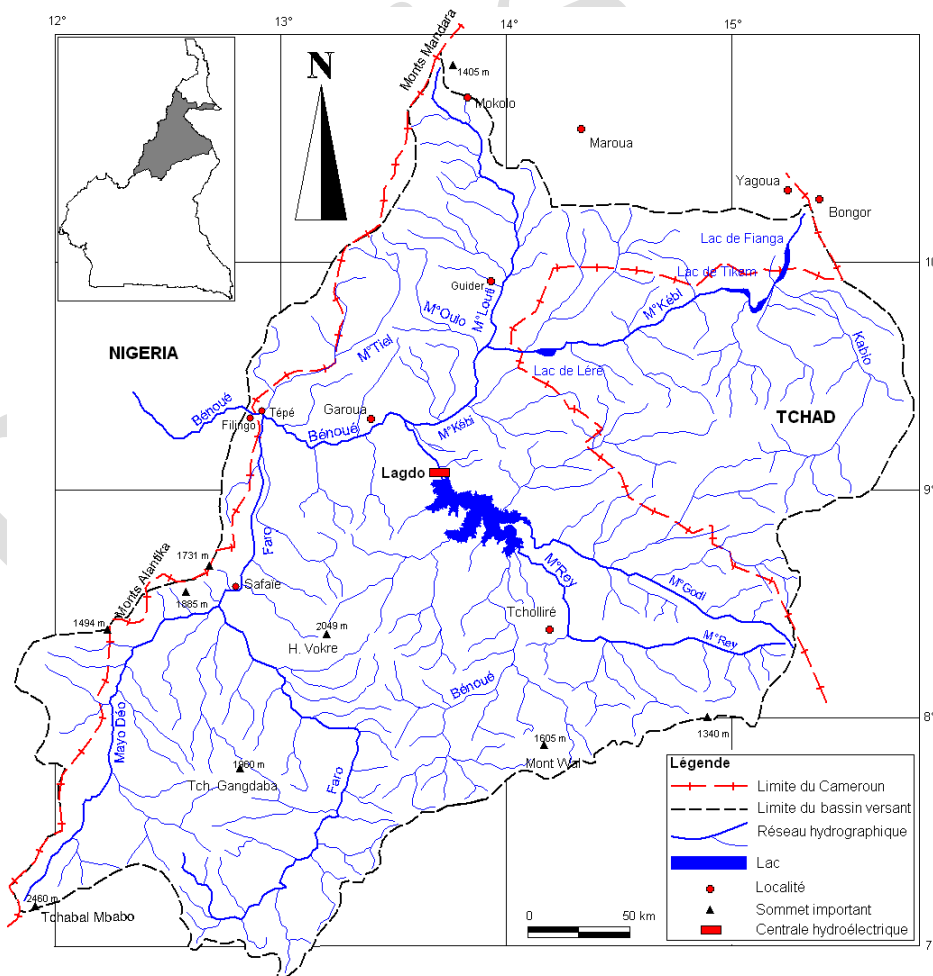


Figure 59 : Ouvrage hydroélectrique dans le bassin du Niger

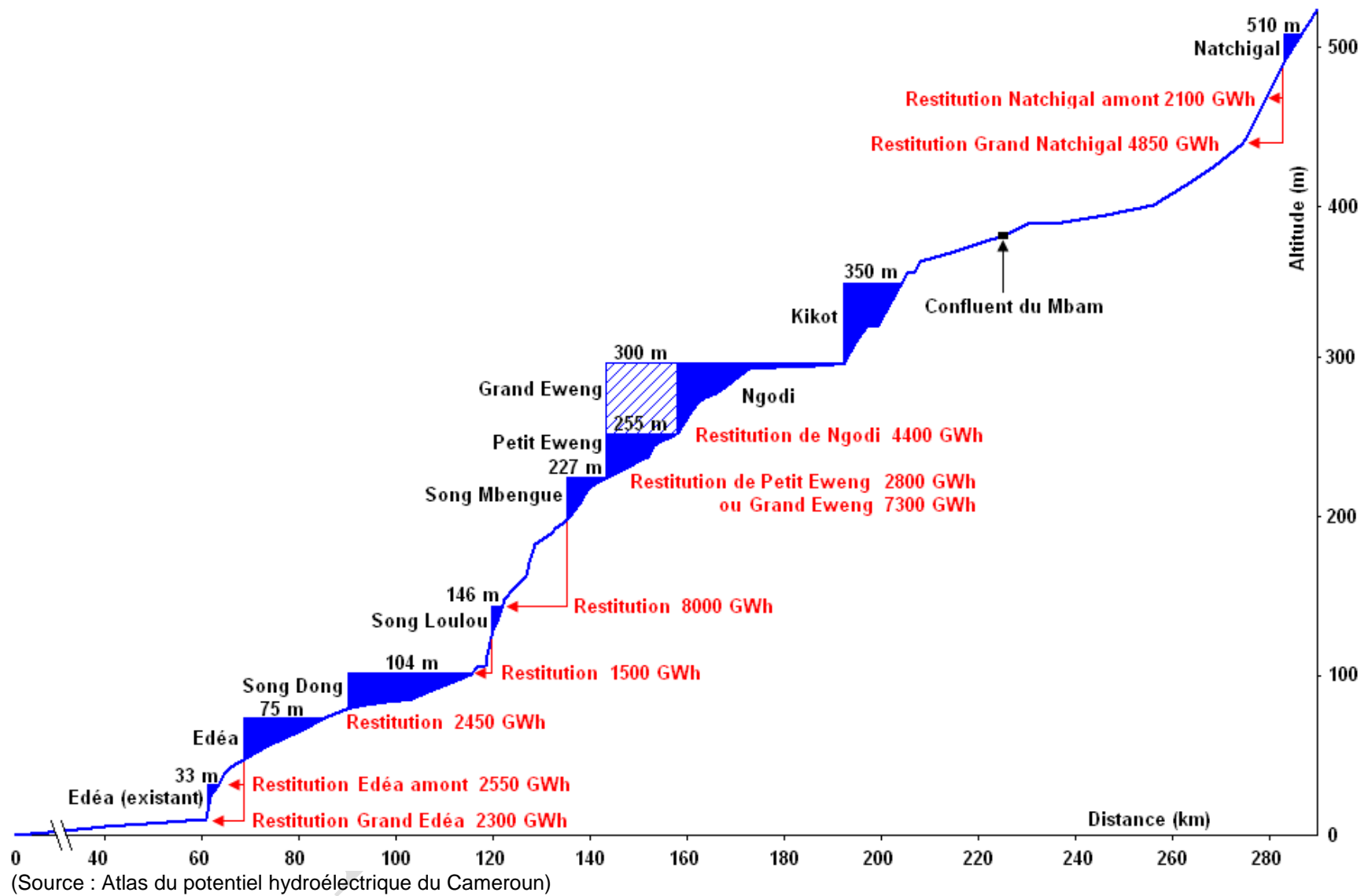


Figure 60 : Potentialités hydroélectriques du fleuve Sanaga

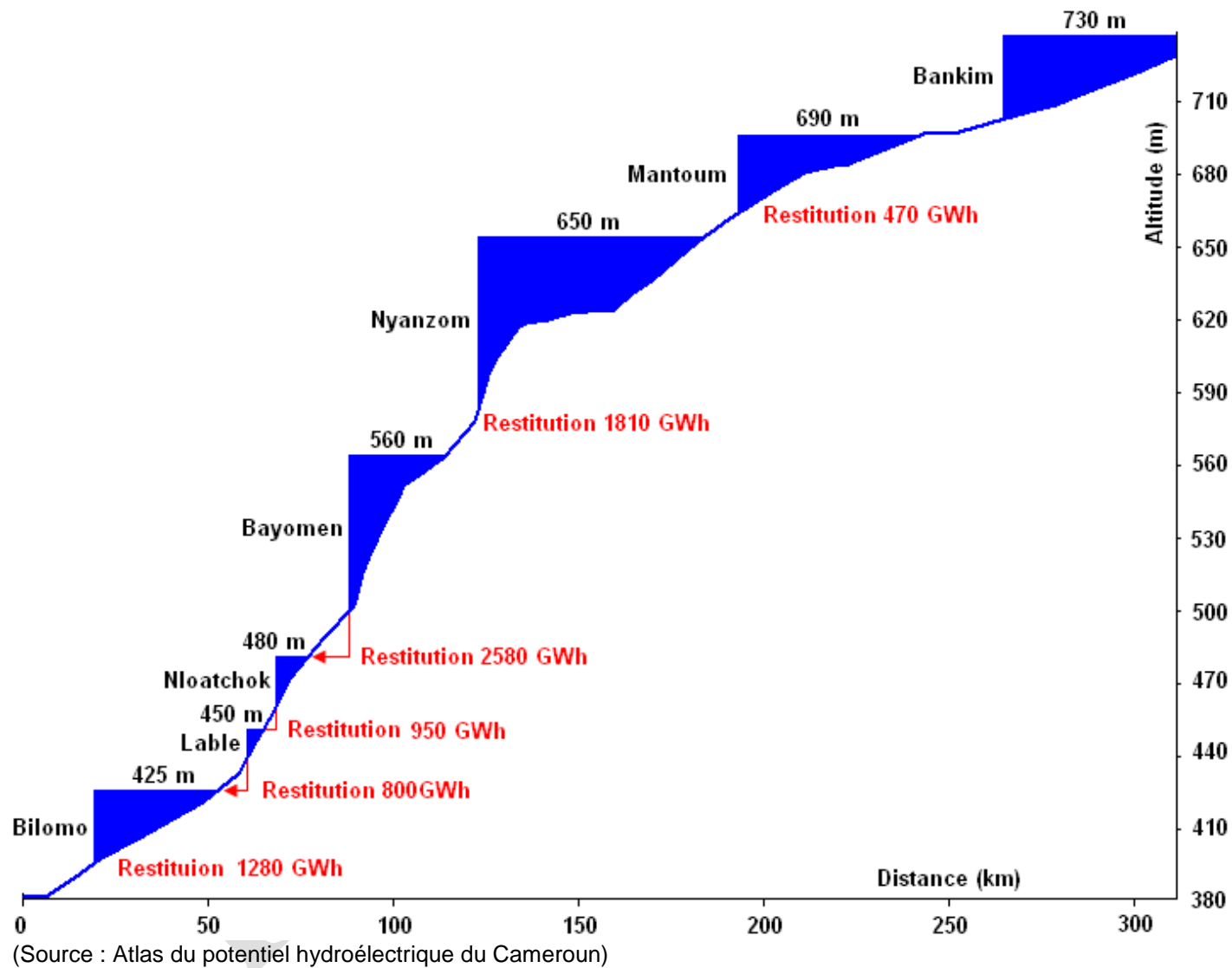


Figure 61 : Potentialités hydroélectriques du fleuve Mbam

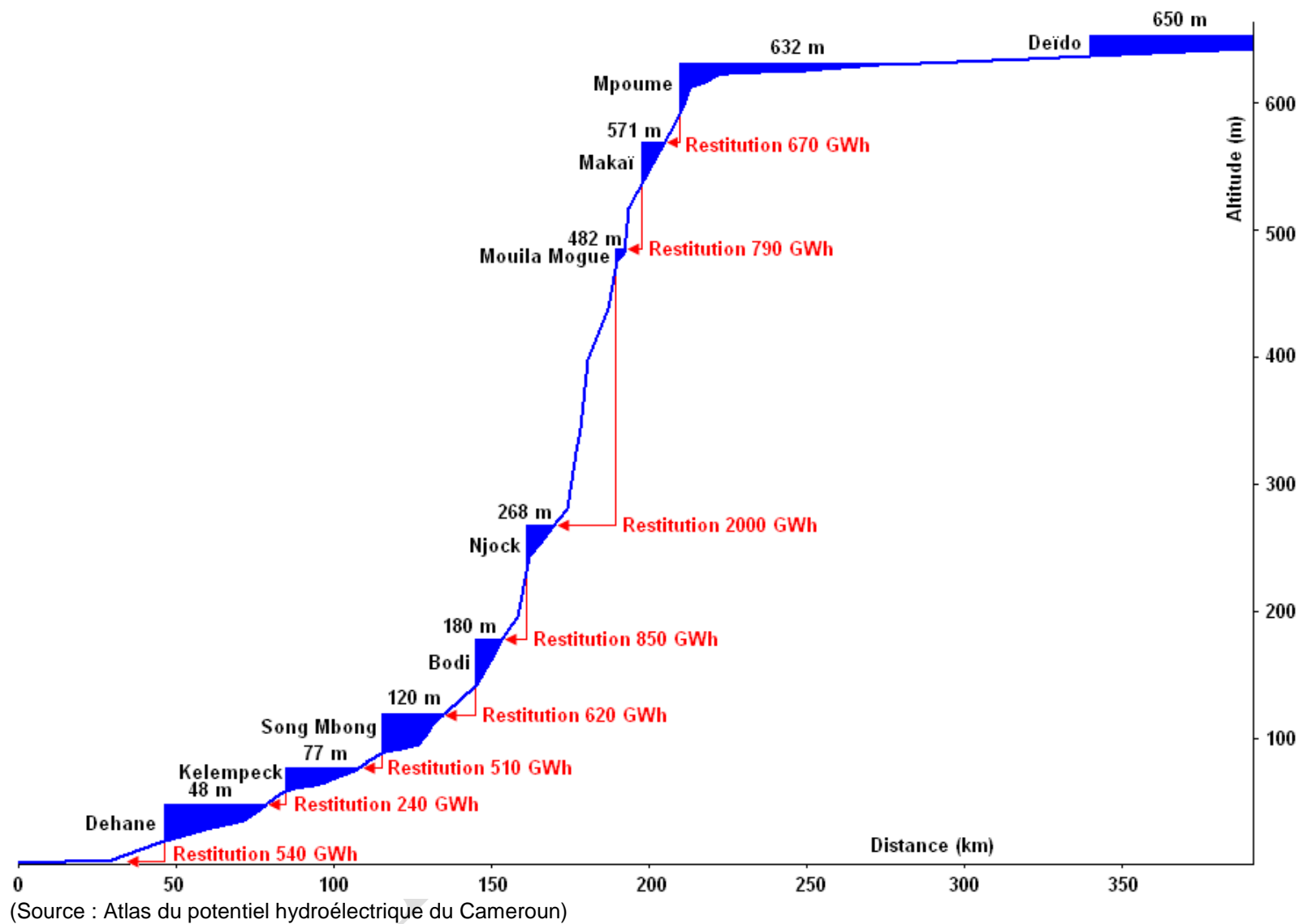


Figure 62 : Potentialités hydroélectriques du fleuve Nyong

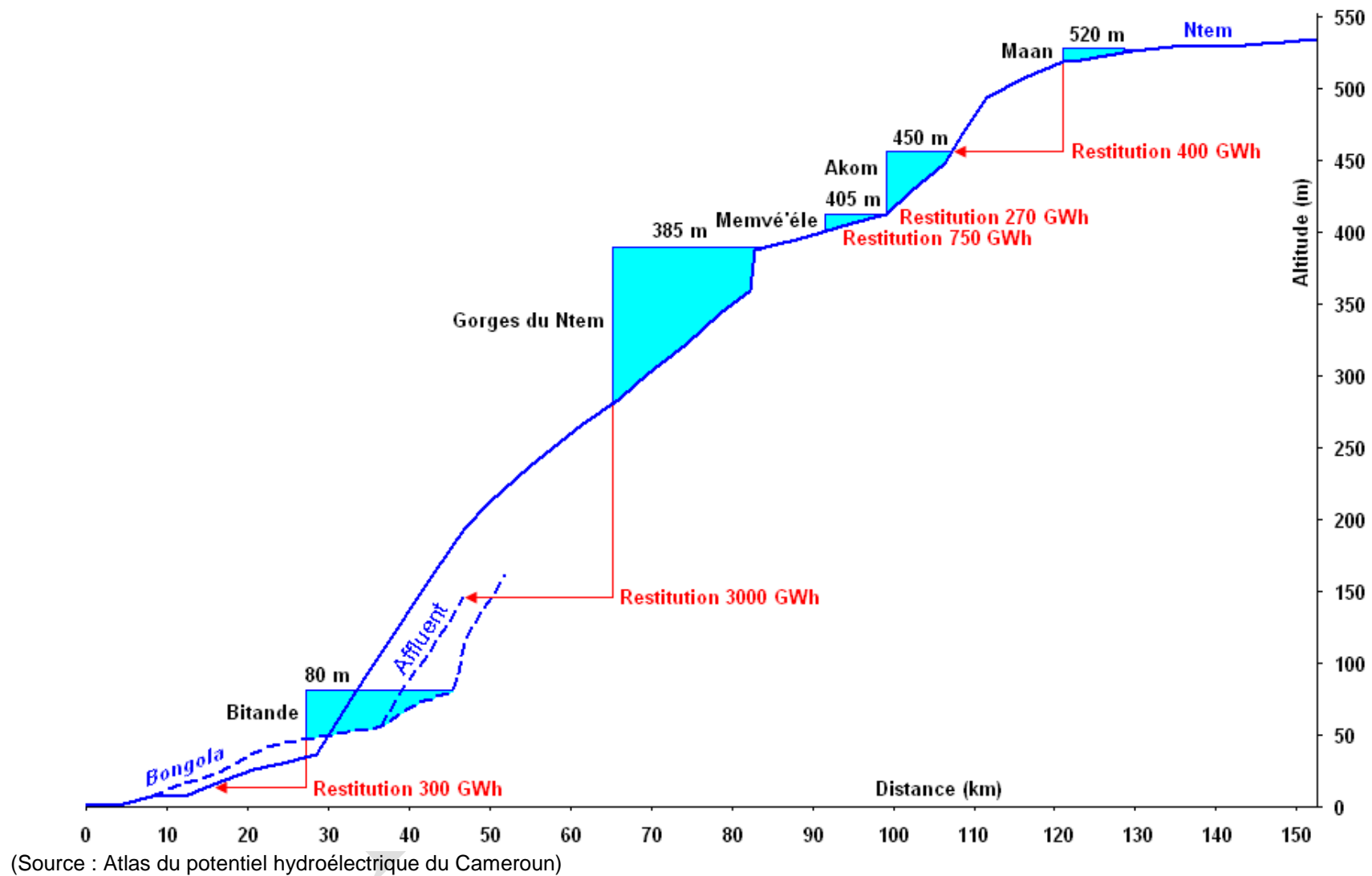


Figure 63 : Potentialités hydroélectriques du fleuve Ntem (1^{ère} option)

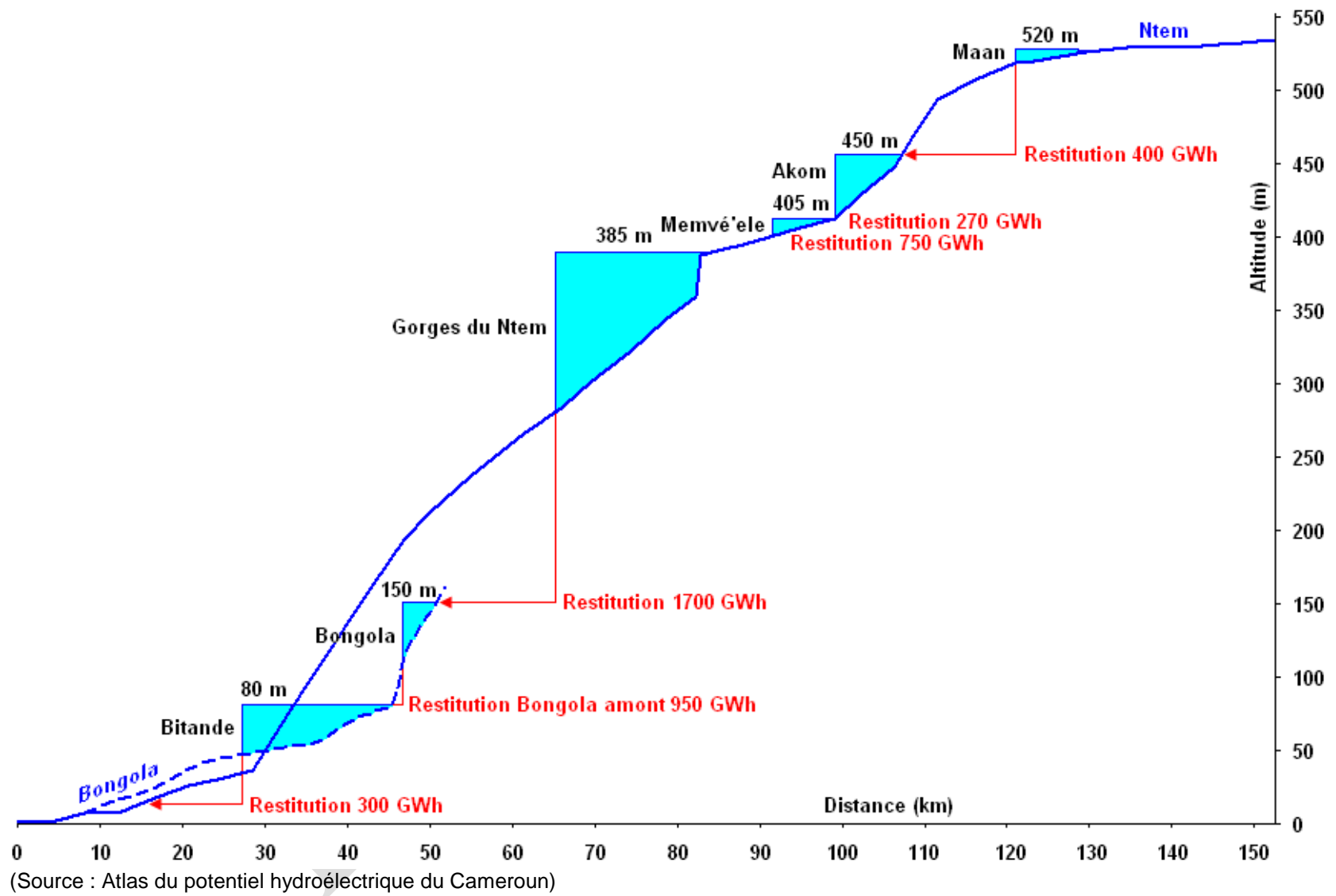


Figure 64 : Potentialités hydroélectriques du fleuve Ntem (2^{nde} option)

- l'inexistence d'un plan de maintenance (curative) au niveau des barrages de retenue ;
- l'inexistence d'un plan de développement des capacités au niveau de la société ;
- les mauvaises conditions météorologiques que connaît le pays depuis quelques années.

Ce déficit énergétique constitue un frein à la croissance économique. L'usine ALUCAM, qui consomme près de la moitié de l'énergie hydroélectrique produite au Cameroun, tourne à moins de 70 % de ses capacités. Certaines entreprises doivent ainsi faire appel à d'autres sources d'approvisionnement, par exemple les groupes électrogènes, si elles veulent fonctionner en continu. Cette option induit des coûts supplémentaires (achat du générateur et carburant) qui rendent l'entreprise peu compétitive, à cause des coûts de facteurs de production élevés. La qualité de vie des populations est également affectée par le déficit de la production hydroélectrique. Ces dernières ont d'ailleurs manifesté leur exaspération dans plusieurs localités en 2007, suite aux coupures prolongées du courant électrique.

VI.4.4- Les programmes en étude et/ou en cours de réalisation

Un certain nombre de projets hydroélectriques sont en étude ou en cours d'exécution. Ces projets sont présentés dans le tableau 50. Le bassin de la Sanaga héberge la majorité des projets, ce qui confirme ses énormes potentialités hydroélectriques. Dans ce bassin, les projets suivants sont en cours : Song Mbengue, Song Dong, Kikot, Lom Pangar, Natchigal, Ndokayo, Ngambe Tikar. Le projet de barrage de Lom Pangar permettra de garantir en période d'étiage un débit minimal de 1040 m³/s à Song Loulou et 182 MW de puissance garantie pour les aménagements hydroélectriques de Song Loulou et Edéa, générant un complément d'énergie de 702 GWh.

Dans le bassin du Lac le projet en cours est L'aménagement hydroélectrique de 75 MW projeté sur la Bini à Warak. Sa mise en service est envisagée pour 2011. En plus d'apporter un complément d'énergie au réseau interconnecté Nord, cette centrale servira de source au projet d'interconnexion Cameroun-Tchad. Les études préparatoires (études d'APD et EIE) ont été engagées au cours de l'exercice budgétaire 2007 et donneront lieu au lancement des appels d'offres pour la réalisation des ouvrages.

Des aménagements hydroélectriques sont également prévus sur le bassin du Congo. Ces ouvrages projetés sont celui de Gbazoumbe sur la Kadeï et celui de Chollet sur le Dja. L'aménagement de Gbazoumbe est une solution aux problèmes énergétiques de l'Est. Le projet devrait également permettre de couvrir les besoins d'électrification transfrontalière avec la Rca. Le barrage de Chollet (400 à 500 MW) sur le Dja à la frontière du Cameroun et du Congo, proposé par le Congo dans le cadre du Pool Énergétique d'Afrique Centrale (PEAC), sera un exemple d'intégration régionale.

Un certain nombre de projets sont également en cours de réalisation ou d'étude dans le bassin des fleuves côtiers. La plus part d'entre eux sont relatifs à la construction des micro centrales. Les sites retenus sont : Yoke, Malale, Ebie Mbonge, Bekele.

Tous ces sites sont situés dans la partie méridionale du bassin du Niger, dans la région du Sud-Ouest. Il faut aussi signaler les projets de Ndjock sur le Nyong et Olamze sur le Ntem. Mais le projet le plus important est celui du barrage de Memvé'ele sur le Ntem.

La conduite à terme de tous ces programmes est un impératif au regard de la croissance industrielle en cours. A titre illustratif, l'usine ALUCAM envisage de faire passer sa production de 90 000 à 300 000 tonnes. Un projet qui induit l'accroissement des besoins énergétiques de l'entreprise, qu'Aes-Sonel devra satisfaire à travers de nouveaux investissements. Un accord a d'ailleurs été signé entre AES-SONEL ET ALUCAM. Cet accord conclu entre les deux entreprises devrait contribuer à un accroissement de la capacité d'approvisionnement d'AES-SONEL, qui devra absolument couvrir les besoins d'ALUCAM estimés à 490 mégawatts en 2013, auxquels il faut ajouter 250 mégawatts supplémentaires d'ici à 2015.

Tableau 50 : Projets d'aménagements hydroélectriques

Bassin	Projet	Cours d'eau	Capacité (MW)
Lac Tchad	Bini	Bini	75
Sanaga	Song Mbengue	Sanaga	900
	Song Dong	Sanaga	280
	Kikot	Sanaga	450
	Lom Pangar	Lom et Pangar	51
	Natchigal	Sanaga	300
	Ndokayo	Meri (affluent de Lom)	
	Ngambe Tikar	Mbam et Kim	
Congo	Gbazoumbe	Kadeï	12
	Chollet	Dja	400 à 500
Fleuves côtiers	Ndjock	Nyong	
	Olamze	Woro (tributaire du Ntem)	
	Memvé'ele	Ntem	120 à 200
	Yoke		
	Malale		
	Ebie mbonge	Sombe	
	Bekele		

VI.5- L’approvisionnement en eau pour l’industrie

L’industrie est à la fois une grande consommatrice des ressources en eau et un acteur majeur du développement économique et social. Afin d’évoluer de manière durable, les industries doivent être garanties d’avoir accès à un approvisionnement en eau adéquat. Au Cameroun, les industries sont essentiellement implantées dans le bassin des fleuves côtiers, surtout dans la zone littorale : Douala, Limbe, Edéa et Yaoundé. La plupart de ces entreprises travaillent exclusivement pour le marché intérieur.

VI.5.1- L’origine de la ressource

L’essentiel des ressources en eau mobilisées dans le secteur industriel est d’origine souterraine. Presque toutes les industries situées à Douala font appel aux eaux de nappe. Les rares industries qui font appel à l’eau de surface sont ALUCAM à Edéa et la Société des Palmeraies de la Ferme Suisse Palm’or ; la première capte l’eau de la Sanaga, alors que le fleuve Nyong est sollicité par la seconde.

VI.5.2- Les technologies de mobilisation

La principale technique de mobilisation des ressources en eau dans le secteur de l’industrie est le captage des eaux souterraines par des forages. Ces forages sont équipés de pompes.

Le captage des eaux de surface se fait avec des technologies variées. L’exploitation des eaux de surface se fait à partir d’une station d’exhaure construite sur le cours d’eau, cette station pouvant être équipée d’une pompe. Le prélèvement des eaux de surface se fait aussi à partir d’un tuyau galvanisé et crépiné au bout et noyé dans le chenal du cours d’eau.

VI.6- L’approvisionnement en eau pour l’activité minière

L’activité minière à grande échelle est surtout développée à l’Est du Cameroun, dans le bassin du Congo. L’entreprise Geovic Cameroon SA y exploite du Cobalt et du Nickel.

VI.6.1- L’origine de la ressource

L’eau de surface constitue la principale ressource en eau pour l’activité minière au Cameroun. L’entreprise Geovic Cameroon SA exploite les eaux de surface de du bassin de la rivière Edjé. Elle fait également appel à l’eau souterraine.

VI.6.2- Les technologies de mobilisation

Le prélèvement des eaux de surface se fait au niveau de 03 puits réalisés dans la plaine inondée de la rivière Edjé en un point de prise directe. Les eaux souterraines sont captées par des forages tubés.

VI.6.3- Les performances du secteur

Selon les Etude d'Impact environnemental et Social le débit de la rivière Edjé a été mesuré à 5,3 m³/s pendant la période d'étiage au cours de la saison sèche de mars 2004, ce qui est largement supérieur à l'ensemble des besoins du projet évaluées à environ 0,13 m³ d'eau d'appoint par seconde (Knight Piésold and Co, 2007).

VI.7- L'approvisionnement en eau pour la pêche, la pisciculture et la sylviculture

La pêche, la pisciculture et la sylviculture sont des secteurs non consommateurs d'eau.

VI.7.1- L'origine de la ressource

Le Cameroun dispose d'une façade maritime de 360 km, avec une zone économique exclusive(ZEE) de 40 km. Sur le continent, le dense réseau hydrographique offre des possibilités d'exploitation des plans d'une surface de plus de 4000 000 d'hectares. Les principaux plans continentaux sont :

- les barrages de Lagdo, de Mbakaou, Mapé et Bamendjin ;
- Certains fleuves : Nyong, Sanaga, Logone, Ntem.

VI.7.2- Les technologies de mobilisation

Les techniques et équipements couramment utilisés sont les pirogues à pagaies.

VI.7.3- Les performances du secteur

Le secteur de la pêche joue un rôle alimentaire de grande importance. Les produits de la pêche constituent pour près d'un tiers des protéines animales consommés au Cameroun, et occupent 5% de la production active. Sa contribution au PIB du secteur primaire est d'environ 5%

Depuis quelques années, la production annuelle stagne autour d'un peu plus de 125 000t de poisson. Cette production ne permet pas de satisfaire les besoins nationaux croissants évalués à 200 000t. Pour combler ce déficit, le Cameroun a recours aux importations estimées à 60 000t par an, d'une valeur de 15,6 milliard de FCFA. Les principales contraintes au développement de la pêche artisanale, continentale et maritime sont :

- l'enclavement et l'éloignement des zones de production et l'absence d'un réseau structuré de distribution de poisson frais à l'intérieur du pays, entraînant des pertes énormes après capture ;
- l'utilisation des techniques et d'équipements de production (majorité des pirogues à pagaies) et de conservation rudimentaires ;

- l'accès difficile au crédit ;
- l'exploitation irrationnelle des ressources ;
- l'insuffisance des mécanismes de contrôle, de suivi et de surveillance des pêches (pêcheurs en majorité étrangers, exportation informelle vers les pays voisins de près de la moitié des poissons) ;
- le manque d'organisation des pêcheurs et autres acteurs (notamment pour la gestion communautaire des ressources halieutiques) ;

La pêche maritime industrielle est handicapée par de nombreux facteurs, notamment par la pauvreté relative des eaux maritimes accentuée par l'exploitation intensive des ressources démesurée, et la recrudescence des activités de pêches illégales.

L'aquaculture, malgré ses atouts (potentiel de production estimée à 20 000t), reste une activité familiale quasiment confidentielle (50 t en 1997/98) en raison de nombreuses contraintes (formation insuffisante des pêcheurs, problèmes d'approvisionnement en alvins, d'accès au crédit, coûts élevés des étangs, etc.).

Conclusion

L'eau de surface est la principale source d'approvisionnement pour les différents usages de la ressource dans le bassin de la Sanaga, le bassin du Congo et le bassin des fleuves côtiers. Cependant, même dans ces bassins l'hydraulique rurale reste très tributaire des ressources en eau souterraine. Dans les bassins du Lac Tchad et du Niger, l'eau souterraine est la principale source d'approvisionnement ; cependant, les besoins pour l'irrigation sont surtout assurés par l'eau de source (Logone dans le bassin du Lac Tchad, Bénoué et faro dans le bassin du Niger).

Les technologies de mobilisation dépendent du secteur considéré et sont parfois inadéquates.

- pour les besoins domestiques, la ressource en eau est mobilisée à partir des puits, des forages et des sources en milieu rural, les prises d'eau en rivière et les barrages de retenue permettent de capter les eaux de surface pour les centres urbains ;
- pour les besoins agropastoraux, les mares, les retenues colinéaires et les puits sont utilisés pour mobiliser la ressource ;
- pour l'irrigation, les prises d'eau en rivière sont majoritairement utilisés pour les grandes surfaces, alors que l'utilisation des biefs est très courantes pour les petites surfaces ;
- pour le secteur hydroélectrique, l'eau est mobilisée à partir des barrages de retenues ;
- pour les secteurs industriel et minier, l'eau souterraine est captée à partir des forages équipés de pompe, et l'eau de surface est mobilisée à partir des stations d'exhaure construites sur le cours d'eau.

L'examen des performances des différents secteurs met en évidence un certain nombre d'insuffisances. En hydraulique rurale, le taux de couverture des besoins reste inférieur à 50 %, et en milieu urbain, le rendement du service global des réseaux est seulement de 55 %. En hydraulique pastorale, seul 0,55 % du cheptel est couvert dans la province de l'extrême Nord. Le rendement du secteur de l'hydraulique agricole est seulement de 30 %. En hydroélectricité, le Cameroun

connaît un réel déficit énergétique. La finalisation des nombreux projets en cours dans les différents secteurs permettront, à moyen ou à long terme, d'améliorer la disponibilité des ressources en eau pour des actions de développement.

Provisoire

Chapitre VII : La coopération

Introduction

Le gouvernement du Cameroun développe une intense coopération dans le secteur de l'eau tant sur le plan international que régional et sous-régional. Il a souscrit aux recommandations de la communauté internationale et a donné à l'eau dans le Document de Stratégie de Réduction de la Pauvreté (DSRP), une place centrale pour le développement économique et social du pays. Ce chapitre s'articule autour de trois parties :

- la coopération internationale ;
- la coopération régionale ;
- la coopération sous-régionale.

VII.1- La coopération internationale

Cette coopération s'appuie sur la mise en œuvre des Conventions et Principes mondiaux présentés dans les paragraphes ci-dessous.

VII.1.1- La Décennie Internationale de l'Eau Potable et de l'Assainissement

Au cours de la Décennie Internationale de l'Eau Potable et de l'Assainissement (DIEPA), de 1981 à 1990, plusieurs grands programmes d'alimentation en eau potable ont vu le jour à l'instar de CAMWATER et de CIAC qui doteront le Cameroun de plusieurs centaines de stations d'approvisionnement en eau potable.

VII.1.2- La Gestion Intégrée des Ressources en Eau

La conférence de Dublin tenue en Janvier 1992 avait reconnu les dangers de gestion non coordonnée et durable des ressources en eau. Le Sommet de Rio en Juin 1992 adopta les principes de Gestion Intégrée de Ressources en Eau.

Le Sommet Mondial sur le Développement Durable(SMDD), tenu à Johannesburg en 2002 recommanda l'élaboration des plans d'Action de Gestion Intégrée de ressources en Eau (PAGIRE) à tous les États avec pour date butoir fin 2005.

Dès lors le Cameroun est engagé dans le processus d'élaboration du Plan d'Action National de gestion intégrée de ressources en eau avec l'aide de la communauté internationale. La présente étude rentre dans le cadre de l'État des lieux du secteur de l'eau, une première étape vers l'élaboration du Plan d'Action de Gestion Intégrée des ressources en Eau.

VII.1.3- Les Objectifs du Millénaire pour le Développement

Le sommet du Millénaire tenu en 2000 avait identifié dix (10) objectifs du millénaire dont sept (07) font référence à la gestion des ressources naturelles dont l'eau. Dans l'atteinte de ces objectifs, le Cameroun a pris un certain nombre d'initiative parmi les quelles l'élaboration du Plan d'Action National de Gestion Intégrée des Ressources en Eau dont la présente étude rentre dans le cadre de l'état des lieux du secteur eau.

VII.2- La coopération régionale

VII.2.1- L'African Ministerial Council on Water

AMCOW désigne le Conseil des ministres africains chargés de l'eau. Il a été constitué à Abuja au Nigeria le 30 avril 2002. Il s'est tenu du 05 au 14 décembre 2003 à Addis-Abeba, une conférence panafricaine dont l'objectif était d'identifier les stratégies, les approches et les capacités de mise en œuvre des conclusions du Sommet Mondial pour le développement durable (Johannesburg en 2002).

En préparation à cette conférence panafricaine sur la mise en œuvre des initiatives et le partenariat dans le domaine des ressources en eau, des experts se sont réunis à Brazzaville et ont retenu entre autres, les actions intégratives suivantes dans le plan d'action Afrique Centrale à Addis-Abeba.

Gouvernance de l'eau

- Définition et harmonisation des politiques nationales de l'eau ;
- Mise en place des institutions de gestion de l'eau ;
- Création du fonds de l'eau de l'Afrique centrale ;
- Développement d'un programme sous régional de recherche.

Maîtrise des risques et des catastrophes naturelles liées à l'eau

- Lutte contre la sécheresse dans la zone soudano-sahélienne ;
- Développement des plans nationaux de gestion des risques et des catastrophes naturelles ;
- Mise en place et développement de la police des eaux ;
- Mise en place des mesures préventives des bassins côtiers (vulnérabilité des nappes) ;
- Lutte contre les végétaux aquatiques envahissants.

Gestion concertée des eaux partagées

- Création de l'organisation du bassin du Congo entre autre.

Gestion de l'information hydrologique

- Programme régional de relance de l'hydrologie opérationnelle ;
- Renforcement et modernisation des services hydrologiques nationaux ;
- Mise en place de l'observatoire hydrologique régional ;

- Approvisionnement en eau potable et assainissement ;
- Développement des infrastructures de mise en valeur des ressources en eau ;
- Développement des ceintures maraîchères autour des centres urbains ;
- Atelier sous-régional de sensibilisation sur les enjeux régionaux de transfert des eaux inter bassins ;
- Programme régional de transfert des eaux interbassins.

VII.2.2- L'initiative de la Banque Africaine de Développement

Le groupe de la Banque Africaine de Développement (BAfD) a mis en place un programme dénommé « **alimentation en eau potable et assainissement en milieu rural** » ayant pour principaux objectifs :

- L'accroissement du taux d'accès aux services d'eau potable et d'assainissement en milieu rural en Afrique ;
- L'optimisation des investissements dans le secteur de l'eau et de l'assainissement en milieu urbain Africain.

Le plan d'action de cette initiative qui s'appuie sur les grandes orientations de la vision Africaine de l'eau en 2025 a été présenté à plusieurs fora internationaux tels que le « World Panel on Financing Water Infrastructure », le sommet du G8 tenu à Evian en 2003 où il a été approuvé. Il a également reçu l'approbation de l'AMCOW tenu à Dakar en 2003. Et du 01 au 03 Juillet 2004, la B.A.D a organisé à ce sujet le Water Week à Tunis pour une large diffusion. Le Cameroun a déjà sollicité auprès des organes compétents son éligibilité à cette initiative.

D'autre part, les villes Camerounaises de Douala, Yaoundé et Edéa ont été déclarées éligibles à l'initiative **Water for African Cities** du même groupe BAfD. Suite à cette éligibilité, une mission de UN-Habitat s'est rendue au Cameroun, du 26 au 30 mars 2004 dans le but de finaliser un document de projet du Cameroun qui avait été proposé à Addis-Abeba en décembre 2003.

VII.3- La coopération sous-régionale

Cette coopération est basée sur le partage de bassins par un certain nombre de pays de la sous-région.

VII.3 .1- L'Autorité du Bassin du Niger

L'Autorité du Bassin du Niger (ABN) regroupe neuf pays à savoir la Guinée, le Mali, le Niger, le Burkina, la Côte d'Ivoire, le Benin, le Cameroun, le Nigeria et le Tchad. Elle a été créée en 1980. Son objectif principal était de promouvoir et de coordonner les études et programmes de travaux en vue de la mise en valeur des ressources en eau du bassin. La Convention révisée en 1987 a assigné à l'ABN, les cinq objectifs majeurs suivants :

1. harmoniser et coordonner les politiques nationales de mise en valeur des ressources du bassin ;

2. planifier le développement du bassin en élaborant un plan de développement intégré du bassin ;
3. concevoir, réaliser, exploiter et entretenir les ouvrages et des projets communs ;
4. assurer le contrôle et la réglementation de toute forme de navigation sur le fleuve, ses affluents et sous-affluents conformément à « l'Acte de Niamey », et,
5. participer à la formulation des demandes d'assistance et à la mobilisation des financements des études et travaux nécessaires à la mise en valeur des ressources du bassin.

En janvier 2004 à Yaoundé, une session extraordinaire des ministres de l'ABN a abouti à la Déclaration de Yaoundé relative à la réforme institutionnelle et organisationnelle de cette institution. Deux des résolutions adoptées concernent le renforcement des structures focales nationales d'une part, l'adoption d'un nouvel organigramme du secrétariat exécutif et sa mise en œuvre d'autre part. L'ABN s'est engagée vers une nouvelle orientation à travers le processus de Vision partagée, engagé en décembre 2002 et devant aboutir à un Programme d'Action pour le Développement Durable du bassin.

VII.3.2- La Commission du Bassin du Lac Tchad

Les chefs d'État du Cameroun, du Niger, du Nigeria et du Tchad ont convenu le 22 mai 1964 de mettre en place par la Convention de Fort Lamy (N'Djamena) une structure permanente de concertation dénommée « Commission du Bassin du Lac Tchad (CBLT) ». Les activités de la CBLT sont centrées d'une part :

- sur l'inventaire des ressources du bassin, l'analyse et le traitement des données de base, la planification des actions de développement dans le bassin et son suivi, et d'autre part ;
- sur l'exécution des projets à caractère exclusivement régional et la promotion de projets de développement à caractère national et la promotion de la coopération régionale.

En 1988 la Commission a, en collaboration avec les États membres et l'apport du Fonds pour l'Environnement Mondial (FEM), élaboré son Plan d'Action Stratégique (P.A.S) pour orienter son action future.

En perspective immédiate, l'étude de faisabilité du transfert d'eau de l'Oubangui au lac Tchad. Considérant le rétrécissement continu du lac Tchad, du fait à la fois des déficits pluviométriques successifs, de la forte évaporation et de l'action humaine incontrôlée beaucoup de personnes ont pensé à une possibilité de faire un transfert d'eau du bassin du Congo au lac Tchad. Cette idée continue à faire du chemin.

En perspective à long terme. Un plan stratégique à 20 ans, son but : Un développement durable du Bassin du Lac Tchad.

Objectif principal : Une gestion concertée, intégrée et durable des eaux internationales et des autres ressources naturelles du bassin.

- Objectif 1. Une gestion concertée de l'eau partagée, en s'appuyant sur des politiques nationales harmonisées et appliquées au niveau de chaque sous-bassin ;
- Objectif 2. Une gestion intégrée des ressources en eau des bassins du Lac Tchad, et des écosystèmes, en partant d'une meilleure connaissance de ces ressources ;
- Objectif 3. Une gestion durable du bassin centré sur l'Être humain, et réconciliant le développement économique local avec l'exploitation rationnelle des ressources pour tous.

VII.3.3- La Commission internationale du Bassin du Congo-Oubangui-Sangha

La Commission Internationale du Bassin du Congo-Oubangui-Sangha (CICOS) regroupe quatre États à savoir la République du Cameroun, la République Centre-Africaine, la République du Congo, la République Démocratique du Congo. Elle est chargée de la gestion du bassin hydrologique du Congo-Oubangui-Sangha.

VII.3.4- L'Autorité de Gestion Intégrée des Eaux en Afrique Centrale

En Afrique Centrale, des fondements politiques et institutionnels ont été posés pour améliorer la gestion des ressources en eau dans la sous-région. Parmi ces fondements, on note l'adoption de la vision de gestion des ressources en Afrique Centrale au 21^{ème} siècle et la décision de créer l'Autorité de Gestion Intégrée des Eaux en Afrique Centrale (AGIEAC) en novembre 2000. La vision de gestion des atide l'Afrique qui sert de fondement à la réflexion menée actuellement au sein du NEPAD en vue de la définition du cadre stratégique à moyen et à long terme pour l'eau. Cette réflexion s'appuie sur les grandes orientations de l'agenda 21 et les principes directeurs de la déclaration de Dublin relatifs à la Gestion Intégrée des Ressources en Eau (GIRE). Par conséquent, la mise en œuvre de la vision sous régionale passe nécessairement d'une part, par la connaissance des principes de la GIRE par les principaux acteurs du secteur de l'eau et d'autre part par la mise en place des structures opérationnelles de promotion desdits principes.

VII.3.5- Les projets d'envergure sous-régionale

VII.3.5.1- Le projet NIGER-HYCOS

Ce projet est placé sous la tutelle de l'ABN et regroupe les neuf pays de l'ABN (Benin, Burkina, Cameroun, Côte d'Ivoire, Guinée, Mali, Niger, Nigeria et Tchad). Il permet, entre autre d'améliorer la précision et la continuité des résultats de la connaissance sur le terrain des paramètres hydrologiques et environnementaux, en utilisant au besoin les nouvelles technologies de collecte des données et de

renforcer les capacités des services hydrologiques des pays participants avec comme objectif la mise en place de banques de données nationales opérationnelles.

VII.4- Les organismes de facilitation

VII.4.1- La Dutch Initiative

Cette initiative des Pays Bas a pour objectif de faciliter la mise en place des Plans d'Actions Nationaux de Gestion Intégrée des Ressources en Eau (PANGIRE). Le Cameroun déjà saisi

VII.4.2- Le Global Water Partnership

Le Global Water Partnership (GWP) a été créé en 1996 pour aider les pays à traduire en actions concrètes les principes directeurs de la gestion durable des ressources en eau adoptés à Rio en 1992. La représentation de cette initiative pour la sous-région Afrique Centrale est abritée à Yaoundé. Les missions du GWP Afrique Centrale sont les suivantes :

- la facilitation de l'action des gouvernements en matière de formulation de politiques de l'eau et d'élaboration de Plans d'action nationaux de GIRE ;
- l'appropriation des principes de la GIRE par toutes les catégories d'acteurs du secteur de l'eau dans la sous région ;
- le renforcement de la coopération dans le domaine de la gestion des ressources en eau ;
- la région ;
- l'établissement et le fonctionnement d'un réseau GWP - Afrique Centrale.

VII.4.3- La Netherlands Development Organisation

La Netherlands Development Organisation (SNV) sera axé son intervention dans le secteur de l'eau sur l'amélioration de l'accès à l'eau potable par toutes les catégories de la population. SNV a fondé son intervention sur le fait que dans les zones rurales plus de 40 % des systèmes d'adduction d'eau potable sont défectueux du fait de problèmes de gestion et de maintenance. C'est ainsi qu'elle travaille avec tous les acteurs du secteur de l'eau (conseils municipaux, services de gestion de l'eau, organisation de la société civile, organisations du secteur privé).

A titre d'exemple, SNV travaille avec le FEICOM et certaines municipalités sélectionnées au développement d'outils de gestion économique, de maintenance et de renouvellement de systèmes d'adduction d'eau, adaptés aux besoins des communautés et qui pourront être utilisées par de nombreuses communes.

SNV travaille avec ces acteurs pour :

- résoudre les problèmes d'équité et d'inclusion des populations pauvres et marginalisées tout en trouvant les mécanismes de mobilisation des contributions aux frais permettant l'entretien efficace des systèmes ;

- acquérir une meilleure compréhension des rôles et responsabilité des structures de maintenance et de gestion de l'eau ;
- une meilleure gouvernance notamment dans l'amélioration de l'accès à l'information et le développement d'un dialogue constructif entre les services déconcentrés, les municipalités et les utilisateurs eux-mêmes.

Le tableau 51 présente les projets en cours représentant l'intervention de SNV dans le secteur de l'eau et de l'énergie.

Tableau 51 : Projets de la SNV dans le secteur de l'eau et de l'énergie

Projets d'investissement	En cours	
Description	Appui accompagnement à la gestion efficiente, équitable et durable des systèmes d'adduction d'eau potable	Renforcement des capacités des organisations locales dans l'accompagnement à la gouvernance des services d'eau
Bénéficiaire	Communes de Meri, Rey Boubba, Ntui, Bafut, Ngoulemakong, Kumbo water authority, Ndu water authority	ONG PLANET SURVEY
Montant	132,71 M FCFA	9, 84 M FCFA
Période d'exécution	2009-2010	2009

VII.4.4- UN-HABITAT

Le programme « De l'Eau pour les Villes Africaines » (Water for African Cities) fut lancé par ONU HABITAT en 1999. C'était une réponse directe de la Résolution adoptée par les Ministres Africains pour faire face au défi posé par l'eau en milieu urbain.

Dans sa phase initiale (1999-2002), le programme s'est focalisé sur :

- la promotion d'une nouvelle éthique d'utilisation des eaux à travers la gestion de la demande ;
- la réduction des impacts de l'urbanisation sur les ressources en eau ;

- la promotion d'échanges d'informations, de sensibilisation et de renforcement des capacités pour une meilleure gestion des ressources disponibles ;
- l'introduction d'une éducation relative à l'eau dans l'enseignement formel ainsi que dans le non formel et l'informel ;
- la stimulation de financements durables dans le secteur de l'eau.

Par ailleurs, l'Assemblée Générale des Nations Unies, dans sa session de Décembre 2002 ainsi que le conseil d'administration de UN-HABITAT en Mai 2003 ont tous vivement recommandé que l'Agence œuvre dans les domaines de l'eau et de l'assainissement et l'environnement lié à l'eau en milieu urbain. UN-HABITAT doit également impulser en Afrique, des actions visant à l'atteinte des Objectifs du Millénaire pour le Développement : réduire de moitié la population n'ayant pas accès à l'eau et à un assainissement décent d'ici 2015. Aussi, le NEPAD, dans sa composante Eau soutient les actions du programme « Water for African Cities ». Enfin, l'établissement d'un fonds d'investissement sur l'eau et l'assainissement au sein de UN-HABITAT lui permet de faire face aux requêtes qui lui sont ainsi adressées.

Une réunion de groupe d'experts tenue à Nairobi en Août 2003 a défini de manière exhaustive, les objectifs, les stratégies et les axes prioritaires pour la poursuite du programme dans sa phase II.

La phase II du Programme se propose donc d'impulser des activités dans le domaine de l'eau et de l'assainissement en faveur des couches les plus pauvres. Une considération spéciale est donnée aux initiatives qui encourageraient l'amélioration des conditions des femmes et des enfants dans leur accès à l'eau potable et à un assainissement décent.

La stratégie consiste à favoriser la durabilité des investissements et la recherche de solutions participatives locales par le renforcement des partenariats avec les organisations et les institutions nationales et internationales qui interviennent dans les secteurs couverts par le programme, comme la Banque Africaine de Développement, en plein accord avec les principes du NEPAD et les Objectifs du Millénaire pour le Développement en Afrique.

Le Cameroun s'est joint au programme dans cette phase II du « Water for African Cities » et a élaboré un document qui constitue son plan d'action et sa stratégie pour les villes de Yaoundé, Douala et Edéa.

VII.4.5- L'UNESCO

Le tableau 52 présente les projets en cours et en préparation représentant l'intervention de l'Union Européenne au Cameroun dans le secteur de l'eau et de l'énergie.

Tableau 52 : Projets de l'UNESCO dans le secteur de l'eau et de l'énergie

Projets d'investissement	Description	Bénéficiaire	Montant	Période d'exécution
En cours	Etude de l'Etat de l'Eau au Cameroun	MINEE	\$15000	mai-novembre 2009
	Projet pilote d'appui aux candidates boursières (f) en science et technologie	Femmes graduées professionnelles en S&T dont eau / énergie	N/A	sept 08-déc 09
En préparation	Village Millénaire composante eau Projet « water management as a tool for conflict prevention » Gestion transfrontalière d'eau de l'estuaire Rio del Rey (Cam-Nig) Projet "appropriate technology in water treatment and management in Central Africa"	Régions Maroua / Dja En partenariat avec UICN et Global Water Partnership En partenariat avec UICN et Global Water Partnership	\$1.040.000 \$300.000 \$760.000	Projets soumis au bailleur

VII.5- Les institutions financières

VII.5.1- L'Agence Française de Développement

L'Agence Française de Développement a financé pour un montant de 5,23 milliard la réalisation de 300 ouvrages (puits, mares, retenues collinaires/barrages) destinés au gros bétail sur les parcours de la partie septentrionale du Cameroun.

VII.5.2- L'Union Européenne

Le tableau 53 présente les projets en cours et en préparation représentant l'intervention de l'Union Européenne au Cameroun.

VII.5.2- La Banque Africaine de Développement

Le Fonds Africain de Développement a financé pour un montant de 700 millions de FCFA une étude pour la réhabilitation de 16 centres secondaires devant approvisionner 1,5 millions d'habitants. Le tableau 54 présente les projets en cours et en préparation représentant l'intervention de la Banque Africaine de Développement (BAD) au Cameroun.

Tableau 53 : Projets de l'UE dans le secteur de l'eau et de l'énergie

Projets d'investissement	Description	Bénéficiaire	Montant	Période d'exécution
En cours				
Action pilote 'Eau - Assainissement' à Douala (CUD-GTZ)	Amélioration puits Assainissement: drains, précollecte o.m. Extension distribution eau (forage-château-boutiques b.f.)	CUD/population des 4 quartiers d'habitat précaire de DOUALA	1.050.000 €	10.07.2006 – 06.07.2009
IRCOD – Bafia	Création d'une intercommunalité de l'eau dans le Mbam et Inoubou pour les 8 communes rurales du département Réhabiliter 60 et construire 25 ouvrages d'AEP (Adduction d'Eau Potable)	IRCOD/ Les 8 communes rurales	980.469 €	11.12.2007 – 10.12.2011
ESF Yaoundé	Projet d'amélioration de l'accès à l'eau, à l'assainissement et de la qualité de l'eau de consommation dans 15 quartiers populaires de Yaoundé	Association Catalana D'Enginyeria Sense Fronteres (ESF)	648.565 €	05.12.2007 – 04.12.2010
Appui au Projet "Eau Potable-Otélé"(L'eau c'est la vie) pour la réalisation de 100 puits communautaires (Phase III)	Fonçage de 100 puits dans la Région du Centre	Projet Eau Potable d'Otélé pour les populations concernées	548.816 €	21.07.2006 – 20.07.2009
Incontro Fra I Popoli Onlus	Eau jaillissant des carroussels	Ecoles du Mbam et Inoubou	562.500 €	02.01.2008 – 01.01.2011

Tableau 54 : Projets de la BAD dans le secteur de l'eau

Projets d'investissement	Description	Bénéficiaire	Montant	Période d'exécution
Alimentation en Eau Potable et Assainissement en milieu semi urbain	<ul style="list-style-type: none"> • Réhabilitation/extension du réseau d'AEP dans les centres concernés : <ul style="list-style-type: none"> • Construction/aménagement d'infrastructures d'Assainissement collectif sur les lieux publics (écoles, marchés, gares routières, décharges publiques) • Acquisition et fournitures, aux collectivités territoriales décentralisées concernées, de matériel pour la collecte des ordures ménagères. • Sensibilisation - Formation 	Populations de 19 centres secondaires répartis dans 6 des 10 régions administratives du Cameroun	31,050 milliards FCFA	2009-2013
En préparation				
Alimentation en Eau Potable et Assainissement en milieu rural	Réalisation de petites unités d'AEP Forages		Environ 10 milliards FCFA	2010-2013

VII.5.3- La Banque Mondiale

Le tableau 55 présente les projets en cours représentant l'intervention de la Banque Mondiale au Cameroun.

Tableau 55 : Projets de la Banque Mondiale dans le secteur de l'eau

Projets d'investissement	Description	Bénéficiaire	Montant	Période d'exécution
En cours	Projet de Développement des Secteurs Urbain et de l'Eau (PDUE)	MINDUH/MINEE/ CAMWATER	US\$ 80 M (dont US\$ 33 M volet eau)	2008 – 2012
	Don GPOBA pour les branchements sociaux d'eau potable	CAMWATER	US\$ 5,25 M	2008 – 2012
Assistance technique	Description	Bénéficiaire	Montant	Période d'exécution
En cours	Revue des dépenses publiques dans le secteur de l'eau en milieu rural	MINEE/MINFIN	US\$ 240.000	2008-2009

VII.5.4- La Banque Islamique de développement

La banque Islamique de développement a financé l'adduction en eau potable de l'axe Mokolo-Mora dans l'Extrême Nord.

VII.5.5- La Coopération belge

La coopération belge a financé l'adduction en eau potable de la ville de Soa dans la région du Centre.

VII.5.6- La Coopération allemande

L'Agence de Coopération Technique Allemande pour le Développement (GTZ) a financé l'adduction en eau potable des villes de Bafoussam, Bandjoun, Baham, Bamendjou et Bamenka dans la région de l'Ouest.

Conclusion

Le Cameroun a bénéficié et continue de bénéficier d'un appui appréciable de la part la communauté internationale, régionale et sous régionale d'une part, et de ses partenaires techniques et financiers d'autre part dans la mobilisation des ressources en eau.

Il met en œuvre les conventions et principes mondiaux auxquels il a adhéré de façon satisfaisante bien que le calendrier ne soit pas toujours respecté. Il avance sur la réalisation des OMD ainsi que sur l'élaboration du plan d'action national de gestion intégrée des ressources en eau dont l'étude en cours est une illustration. Il participe activement à la réalisation des plans d'action des organismes de bassin ainsi qu'aux projets qui s'y rattachent. Les partenaires financiers et techniques ont accru leur appui de façon substantielle ces dernières années.

Provisoire

Chapitre VIII : Problèmes liés aux impacts sur les ressources en eau

Introduction

L'objet d'une gestion intégrée des ressources en eau permet, dans des conditions naturelles et socioéconomiques données, d'obtenir un équilibre entre les besoins/exigences en eau de la vie économique et sociale et les effets négatifs des activités humaines sur la ressource. Cet équilibre sera atteint à travers un système de fonctions de gestion (la GIRE) visant à résoudre les problèmes de ressources identifiés et classés par ordre d'importance. L'idée de procéder à un état des lieux en tant qu'étape dans le processus de transition vers la GIRE est précisément d'établir cette hiérarchie des problèmes, en commençant par les problèmes fondamentaux qui, effectivement, sont ceux qu'il faut gérer pour le système futur. L'état des lieux inclut donc : la description technique de la situation actuelle des ressources et de leur exploitation (disponibilité/qualité/demande/pollution), une analyse approfondie des problèmes actuels des divers niveaux de gestion (politique, juridique, institutionnel, technique, etc., voir les chapitres précédents) et enfin, la présente analyse des problèmes relatifs aux impacts sur les ressources en eau.

VIII.1- Les problèmes d'impact à l'échelle des bassins

Les problèmes identifiés dans les bassins versants sont présentés en détail à l'annexe VI. Ils sont regroupés dans trois grands ensembles :

- les problèmes relatifs aux ressources en eau de surface ;
- les problèmes relatifs aux ressources en eau souterraine ;
- les problèmes relatifs aux risques liés à l'eau.

A l'échelle des bassins versants, les problèmes majeurs sont présentés dans les tableaux 56 à 60. La grande majorité des problèmes sont communs à tous les bassins versants et ne diffèrent que par leurs causes, leurs vitesses d'évolution et leurs niveaux de documentation.

VIII.2- Les problèmes d'impact à l'échelle nationale

Tous les problèmes majeurs des bassins versants ont une ampleur nationale. Cependant, leur hiérarchisation permet de distinguer les cinq premiers qui se posent avec le plus d'acuité ; ce sont :

- les pertes d'eau de surface par disparition du couvert végétal, changement climatique, évaporation accrue et sédimentation ;
- la diminution de la recharge des eaux souterraines à cause des changements climatiques, évaporation accrue ;
- l'augmentation de la turbidité des eaux à cause de l'érosion ;
- les parasitoses dues aux eaux de surface infestées à l'état naturel ;

- les pollutions chimiques des eaux de surface par le transport des carburants et des huiles de vidange.

Tableau 56 : Problèmes majeurs du bassin du Lac Tchad

Problèmes relatifs aux ressources en eau de surface		
Nature	Cause	Impact
Modification du régime des eaux de surface	Barrages, déforestation pour mise en culture, Monoculture (coton), expansion des zones bâties, infrastructure	Réduction quantitative des ressources en eau de surface
Pertes d'eau de surface	Disparition du couvert végétal, changement climatique, évaporation accrue, sédimentation	Réduction quantitative 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	Erosion	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
Autre pollutions chimiques des eaux de surface	Transport des carburants et huiles de vidange	Réduction qualitative des ressources en eau de surface
Problèmes relatifs aux ressources en eau souterraine		
Nature	Cause	Impact
Prélèvements directs des eaux souterraines	Approvisionnement en eau domestique	Réduction quantitative des ressources en eau souterraine
Diminution de la recharge des eaux souterraines	Déforestation pour mise en culture, déforestation pour le bois d'œuvre, disparition du couvert végétal, changement climatique, évaporation accrue	Réduction quantitative des ressources en eau souterraine
Problèmes relatifs aux risques		
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

Tableau 57 : Problèmes majeurs du bassin du Niger

Problèmes relatifs aux ressources en eau de surface		
Nature	Cause	Impact
Modification du régime des eaux de surface	Barrages, déforestation pour mise en culture	Réduction quantitative des ressources en eau de surface
Pertes d'eau de surface	Disparition du couvert végétal, changement climatique, évaporation accrue, sédimentation	Réduction quantitative des ressources en eau de surface
Contamination pathogène des eaux de surface	Excréta-défauts 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
Pollution des eaux de surface par des pesticides	Traitement des cultures agricoles	Réduction qualitative des ressources en eau de surface
Autre pollutions chimiques des eaux de surface	Transport des carburants et huiles de vidange	Réduction qualitative des ressources en eau de surface
Problèmes relatifs aux ressources en eau souterraine		
Nature	Cause	Impact
Prélèvements directs des eaux souterraines	Approvisionnement en eau domestique	Réduction quantitative des ressources en eau souterraine
Diminution de la recharge des eaux souterraines	Disparition du couvert végétal, changement climatique	Réduction quantitative des ressources en eau souterraine
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		
Nature	Cause	Impact
Erosion des sols	Crues, pluie intenses	Risques liés à l'eau ou à la proximité de l'eau

Tableau 58 : Problèmes majeurs du bassin de la Sanaga

Problèmes relatifs aux ressources en eau de surface		
Nature	Cause	Impact
Modification du régime des eaux de surface	Barrages, déforestation pour mise en culture, Monoculture	Réduction quantitative des ressources en eau de surface
Pertes d'eau de surface	changement climatique, évaporation accrue, sédimentation	Réduction quantitative des ressources en eau de surface
Parasitoses	Eau de surface infestée à l'état naturel	Réduction qualitative des ressources en eau de surface
Turbidité des eaux de surface	Erosion	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
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	Changement climatique, évaporation accrue	Réduction quantitative des ressources en eau souterraine
Problèmes relatifs aux risques		
Nature	Cause	Impact
Augmentation des maladies liées à l'eau	Aménagements	Risques liés à l'eau ou à la proximité de l'eau
Dommages aux infrastructures	Crues, pluies intenses	Risques liés à l'eau ou à la proximité de l'eau
Erosion des sols	Crues, pluies intenses	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

Tableau 59 : Problèmes majeurs du bassin du Congo

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
Pertes d'eau de surface	Disparition du couvert végétal, changement climatique, évaporation accrue, sédimentation	Réduction quantitative 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	Erosion	Réduction qualitative des ressources en eau de surface
Turbidité des eaux de surface	Erosion	Réduction qualitative des ressources en eau de surface
Pollution des eaux de surface par des pesticides	Pêche aux pesticides	Réduction qualitative des ressources en eau de surface
Autre pollutions chimiques des eaux de surface	Transport des carburants et huiles de vidange	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	Déforestation pour mise en culture, déforestation pour le bois d'œuvre, changement climatique	Réduction quantitative des ressources en eau souterraine
Demande domestique et rurale insatisfaite	Qualité des eaux souterraines insuffisante	
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		
Nature	Cause	Impact
Dommages aux infrastructures	Crues, pluies intenses	Risques liés à l'eau ou à la proximité de l'eau
Erosion des sols	Crues, pluies intenses	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

Tableau 60 : 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, expansion des zones bâties, infrastructure	Réduction quantitative des ressources en eau de surface
Pertes d'eau de surface	Disparition du couvert végétal, changement climatique, évaporation accrue, sédimentation	Réduction quantitative des ressources en eau de surface
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	Erosion	Réduction qualitative des ressources en eau de surface
Pollution des eaux de surface par des pesticides	Traitement des cultures agricoles, pêche aux pesticides	Réduction qualitative des ressources en eau de surface
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	changement climatique, évaporation accrue	Réduction quantitative des ressources en eau souterraine
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		
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

Conclusion

Les chapitres précédents ont mis en évidence l'abondance des ressources en eau au Cameroun. Cependant, l'examen des problèmes relatifs aux impacts sur les ressources en eau met en relief la dégradation quantitative et qualitative des eaux de surface et des eaux souterraines. En effet, les cinq premiers problèmes nationaux sont les suivants :

- les pertes d'eau de surface par disparition du couvert végétal, changement climatique, évaporation accrue et sédimentation ;
- la diminution de la recharge des eaux souterraines à cause des changements climatiques, évaporation accrue ;
- l'augmentation de la turbidité des eaux à cause de l'érosion ;
- les parasitoses dues aux eaux de surface infestées à l'état naturel ;
- les pollutions chimiques des eaux de surface par le transport des carburants et des huiles de vidange.

Conclusion

La présente étude avait pour objectif de faire l'analyse diagnostique de la situation actuelle des ressources en eau du Cameroun. Cette étude, exclusivement consacrée à l'axe « connaissance et usages des ressources en eau » devait :

- faire un état des lieux des ressources en eau au plan national par bassin hydrographique pour les eaux de surface, et par aquifère pour les eaux souterraines ;
- faire une évaluation des usages de l'eau par secteur d'activité et par unité hydrologique ;
- Identifier et hiérarchiser les problèmes liés à la connaissance et aux usages des ressources en eau au Cameroun.

La méthodologie qui a été mise en oeuvre comporte quatre points :

- la collecte des données à partir de la recherche bibliographique et des enquêtes de terrain ;
- le traitement et à l'exploitation des données collectées ;
- l'évaluation des ressources disponibles et des besoins en eau des divers secteurs d'activités dans chaque bassin ;
- l'analyse des problèmes relatifs aux ressources en eau par deux méthodes :
 - o une Matrice d'Evaluation Rapide des Questions de Ressources en Eau (MERQUIRE) pour les problèmes d'impact ;
 - o une approche descriptive et analytique pour les problèmes relatifs à la gestion des ressources en eau.

Cette approche méthodologique a permis d'apprécier l'état actuel des ressources en eau, leur cadre de suivi et les problèmes.

Les ressources en eau de surface du Cameroun sont réparties dans cinq grands bassins : le bassin du Lac Tchad, le bassin du Niger, le bassin de la Sanaga, le bassin du Congo et le bassin des fleuves côtiers. Les bassins du Lac Tchad, du Niger et du Congo sont transfrontaliers.

Pour ce qui est des eaux souterraines, la grande partie des ressources (71 %) se trouve dans les principaux réservoirs sédimentaires qui représentent moins de 10 % de la superficie du Cameroun. Ces réservoirs sont, du nord vers le sud, le bassin sédimentaire du Lac Tchad, le bassin sédimentaire de la Bénoué et le bassin sédimentaire de la région côtière.

Certaines caractéristiques physiques du milieu conditionnent la disponibilité des ressources en eau dans les différents bassins ou dans les différents aquifères. Ce sont l'orographie, l'hydrographie, le climat, la végétation et la géologie. Sur le plan orographique, cinq zones se distinguent du Nord vers le Sud :

- les terres basses du Nord avec la plaine du Tchad et la dépression de la Bénoué séparées par les Monts Mandaras ;
- le plateau de l'Adamaoua qui a une altitude moyenne de 1 100 m et constitue le véritable château d'eau du pays ;

- la chaîne montagneuse de l'Ouest ;
- les terres côtières qui longent 400 km de la côte Atlantique du Cameroun ;
- le plateau du Sud Cameroun couvre une grande partie du Sud et du Sud-est.

Pour l'hydrographie, des cours d'eau et de lacs naturels ou artificiels composent le réseau hydrographique du Cameroun. Avec une partie sud très drainée et un extrême nord constitué de cours d'eau saisonniers appelés Mayos, le Cameroun présente un réseau hydrographique inégalement réparti sur l'ensemble de son territoire.

Sur le plan climatique, l'étirement du Cameroun du Nord au Sud, l'effet de l'altitude et sa proximité avec la mer sont la cause d'une variabilité spatiale du climat. On observe ainsi du nord au sud deux grandes zones climatiques ; la zone de climat tropical qui s'étend de la latitude 6° à 13° N et la zone de climat équatorial qui s'étend de la latitude 2° à 6° N.

En ce qui concerne la géologie, les principales formations se retrouvent dans deux ensembles, la zone de socle et la zone sédimentaire. Dans la zone de socle il y'a :

- le Complexe du Ntem correspondant à la partie camerounaise du Craton du Congo couvre le Sud du pays ; il est composé essentiellement de tonalites, de trondjémites, de granites, de granulites et de roches vertes ;
- la Chaîne Panafricaine qui couvre la quasi-totalité du reste du territoire camerounais et dont les principales formations géologiques sont les micaschistes, les gneiss, les migmatites et les granites ;
- les zones de plutonisme et de volcanisme ;
 - o la zone de plutonisme concerne une quarantaine de massifs, essentiellement des granites, mais aussi des syénites ;
 - o les massifs volcaniques liés au magmatisme récent forment une chaîne qui s'étend de la côte atlantique jusqu'à l'Adamaoua où elle se divise en deux branches nord-sud et est-nord-est.

Du point de vue démographique, l'évaluation de la population par bassin versant en 2007 peut être résumée de la manière suivante :

- bassin du Lac Tchad : 3 018 000 habitants ;
- bassin du Niger : 3 610 000 habitants ;
- bassin de la Sanaga : 5 570 000 habitants ;
- bassin du Congo : 816 000 habitants ;
- bassin des fleuves côtiers : 4 867 000 habitants.

Pour la mise en place d'une gestion optimale de ses ressources en eau, le Cameroun s'est donné comme préalable la mise en place d'un système efficient de suivi de la ressource. Cependant ce mécanisme de suivi connaît de réels problèmes depuis plusieurs années. En effet la vétusté des infrastructures hydrométéorologiques, la faiblesse des ressources financières et humaines rendent le suivi de la ressource difficile voire inexistant. A titre illustratif, bien que le Cameroun dispose de près de 408 postes pluviométriques, le Service de la Climatologie et de la Banque des Données de la DMN ne reçoit les tableaux climatologiques mensuels que pour environ 10 % des stations.

D'autre part, 74 stations forment le réseau hydrométrique du Cameroun ; et, selon le CRH, les stations fonctionnelles de ce réseau sont réparties ainsi qu'il suit :

- bassin du Lac Tchad : 0 sur 10 (0 %) ;
- bassin du Niger 8 sur 11 (72,73 %) ;
- bassin de la Sanaga : 12 sur 21 (57,14 %) ;
- le bassin du Congo : 5 sur 7 (71,43 %) ;
- le bassin des fleuves côtiers : 7 sur 25 (28 %).

Ces pourcentages masquent de fortes disparités spatiales dans la répartition des stations hydrométriques d'un bassin ; en effet, le bassin des fleuves côtiers au Nord-Ouest du bassin de la Sanaga ne dispose d'aucune station hydrométrique. Par ailleurs, l'absence de stations hydrométriques dans le bassin du Lac Tchad est à déplorer, ceci d'autant plus que, de manière générale, la collecte doit être d'autant plus serrée et soignée que les disponibilités en eau sont faibles au regard des besoins (*Fritsch, 1996*). L'application de ce principe devrait entraîner des changements importants dans la répartition et le suivi des stations hydrométéorologiques du Cameroun.

Sur le plan hydrogéologique, on constate pour le déplorer que le Cameroun ne dispose d'aucun réseau de suivi piézométrique. Les travaux en vue de quantifier les ressources en eau souterraine sont très anciens. Sur les plans hydrochimique et hydrobiologique, on observe que bien que le pays dispose d'un certain nombre de structures d'analyse et que la qualité de l'eau soit un facteur limitant de la ressource disponible, aucun réseau de suivi des différents impacts sur les cours d'eau et les nappes d'eau souterraine n'a encore été mis en place. Le constat est donc simple : face aux préoccupations de plus en plus grandes pour le secteur de l'eau et aux attentes des acteurs du secteur de l'eau, la collecte des données hydrométéorologiques doit être renforcée, le maillage des réseaux de collecte doit évoluer et les services hydrométéorologiques tels que le CRH et la DMN doivent dorénavant répondre aux exigences de quantité, de qualité et d'accessibilité inhérents à leur existence.

Malgré ces insuffisances dans le suivi des ressources en eau, les données disponibles permettent de faire ressortir que le Cameroun dispose d'énormes ressources en eau. La répartition des eaux météoriques est assez hétérogène et augmente du Nord vers le Sud du pays. La pluviométrie varie entre 561,1 m à Makari dans le bassin du Lac Tchad à 9763,9 m à Debundscha dans le bassin des fleuves côtiers. Les ressources en eau de surface du Cameroun sont de 265,88 km³ avec 12,23 % pour le bassin du Lac Tchad, 16,51 % pour le bassin du Niger, 23,01 % pour le bassin de la Sanaga, 12,58 % pour le bassin du Congo et 35,66 % pour le bassin des fleuves côtiers.

Quant aux ressources en eau souterraine, elles sont de 55,98 km³ réparties ainsi qu'il suit :

- bassin sédimentaire du Lac Tchad : 5,72 % ;
- bassin sédimentaire de la Bénoué : 28,14 % ;
- bassin sédimentaire de la région côtière : 38,64% ;
- zone de socle : 27,51%.

A titre comparatif, l'eau souterraine représente 21 % des ressources en eau de surface.

La composition chimiques des eaux de surface et des eaux souterraines est en relation étroite avec la nature lithologique de l'encaissant. Elles sont bicarbonatées, avec des pH très étalés. Les conductivités sont faibles à moyennes. Les qualités chimiques et bactériologiques de ces ressources en eau sont également affectées par l'anthropisation, ce qui peut diminuer les volumes disponibles pour certains besoins.

Ces besoins en eau représentent 4 % des ressources en eau disponibles avec et sont réparties de la manière suivante par bassin :

- bassin du Lac Tchad : 0,18 % ;
- bassin du Niger : 3,03 % ;
- bassin de la Sanaga : 0,86 % ;
- bassin du Congo : 0,01 % ;
- bassin des fleuves côtiers : 0,07 %.

La répartition des besoins en par type d'usage est la suivante :

- 0,12 % pour les besoins domestiques ;
- 0,04 pour l'élevage ;
- 0,30 % pour l'irrigation ;
- 3,67 % pour la production hydroélectrique ;
- 0,01 % pour l'activité industrielle ;
- 0,001 % pour l'activité minière.

La satisfaction des différents besoins est tributaires des technologies de mobilisation mises en œuvre dans chaque secteur et pour chaque type de ressource.

Au Cameroun, l'eau de surface est la principale source d'approvisionnement pour les différents usages de la ressource dans le bassin de la Sanaga, le bassin du Congo et le bassin des fleuves côtiers. Pourtant, on observe que même dans ces bassins l'hydraulique rurale reste très tributaire des ressources en eau souterraine. A contrario, dans les bassins du Lac Tchad et du Niger, l'eau souterraine est la principale source d'approvisionnement et pourtant, les besoins pour l'irrigation sont surtout assurés par l'eau de surface (Logone dans le bassin du Lac Tchad, Bénoué et Faro dans le bassin du Niger). Les technologies de mobilisation dépendent du secteur considéré et sont réparties de la manière suivante :

- besoins domestiques : puits, forages et sources en milieu rural, prises d'eau en rivière et barrages de retenue en milieu urbain
- besoins agropastoraux : mares, retenues colinéaires et puits ;
- besoins pour l'irrigation : prises d'eau en rivière majoritairement utilisés pour les grandes surfaces, biefs les petites surfaces ;
- production hydroélectrique : barrages de retenues ;
- activités industrielles et minière : forages et prises en rivière.

Malgré l'abondance des ressources en eau et la diversité des technologies de mobilisation, le niveau de satisfaction est encore faible les différents secteurs.

En effet, l'examen des performances des différents secteurs met en évidence un certain nombre d'insuffisances. En hydraulique rurale, le taux de couverture des besoins reste inférieur à 50 %, et en milieu urbain, le rendement du service global des réseaux est seulement de 55 %. En hydraulique pastorale, seul 0,55 % du cheptel est couvert dans la province de l'extrême Nord. Le rendement du secteur de l'hydraulique agricole est seulement de 30 %. En hydroélectricité, le Cameroun connaît un réel déficit énergétique. La finalisation des nombreux projets en cours

dans les différents secteurs permettront, à moyen ou à long terme, d'améliorer de façon sensible la mobilisation des ressources en eau.

La coopération dans le secteur de l'eau se fait à trois niveaux au Cameroun :

- au niveau international ;
- au niveau régional ;
- au niveau sous régional.

S'agissant de la coopération internationale, elle se fait à travers la mise en œuvre des Conventions et Principes mondiaux tels que la Décennie Internationale de l'Eau Potable et de l'Assainissement, la Gestion Intégrée des Ressources en Eau, les Objectifs du Millénaire pour le Développement. La coopération régionale quant à elle est menée à travers L'African Minister's Council on Water, L'initiative de la Banque Africaine de Développement. Quant à la coopération sous régionale est basée sur le partage des bassins avec un certain nombre de pays de la sous région. Elle se fait à travers les organismes de gestion des bassins transfrontaliers tels que l'Autorité du Bassin du Niger, La Commission du Bassin du Lac Tchad, la Commission internationale du Bassin du Congo-Oubangui-Sangha, L'Autorité de Gestion Intégrée des Eaux en Afrique Centrale. Toujours dans le cadre de cette coopération régionale, le Cameroun est impliqué dans un certain nombre de projets d'envergure à l'exemple du projet NIGER-HYCOS. Les organismes de facilitations jouent également un rôle important dans le cadre de la coopération ; on peut citer la Dutch Initiative, le Global Water Partnership, la Netherlands Development Organisation, UN-HABITAT, l'UNESCO. Dans le secteur de l'eau, un certain nombre de financements sont obtenus de l'Agence Française de Développement, l'Union Européenne, La Banque Africaine de Développement, la Banque Mondiale, la Coopération belge et la Coopération allemande.

L'abondance des ressources en eau au Cameroun est évidente. Cependant, l'examen des problèmes relatifs aux impacts sur les ressources en eau met en relief la dégradation quantitative et qualitative des eaux de surface et des eaux souterraines. Les cinq premiers problèmes identifiés à l'échelle nationale sont les suivants :

- les pertes d'eau de surface par disparition du couvert végétal, changement climatique, évaporation accrue et sédimentation ;
- la diminution de la recharge des eaux souterraines à cause des changements climatiques, évaporation accrue ;
- l'augmentation de la turbidité des eaux à cause de l'érosion ;
- les parasitoses dues aux eaux de surface infestées à l'état naturel ;
- les pollutions chimiques des eaux de surface par le transport des carburants et des huiles de vidange.

En outre, les problèmes relatifs à la gestion des ressources en eau sont les suivants :

- insuffisances dans le suivi et l'évaluation de la ressource ;
- indisponibilité quantitative et qualitative des ressources en eau pour des actions de développement ;
- sous utilisation des ressources en eau abondantes.

Bibliographie

- Banton O., Bangoy L., (1997). Hydrogéologie, multiscience environnementale des eaux souterraines. Press. Univ. Québec. AUPELF. UREF, 460 p.
- Brabant et Gavaud, (1985).
- Bessoles et al. (1977). Géologie de l'Afrique - Le craton Ouest Africain. Mémoires du BRGM n° 88.
- Castany G., (1982). Principes et méthodes de l'hydrogéologie. Éd Bordas, Paris, 236 p.
- Castany, (1998). Principes et méthodes de l'hydrogéologie. Éd. Dunod, Paris V, 236 p.
- CBLT, UICN, (2007). Plan de gestion de la plaine d'inondation de Waza-Logone. Ed. UICN, 165 p.
- CIEH-BRGM, (1979). Carte de planification des ressources en eau du Cameroun – FAC 2 feuilles au 1/1000.000.
- CIEH (1990). Précipitations journalières de l'origine des stations à 1973. Ed. CIEH, ASECNA, ORSTOM, 499 p.
- CIEH (1990). Précipitations journalières de à 1973 à 1980. Ed. CIEH, ASECNA, ORSTOM, 497 p.
- Conférence internationale sur l'eau, (2001) : L'eau: une des clefs du développement durable, Bonn, 3-7 decembre 2001, 17 p.
- CRH, (1972). Annuaire Hydrologique du Cameroun, année 1968 – 1970, Yaoundé, 72 p.
- CRH, (1973). Annuaire Hydrologique du Cameroun, année 1969 – 1971, Yaoundé.
- CRH, (1974). Annuaire Hydrologique du Cameroun, année 1971 – 1972, Yaoundé.
- CRH, (1975). Annuaire Hydrologique du Cameroun, année 1972 – 1973, Yaoundé.
- CRH, (1975). Annuaire Hydrologique du Cameroun, année 1970 – 1973, Yaoundé.
- CRH, (1976). Annuaire Hydrologique du Cameroun, année 1973 – 1974, Yaoundé, 90 p. graph.
- CRH, (1980). Annuaire Hydrologique du Cameroun, année 1979, 137 p.

- CRH, (1982). Annuaire Hydrologique du Cameroun, année 1980, 131 p.
- CRH, (1983). Annuaire Hydrologique du Cameroun, année 1981, 139 p.
- CRH, (1984). Annuaire Hydrologique du Cameroun, année 1982, 165 p.
- ECAM 3 (2008). Enquête Camerounaise Auprès des Ménages. Rapport d'étude.
- Detay M., (1987). Identification analytique et probabiliste des paramètres numériques et non numériques en hydrogéologie sub-sahélienne : Application au Nord-Cameroun. Th. Doc. Uni. Nice, France, 456 p.
- Djeuda Tchapnga H.B., (1988). Géologie et hydrogéologie d'un secteur de la zone mobile d'Afrique centrale : région de Poli, Nord – Cameroun. Thèse Doct. Univ. Sci. Tech. et Méd. de Grenoble I, France, 333 p.
- Djeuda Tchapnga H.B., Tanawa E., Temgoua E., Siakeu J., Ngo Massana B., (1999). Modèles de circulation, mécanismes de recharge et temps de séjour des eaux souterraines des altérites en milieu cristallin : cas du bassin versant de l'Anga'a, Yaoundé – Cameroun. Collect. GÉOCAM, 2/1999, Éd. Sci. : Vicat J.P., Bilong P., Éd. Press. Univ. de Yaoundé, pp 117 – 126.
- Djeuda Tchapnga H.B., Tanawa E., Ngnikam E., (2001). L'eau au Cameroun : Tome 1 : Approvisionnement en eau. Éd. Press. Univ. de Yaoundé, 356 p.
- Fantong W.Y., Ayonhe S.N., Adelama, S.M.A., Fantong E.B.S., Banseka H.S., Gwanfogbe C.D., (2009). Geochemical provenance and spatial distribution of fluoride in groundwater of Mayo Tsanaga River Basin, Far North Region, Cameroun : Implication for incidence of fluorosis and optimal consumption dose. In : Environ Geochem Health, 16p.
- FAO, (2005). AQUASTAT: information system on water and agriculture. Available from : www.fao.org/nr/water/aquastat/countries/cameroon/cameroon_cp.pdf. Consulted May 1st 2009.
- Fonteh, M.F., (2003). Water for people and the environment. The United Nations Cameroon Water Development Report. UNECA, Addis Ababa, 166 pp.
- Fritsch J.M., (1996). Données hydrométéorologiques et évaluation des ressources en eau pour un développement durable. xiièmes journées hydrologiques de l'Orstom, montpellier, 10-11 oct. 1996
- Fritsch J.M., Servat E., (1998). Conditions de l'amélioration de la connaissance des ressources et des usages de l'eau pour la gestion durable dans un contexte de rareté croissante. In : Water Resources Variability in Africa during the XXth Century (Proc.Abidjan'98, Conf. nov.1998) ; IASH publ. n° 252, pp 395 – 409.

- GWP, MINEE, (2005). Processus d'élaboration du plan d'action national de gestion intégrée des ressources en eau du Cameroun ; Document d'Orientation. Ed. GWP, MINEE, 63 p.
- Institut National de la Statistique, (2006). Annuaire Statistique du Cameroun, 568 p.
- Javelle P., (2001). Caractérisation du régime des crues : le modèle-débit-durée-fréquence convergent. Approche locale et régionale, thèse de Doctorat, Unité de Recherche Hydrologie-Hydraulique, CEMAGREF, Lyong, France.
- Ketchemen B., (1992). Etude hydrogéologique du grand Yaéré (Extrême-Nord du Cameroun) ; synthèse hydrogéologique et étude de la recharge par les isotopes de l'environnement, Th. Doc. Uni. Cheik Anta Diop, Dakar, Sénégal, 172 p.
- Knight Piésold and Co, (2007). Projet de Nkamouna, Cameroun. Evaluation Environnementale et sociale : Etude d'impact environnemental et social, Vol 1. 152 p.
- Korsgaard L., (2006). Environmental Flows in Integrated Water Resources Management: Linking Flows, Services and Values. Ph.D Thesis, Institute of Environment & Resources. Technical University of Denmark, 60 p.
- Letouzey R., (1958). Phytogéographie camerounaise : Atlas du Cameroun. IRCAM, Yaoundé, 6 p. + carte 1/2 000 000.
- Letouzey, R., (1986). Etude phytogéographique du Cameroun. Ed. Lechevallier, Paris, 511 P.
- L'Hôte Y., Mahé G., Somé B., Triboulet J. P., (2002). Analysis of a Sahelian annual rainfall index from 1986 to 2000 ; the drought continues. Hydrological Sciences Journal 47(4), pp 563-572.
- Liéno G., (2001). La plaine d'inondation du Logone dans le Nord Cameroun : Dynamique des inondations. Communication personnelle.
- Mahé G., Olivry J.C., (1991). Changements climatiques et variations des écoulements en Afrique occidentale et centrale, du mensuel à l'interannuel ; in Proceedings of the Vienna Symposium, IAHS Publ. n°201.
- Microsoft, (2007). Encyclopédie Encarta 2007.
- MINEPAT : Document de Stratégie pour la Croissance et l'Emploi, 168p.
- MINAGRI, (1986). Développement de l'hydraulique agricole et rurale au Cameroun, 72 p.
- Bidjocka J.P, (2002). Etat Actuel de la Mobilisation des Ressources en Eau au Cameroun. Contraintes et Perspectives. MINEE, 24 p.

- Bidjocka J.P, (2004). Hydraulique Rurale au Cameroun versus Energies pour la Réduction de la Pauvreté. MINEE, 54 p.
- MINEE, (2004). Programme d'hydraulique rurale dans la région de l'extrême-Nord, 42 p.
- MINEE, (2005). Stratégie du Ministère des Mines, de l'Eau et de l'Energie. Etude diagnostic (domaine de l'eau), 84 p.
- MINEE, (2005). Corrélation entre la nature lithologique de l'aquifère et la qualité physico-chimique des eaux de forge. Rapport d'étude, 32 p + annexes.
- MINEE, (2007). Validation de la base des données : analyse approfondie des problèmes liés à l'eau et à l'assainissement dans la province de l'extrême-nord. Rapport du mini atelier du forum de l'eau de Maroua, du 20 au 21 août 2007, 52 p.
- Missions Economiques, (2007). Fiche de synthèse : Le secteur électrique au Cameroun. Ed, MINEFI, DGTPE, 4p.
- Nola M., Njine J., Boutin C., (1998) : Variabilité de la qualité des eaux souterraines dans quelques stations de Yaoundé. Mém. Bisopéologie, Tome XXV, pp 183 – 191.
- Naah E., (1986). Hydrologie des Yaérés – Rapport des campagnes 1984 et 1985. Yaoundé, Mesres-IRGM/CRH, 52 p.
- Naah E., (1990). Hydrologie du grand Yaéré du Nord-Cameroun. Th. Doc. Uni. Ydé I, Cameroun, 326 p.
- Nana Tchoudja (1978). Annuaire Hydrologique du Cameroun, année 1976, 76 p.
- Nana Tchoudja (1979). Annuaire Hydrologique du Cameroun, année 1977, 73 p.
- Nana Tchoudja (1979b). Annuaire Hydrologique du Cameroun, année 1978, 77 p.
- Ndam J.R. (1997). Bilans hydrogéo-chimiques sous forêt tropicale humide en Afrique : du bassin expérimental de Nsimi-Zoétéélé aux réseaux hydrographiques du Nyong et de la Sanaga au Sud-Cameroun. Thèse Doc. Uni. Pierre et Marie Curie, Paris VI, 214 p.
- Olivry J.C., (1975). Annuaire Hydrologique du Cameroun, année 1974, 86 p.
- Olivry J.C., (1977). Annuaire Hydrologique du Cameroun, année 1975, 147 p.
- Olivry J.C., (1986). Fleuves et rivières du Cameroun. Monographies hydrologiques, MESRES/ORSTOM, n° 9, 733 p.

- Olivry J. C, Briquet J.P., Mahé G., (1994). De l'évolution de la puissance des crues des grands cours d'eau intertropicaux d'Afrique depuis deux décennies ; Dossier de la revue de Géographie Alpine n°12.
- OMS (1982). Normes internationales pour l'eau potable. Ed. OMS, 218 p.
- OMS, (2004). Directives de qualité pour l'eau de boisson. Vol I. Ed. OMS, 110 p
- ORSTOM, (1969). Annuaire hydrologique du Cameroun, année 1968, 72 p.
- Savadogo Nindaoua A., (1984) : Géologie et hydrogéologie du socle cristallin de Haute Volta. Étude régionale du bassin versant de la Sissili. Thèse Doct. Univ. Sci. Tech. et Méd. De Grenoble I, France, 349 p.
- Oyié Ayi F. H., (2006). Optimisation des choix technologiques pour l'approvisionnement en eau potable en milieu rural au Cameroun. Mémoire de fin d'étude. ENSP, Yaoundé I, 78 p.
- SCET CAMEROUN – SCET AGRI – BRGM, (1986). Développement de l'hydraulique Agricole et rurale au Cameroun
- SEMRY, (2007). Eau agro-sylvo-pastorale : le cas des périmètres aménagés de la Vallée du Logone, Maroua 01-03 novembre 2007, 14 p.
- Sigha-Nkamdjou, L., (1994). Fonctionnement hydrochimique d'un écosystème forestier de l'Afrique Centrale: La Ngoko à Moloundou (sud-est du Cameroun). Th. Doc. Uni. XI (Orsay), Coll. TDM n° 111, Ed. ORSTOM Paris, 380 pp.
- Sighomnou, D., Sigha Nkamdjou, L., Molinier, M., (1997). Perturbação no meio natural do Yaere no Norte dos Camaroes : mudanças climáticas ou ação antropica ? XII Simposio Brasileiro de Recursos Hidricos, pp 399-406.
- Sighomnou D., (2004). Analyse et redéfinition des régimes climatiques et hydrologiques du Cameroun : perspectives d'évolution des ressources en eau. Th. Doc. Uni. Ydé I, Cameroun, 290 p.
- Sighomnou D., Sigha Nkamdjou L., Lienou G., Dezetter A., Mahe G., Servat E., Paturel J. E., Olivry J. C., Tchoua F., Ekodeck G. E., (2007). Impact des fluctuations climatiques sur le régime des écoulements du fleuve Sanaga au Cameroun, perspectives pour le XXIème siècle. Document technique en hydrologie n° 80. Ed UNESCO et IHP, pp 173 – 181.
- SNEC, (2001). L'eau au Cameroun
- SOGREAH, (1976). Inventaire de sites de barrages dans les Mont Mandara - Données de base – Carte 1/50.000 Hydrogéologie du périmètre Tsanaga.
- SONEL. Atlas du potentiel hydro électrique du Cameroun, 87 p.

- Suchel, J.B., (1987). Les climats du Cameroun. Th. Doc. D'Etat, Uni. Bordeaux III. 4 vol., 1186 p.
- Rapport National d'Investissement du Cameroun, (2008). L'eau pour l'agriculture et l'énergie en Afrique: les défis du changement climatique. Conférence de haut niveau, Syrte, Jamahiriya Arabe Libyenne, 15-17 décembre 2008, 10p.
- Tamu, C.C., (2003). Comparative cost analyses of different sprinkler irrigation systems for banana production at SPNP/SBM/PHP, Njombe. Unpublished Master of Science thesis in water management, Dept. of Agricultural Engineering, Faculty of Agriculture, University of Dschang, Dschang, Cameroon.
- Tillement B., (1970). Hydrogéologie du Nord-Cameroun. Bull. Dir. Mines Géol. no 6, Yaoundé, 300 p.
- WMO et GWP, (2003). Cameroun : gestion intégrée des eaux de crues - Cas de la plaine d'inondation du fleuve Logone. Ed. Technical Support Unit, 8 p.
- Yongue Fouateu R., (1986). Contribution à l'étude pétrologique de l'altération des faciès de cuirassement ferrugineux des gneiss migmatitiques de la région de Yaoundé. Thèse Doct. 3e cycle, Univ. Yaoundé, 214 p.

Provisoire

Annexes

ANNEXE I :

DONNEES PLUVIOMETRIQUES

A- BASSIN SEPTENTRIONAL DU LAC TCHAD													
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Guetale (1965-2005)	0,0	0,0	1,4	21,6	71,6	115,3	207,0	250,9	129,6	30,6	0,9	0,0	829,0
Maroua (1970-2005)	0,0	0,0	1,4	18,8	62,3	106,4	196,4	245,8	135,9	25,4	0,7	0,0	793,1
Makari (1970-1995)	0,0	0,0	0,0	6,2	23,5	46,6	172,5	210,8	89,8	11,6	0,0	0,0	561,1
Yagoua (1974-2005)	0,0	0,0	0,1	15,0	60,4	93,9	175,0	220,7	121,5	24,2	0,0	0,0	710,7
Kaélé (1970-2005)	0,0	0,0	1,5	17,5	55,1	93,3	171,4	238,0	163,6	56,3	14,0	0,0	810,9
Moyenne arithmétique	0,0	0,0	0,9	15,8	54,6	91,1	184,5	233,3	128,1	29,6	3,1	0,0	740,9

(Source : Direction de la Météorologie Nationale, 2009)

B- BASSIN MERIDIONAL DU LAC TCHAD													
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Ngaoundéré (1970-2005)	0,8	1,7	32,9	138,8	185,8	202,9	248,2	273,9	224,7	115,3	6,9	0,3	1432,1
Touboro (1970-2005)	0,0	0,0	8,4	55,1	112,3	162,9	248,9	327,7	223,2	93,0	1,8	0,0	1233,5
Lara (1970-2005)	0,0	0,0	0,3	25,5	64,1	100,6	205,5	263,5	131,0	29,2	0,0	0,0	819,8
Moyenne arithmétique	0,3	0,6	13,9	73,1	120,7	155,5	234,2	288,4	193,0	79,2	2,9	0,1	1161,8

(Source : Direction de la Météorologie Nationale, 2009)

A- BASSIN SEPTENTRIONAL DU NIGER													
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Garoua (1978-2008)	0,0	0,0	0,0	43,2	112,3	145,1	188,7	232,3	194,6	77,4	2,8	0,0	996,4
Tcholliré (1960-2005)	0,0	0,0	4,6	50,2	143,2	179,3	289,2	308,6	234,4	95,1	3,5	0,1	1308,2
Guider (1948-2005)	0,0	0,1	3,0	29,8	85,4	130,5	205,0	252,1	169,1	48,5	0,9	0,1	924,4
Mokolo (21 ans)	0,0	1,7	4,8	28,7	102,6	151,3	220,6	267,7	172,8	43,5	3,1	0,0	996,8
Poli (36 ans)	0,0	2,7	19,9	77,8	171,8	229,2	248,6	298,3	308,0	124,6	6,3	1,9	1489,1
Moyenne arithmétique	0,0	0,9	6,5	45,9	123,1	167,1	230,4	271,8	215,8	77,8	3,3	0,4	1143,0

(Source : Olivry, 1986 ; Direction de la Météorologie Nationale, 2009)

B- BASSIN MERIDIONAL DU NIGER													
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Bamenda (1978-2008)	9,9	23,6	112,0	184,6	174,8	281,8	396,1	415,1	383,2	224,0	29,9	7,6	2242,5
Bambui (21 ans)	14,0	41,0	146,0	195,0	223,0	279,0	369,0	352,0	403,0	299,0	55,0	13,0	2389,0
Wum Catho (8 ans)	26,0	49,0	159,0	262,0	268,0	363,0	288,0	307,0	474,0	400,0	133,0	43,0	2772,0
Kom (5 ans)	11,0	76,0	206,0	247,0	338,0	442,0	549,0	507,0	574,0	276,0	141,0	46,0	3413,0
Nkambe (9 ans)	6,0	24,0	86,0	127,0	161,0	288,0	483,0	483,0	439,0	288,0	74,0	6,0	2465,0
Moyenne arithmétique	13,4	42,7	141,8	203,1	233,0	330,8	417,0	412,8	454,6	297,4	86,6	23,1	2656,3

(Source : Olivry, 1986 ; Direction de la Météorologie Nationale, 2009)

BASSIN DE LA SANAGA													
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Edéa (1970-2005)	23,8	52,8	129,6	213,0	268,2	206,6	239,5	355,0	400,5	353,0	120,1	17,5	2379,6
Ngambé (1960-1992)	16,0	35,4	132,8	189,5	227,5	238,8	301,4	515,5	508,7	367,7	93,0	12,8	2639,3
Banyo (1970-2008)	3,4	9,1	62,1	157,2	210,6	232,0	275,1	283,5	270,1	185,7	24,1	4,2	1717,0
Yoko (1960-1995)	3,7	15,6	73,8	114,1	168,9	163,2	188,1	207,2	297,0	284,5	57,3	7,5	1581,0
Bafia (1978-2008)	9,6	15,2	93,2	144,9	175,4	121,1	110,1	171,0	227,4	265,5	91,3	9,4	1434,0
Bafoussam (1970-2001)	9,2	23,0	105,0	156,2	166,8	193,4	248,8	268,5	288,6	250,6	55,4	5,2	1770,8
Koundja (1960-2005)	5,6	11,5	97,8	161,0	180,2	205,5	304,3	351,8	310,6	233,5	49,8	5,5	1917,2
Bétaré Oya (33 ans)	12,0	25,0	71,0	137,0	173,0	179,0	166,0	229,0	276,0	249,0	56,0	11,0	1584,0
Tibati (34 ans)	3,0	11,0	63,0	129,0	180,0	203,0	280,0	266,0	292,0	242,0	46,0	5,0	1720,0
Natchigal (26 ans)	19,0	37,0	112,0	177,0	191,0	128,0	49,0	74,0	161,0	270,0	120,0	17,0	1355,0
Moyenne arithmétique	11,1	24,9	93,6	157,6	195,7	185,0	206,5	263,3	302,4	274,2	73,7	10,0	1797,8

(Source : Olivry, 1986 ; Direction de la Météorologie Nationale, 2009)

BASSIN DU CONGO													
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Bertoua (1978-2008)	14,5	25,4	93,8	140,9	157,3	148,7	108,9	156,3	234,0	251,2	92,1	18,6	1441,7
Moloundou (27 ans)	53,2	77,5	133,9	152,5	149,5	132,6	58,4	95,7	190,0	200,0	143,7	69,5	1456,5
Batouri (43 ans)	27,3	37,9	102,6	127,6	158,0	151,6	112,8	130,6	210,9	238,7	96,5	34,4	1428,9
Lomie (44 ans)	39,7	56,5	124,9	167,5	187,8	141,6	91,2	132,3	257,8	263,0	227,4	45,4	1735,1
Sangmélina (1960-1994)	39,3	57,3	146,6	179,3	204,8	153,0	94,1	102,4	228,0	290,1	142,5	34,6	1672,2
Yakadouma (43 ans)	29,6	49,7	126,5	156,1	171,6	161,1	122,0	146,7	236,7	238,6	110,0	47,1	1595,7
Moyenne arithmétique	33,9	50,7	121,4	154,0	171,5	148,1	97,9	127,3	226,2	246,9	135,4	41,6	1555,0

(Source : Olivry, 1986 ; Direction de la Météorologie Nationale, 2009)

BASSIN DES FLEUVES COTIERS AU Nord-ouest DU BASSIN DE LA SANAGA													
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Douala (1978-2008)	34,5	53,4	159,9	241,6	299,5	393,4	651,4	682,2	570,9	385,4	138,4	25,8	3636,4
Tiko (1975-2007)	9,4	21,5	80,8	153,6	193,4	264,6	481,6	474,7	258,3	262,9	99,8	13,6	2314,2
Dschang (1978-2008)	14,7	40,7	102,7	167,4	178,1	244,7	234,4	295,8	286,2	185,1	33,2	7,5	1790,5
Nkongsamba (1960-2008)	12,4	28,0	115,2	172,0	200,8	238,0	417,8	513,6	429,5	314,6	80,6	9,0	2531,5
Debundscha (1970-2007)	167,4	329,5	374,5	521,3	655,6	1287,2	1450,3	1710,1	1353,1	1198,4	543,2	173,4	9763,9
Kumba (1970-2007)	16,1	62,0	167,4	202,2	260,7	253,2	270,6	325,7	309,6	275,4	103,8	15,9	2262,8
Buea (1970-2003)	27,1	21,6	87,6	147,3	168,4	272,6	552,3	567,8	334,9	210,7	86,9	10,9	2488,1
Muyuka (1975-2007)	11,6	28,0	76,4	125,3	163,6	166,2	276,1	305,0	206,7	175,4	69,5	13,0	1616,8
Moyenne arithmétique	36,7	73,1	145,6	216,3	265,0	390,0	541,8	609,4	468,6	376,0	144,4	33,6	3300,5

(Source : Banque de données de la Direction de la Météorologie Nationale, 2009)

BASSIN DES FLEUVES COTIERS AU SUD DU BASSIN DE LA SANAGA													
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Yaoundé (1927-2007)	20,5	48,6	136,8	175,9	207,4	157,3	70,7	87,7	226,5	283,7	114,2	24,0	1553,2
Akonolinga (1978-2008)	12,8	35,3	110,8	160,4	205,1	136,0	101,5	114,3	233,4	274,8	109,1	14,2	1507,5
Abong Mbang (1978-2008)	17,6	35,5	114,1	158,9	224,6	157,8	100,4	134,0	233,5	259,8	103,5	34,3	1574,0
Ebolowa (1978-2008)	32,1	69,0	163,3	203,5	200,7	146,5	64,2	104,9	227,3	292,0	168,1	37,2	1708,8
Ambam (1978-2008)	42,0	65,4	147,5	200,7	197,9	121,6	57,8	73,3	225,3	294,6	168,6	45,5	1640,1
Mbalmayo (34 ans)	24,6	52,6	158,8	189,9	199,5	137,3	59,2	65,0	201,5	293,8	140,7	33,7	1556,6
Kribi (45 ans)	92,1	118,0	200,7	260,5	343,2	274,1	111,9	230,5	501,6	491,8	200,8	94,2	2919,4
Campo (31 ans)	113,1	131,6	200,8	268,8	327,3	182,4	65,7	139,9	425,5	500,1	242,8	86,4	2684,4
Lolodorf (25 ans)	43,7	75,6	180,6	262,5	283,8	184,9	57,8	75,8	268,7	375,2	208,8	59,5	2076,9
Nyabessan (18 ans)	49,9	72,7	183,3	214,2	221,5	85,4	13,0	38,3	162,6	339,9	201,1	52,0	1633,9
Moyenne arithmétique	44,8	70,4	159,7	209,5	241,1	158,3	70,2	106,4	270,6	340,6	165,8	48,1	1885,5

(Source : Olivry, 1986 ; Direction de la Météorologie Nationale, 2009)

ANNEXE II :

STATIONS HYDROMETRIQUES AYANT SERVI AU CALCUL DES VOLUMES D'EAU

Bassin national	Sous-bassin national	Superficie (km ²)	Période d'observation	Nombre d'années
Lac Tchad	Logone (Bongor)	71 400	1948 - 2008	61
	Logone (Baïbokoum)	21 360	1953 - 2008	56
	Chari (Chagoua)	500 000	1954 - 2008	55
	Mayo Tsanaga (Bogo)	1 535	1953 - 1973	21
Niger	Bénoue (Garoua)	60 500	1949 - 1981	32
	Faro (Safaïe)	20 312	1953 - 1971	15
	Menchum (Gouri)	2 840	1964 - 1982	15
Sanaga	Sanaga (Edéa)	131 500	1944 - 1980	36
Congo	Ngoko (Moloundou)	67 075	1989 - 1992	3
	Kadéï (Pana)	20 372	1965 - 1982	12
Fleuves côtiers	Wouri (Yabassi)	8 250	1951 - 1982	31
	Nyong (Dehane)	26 400	1951 - 1982	30
	Lokoundjé (Lolodorf)	1 150	1951 - 1982	31
	Lobe (Kribi)	2 305	1953 - 1982	29
	Kienke (Kribi)	1 435	1955 - 1982	20
	Moungo (Mundame)	2 420	1953 - 1982	24
	Ntem (Nyabessan)	26 350	1958 - 1991	33
	Dibamba (Japoma)	2 400	1974	1
	Cross river (Mamfé)	6 810	1967 - 1982	15
	Mémé (Baï)	975	/	3
	Ndian	1 215	/	/
	Moko	1 200	/	/
	Munaya (Akwen)	2 770	1967 - 1982	19

ANNEXE III :

SOURCE DOCUMENTAIRE DES DONNEES HYDROMETRIQUES

Stations hydrométriques	Période totale d'observation	Nombre d'années	Sources documentaires
Logone (Bongor)	1948 - 2008	61	- Banque de données de la CBLT
Logone (Baïbokoum)	1953 - 2008	56	- Banque de données de la CBLT
Chari (Chagoua)	1954 - 2008	55	- Banque de données de la CBLT
Mayo Tsanaga (Bogo)	1953 - 1973	21	- Annales hydrologiques (1970 à 1980)
Bénoue (Garoua)	1949 - 1981	32	- Olivry (1986)
Faro (Safaïe)	1953 - 1962	15	- Olivry (1986)
Menchum (Gouri)	1964 - 1982	15	- Olivry (1986) - Annuaire hydrologique (1981 à 1982)
Sanaga (Edéa)	1944 - 1980	36	- Olivry (1986) - Annales hydrologiques (1970 à 1980)
Ngoko (Moloundou)	1989 - 1992	3	- Sigha Nkamdjou (1994)
Kadéï (Pana)	1965 - 1982	12	- Olivry (1986) - Annuaire hydrologique (1981 à 1982)
Wouri (Yabassi)	1951 - 1982	31	- Olivry (1986) - Annales hydrologiques (1977 à 1982)
Nyong (Dehane)	1951 - 1982	30	- Olivry (1986) - Annales hydrologiques (1977 à 1982)
Lokoundjé (Lolodorf)	1951 - 1982	31	- Olivry (1986) - Annales hydrologiques (1977 à 1982)
Lobe (Kribi)	1953 - 1982	29	- Olivry (1986) - Annales hydrologiques (1977 à 1982)
Kienke (Kribi)	1955 - 1982	20	- Olivry (1986) - Annales hydrologiques (1977 à 1982)
Moungo (Mundame)	1953 - 1982	24	- Olivry (1986) - Annales hydrologiques (1977 à 1982)
Ntem (Nyabessan)	1958 - 1991	33	- Sigha Nkamdjou (1994)
Dibamba (Japoma)	1974	1	- Olivry (1986)
Cross river (Mamfé)	1967 - 1982	15	- Olivry (1986) - Annales hydrologiques (1977 à 1982)
Mémé (Baï)	/	3	- Olivry (1986)
Munaya (Akwen)	1967 - 1982	19	- Annales hydrologiques (1977 à 1982)

ANNEXE IV

DONNEES DE TEMPERATURES

Bassin du Lac Tchad

Station	Période	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Kousséri	1985-1994	24.0	27.4	30.6	33.7	33.2	30.4	28.5	26.7	29.0	30.4	28.9	24.4
Maroua	1971-2004	24.7	27.6	31.1	33.1	31.2	29.2	27.0	26.3	27.2	28.6	27.7	25.3
Ngaoundéré	1952-2008	20.7	22.4	24.2	24.1	22.9	22.0	21.4	21.5	21.6	22.0	21.3	20.6

(Source : DMN)

Bassin du Niger

Station	Période	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Garoua	1941-2008	26.1	28.7	32.1	32.9	30.5	28.0	26.8	26.3	26.7	28.0	27.7	26.1
Kaélé	1971-2008	25.8	28.9	32.0	33.5	31.3	29.1	26.6	26.1	26.8	29.0	28.7	26.5
Tibati	1971-2008	23.6	25.0	26.2	25.5	24.4	23.3	22.9	23.1	23.1	23.4	23.8	23.5
Bamenda	1971-2008	19.5	20.7	21.7	21.5	21.1	20.2	19.2	19.3	19.6	20.1	19.7	19.3
Poli	1971-2008	24.4	26.6	29.2	29.6	27.8	26.3	25.0	24.8	25.3	26.2	25.6	24.1

(Source : DMN)

Bassin de la Sanaga

Station	Période	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Bafia	1971-2008	25.5	27.0	26.9	26.4	25.6	25.0	24.4	24.3	24.5	24.6	25.2	24.9
Meiganga	1971-2008	22.6	24.2	25.4	24.7	23.5	22.8	22.1	22.1	22.2	22.4	22.6	22.0
Bafoussam	1990-2008	20.4	21.8	23.1	21.7	21.2	20.7	20.2	20.2	20.5	20.3	20.7	20.3
Banyo	1971-2008	23.0	24.7	25.6	24.6	23.4	22.7	22.1	22.1	22.2	22.7	23.2	22.8
Edéa	1971-2008	27.7	28.2	28.2	27.7	27.3	26.5	25.3	24.9	25.7	26.3	27.1	27.3
Nanga-Eboko	1971-2005	24.2	25.5	25.7	25.4	24.7	24.0	23.7	23.6	24.0	24.0	24.2	24.0
Ngambe	1971-1992	25.1	26.0	25.5	25.2	24.5	23.6	22.3	22.1	22.9	23.5	24.4	24.6
Yoko	1971-1993	23.9	25.7	23.3	23.6	25.7	23.3	21.1	25.7	23.3	21.8	25.7	23.3

(Source : DMN)

Bassin du Congo

Station	Période	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Sangmelima	1971-2005	24.6	25.4	25.4	24.9	24.3	23.7	23.0	23.0	23.4	23.4	23.9	23.9
Yokadouma	1971-1998	24.0	25.2	25.9	25.9	25.4	24.7	24.2	24.2	24.5	24.8	24.6	23.9
Bertoua	1971-2008	23.7	25.5	26.0	25.7	25.0	24.3	23.4	23.6	24.0	24.2	24.3	23.6

(Source : DMN)

Bassin des fleuves côtiers

Station	Période	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Douala	1941-2008	25.8	26.3	26.1	25.7	25.5	24.9	24.2	24.1	24.4	24.6	25.2	25.6
Dschang	1971-2008	21.3	22.1	21.9	21.9	21.2	20.3	19.5	19.4	19.7	20.5	21.1	21.0
Ekona	1984-2002	23.1	24.7	24.9	24.8	24.2	23.6	22.7	22.7	22.9	22.1	23.7	22.9
Mamfe	1971-2004	25.2	27.0	27.7	27.7	27.0	26.3	25.3	25.0	25.8	26.4	26.5	25.5
Nkongsamba	1971-2008	23.3	24.1	24.1	23.8	23.4	22.5	21.8	21.6	22.1	22.6	23.1	22.9
Tiko	1981-2004	22.3	23.4	23.5	23.2	23.2	22.9	22.5	22.6	22.4	22.4	22.6	22.2
Yabassi	1971-2008	27.8	28.6	28.2	27.6	27.1	26.2	25.2	25.0	25.8	26.5	27.4	27.9
Yaoundé	1971-2008	24.7	25.7	25.5	25.0	24.5	23.9	23.1	23.1	23.5	23.7	24.1	24.2
Ambam	1971-2004	25.2	25.3	24.9	25.2	24.9	24.1	23.1	23.4	23.8	24.0	24.3	24.7
Abong-Mbang	1971-2008	23.5	24.6	25.1	24.9	24.5	23.9	23.1	23.2	23.7	23.9	23.9	23.1
Ebolowa	1971-2008	25.4	25.7	25.4	25.1	24.9	24.3	23.5	23.3	23.9	24.1	24.6	24.8
Akonolinga	1971-2008	24.7	25.8	25.8	25.3	24.9	24.1	23.4	23.6	23.7	24.0	24.5	24.5

(Source : DMN)

ANNEXE V

LISTE DES CENTRES SNEC EQUIPES

PROVINCES	DÉPARTEMENTS	N°	LOCALITES
ADAMAOUA	VINA	1	NGAOUNDERE
	VINA	2	MBE
	MAYO-BANYO	3	BANYO
	MAYO-BANYO	4	BANKIM
	MBERE	5	MEIGANGA
CENTRE	MFOUNDI	1	YAOUNDE
	NYONG ET SO'O	2	MBALMAYO
	LEKIE	3	SAA
	LEKIE	4	OBALA
	LEKIE	5	OKOLA
	LEKIE	6	EVODOULA
	LEKIE	7	MONATELE
	LEKIE	8	BATCHENGA
	NYONG ET MFOUMOU	9	AKONOLINGA
	NYONG ET MFOUMOU	10	AYOS
	MEFOU ET AFAMBA	11	MFOU
	MBAM ET INOUBOU	12	BAFIA
	MBAM ET INOUBOU	13	BOKITO
	MBAM ET INOUBOU	14	OMBESSA
	MBAM ET INOUBOU	15	NDIKINEMEKI
	MBAM ET INOUBOU	16	MAKENENE
	NYONG ET KELLE	17	MAKAK
	NYONG ET KELLE	18	ESEKA
	NYONG ET KELLE	19	DIBANG
	NYONG ET KELLE	20	MATOMB
	MEFOU ET AKONO	21	AKONO
	MEFOU ET AKONO	22	NGOUMOU
	MEFOU ET AKONO	23	BIKOK
	HAUTE SANAGA	24	MBANDJOCK
	HAUTE SANAGA	25	NANGA-EBOKO
EST	KADEY	1	BATOURI
	HAUT - NYONG	2	ABONG-MBANG
	BOUBA-ET-NGOKO	3	YOKADOUMA
	LOM ET DJEREM	4	GAROUA-BOULAI
	LOM ET DJEREM	5	BERTOUA
	LOM ET DJEREM	6	BELABO
LITTORAL	WOURI	1	DOUALA
	MOUNGO	2	NKONGSAMBA
	MOUNGO	3	PENJA
	MOUNGO	4	LOUM
	MOUNGO	5	MELONG
	MOUNGO	6	MANJO

	MOUNGO	7	MBANGA
	NKAM	8	YABASSI
	SANAGA MARITIME	9	EDEA
	SANAGA MARITIME	10	DIZANGUE
	SANAGA MARITIME	11	NGAMBE
	SANAGA MARITIME	12	POUMA
NORD	BENOUE	1	GAROUA
	MAYO LOUTI	2	GUIDER
	MAYO LOUTI	3	MAYO-OULO
	MAYO LOUTI	4	FIGUIL
EXTREME-NORD	DIAMARE	1	MAROUA
	MAYO-TSANAGA	2	MOKOLO
	MAYO SAVA	3	MORA
	MAYO SAVA	4	KOLOFATA
	MAYO DANAY	5	YAGOUA
	MAYO DANAY	6	MAGA
	LOGONE ET CHARI	7	MAKARY
	LOGONE ET CHARI	8	KOUSSERI
	LOGONE ET CHARI	9	LOGONE-BIRNI
NORD-OUEST	MEZAM	1	BAMENDA
	MEZAM	2	BALI
	DONGA-MANTUNG	3	NKAMBE
	NGO-KETUNJIA	4	NDOP
	MENCHUM	5	WUM
	BUI	6	KUMBO
	BUI	7	JAKIRI
	MOMO	8	BATIBO
	MOMO	9	MBENGWI
	BOYO	10	FUNDONG
	BOYO	11	NJINIKOM
OUEST	MIFI	1	BAFOUSSAM
	MENOUA	2	DSCHANG
	BAMBOUTOS	3	MBOUDA
	NOUN	4	FOUMBAN
	NOUN	5	FOUMBOT
	KOUNG-KHI	6	BANDJOUN
	NDE	7	BANGANTE
	NDE	8	BAZOU
	HAUTS-PLATEAUX	9	BAMENDJOU
	HAUTS-PLATEAUX	10	BAHAM
	HAUT-NKAM	11	KEKEM
	HAUT-NKAM	12	BAFANG
	MVILA	1	EBOLOWA

SUD	DJA ET LOBO	2	SAGMELIMA
	DJA ET LOBO	3	ZOETELE
	OCEAN	4	KRIBI
	OCEAN	5	CAMPO
	VALLEE DU NTEM	6	AMBAM
SUD- OUEST	MEME	1	KUMBA
	FAKO	2	BUEA
	FAKO	3	LIMBE
	FAKO	4	TIKO
	FAKO	5	MUYUKA
	MANYU	6	MAMFE
	KOUBE-ET-MANENGOUBA	7	TOMBEL
	KOUBE-ET-MANENGOUBA	8	NGUTI
	NDIAN	9	MUNDEMBA

ANNEXE VI : PROBLEMES IDENTIFIES DANS LES BASSINS VERSANTS PAR LA METHODE MERQUIRE

A- Ressources en eau de surface

1) Type : Réduction quantitative des ressources en eau de surface			Tranche de cotation (TC) par bassin					TC	Vitesse d'évolution					Niveau de documentation				
n°	Nature	Cause	Congo	Niger	Lac Tchad	Sanaga	Fleuves côtiers	National	Congo	Niger	Lac Tchad	Sanaga	Fleuves côtiers	Congo	Niger	Lac Tchad	Sanaga	Fleuves côtiers
5	Modification régime des eaux de surface	Barrages		5	5	5	1	16		2	1	3	2		2	3	3	2
7	Modification régime des eaux de surface	Déforestation-Mise en culture	1	5	5	4	3	17	1	3	3	2	2	1	3	1	2	2
9	Modification régime des eaux de surface	Déforestation-Bois d'œuvre	5	1	3	3	4	11	3	2	1	2	3	1	2	1	2	1
10	Modification régime des eaux de surface	Monoculture (coton)	1	3	4	4	2	14	1	2	2	2	2	1	2	2	2	2
11	Modification régime des eaux de surface	Expansion des zones bâties	1	1	5	1	4	12	1	2	3	1	2	1	1	1	1	1
12	Modification régime des eaux de surface	Infrastructures	1	1	4	3	4	13	1	1	2	2	2	1	2	2	2	2
13	Pertes d'eaux de surface	Disparition du couvert végétal	4	5	5	3	4	21	2	2	3	1	2	1	2	3	1	2
14	Pertes d'eaux de surface	Changement climatique	4	4	5	5	4	22	1	3	2	1	2	1	2	3	3	2
15	Pertes d'eaux de surface	Évaporation accrue	4	4	5	4	4	21	2	2	3	2	2	1	2	2	2	2
16	Pertes d'eaux de surface	Sédimentation	4	4	5	4	4	21	2	2	3	2		1	2	2	2	2

3) Type : Réduction qualitative des ressources en eau de surface			Tranche de cotation (TC) par bassin					TC	Vitesse d'évolution					Niveau de documentation				
n°	Nature	Cause	Congo	Niger	Lac Tchad	Sanaga	Fleuves côtiers	National	Congo	Niger	Lac Tchad	Sanaga	Fleuves côtiers	Congo	Niger	Lac Tchad	Sanaga	Fleuves côtiers
28	Contamination pathogène des eaux de surf.	Excréta-défaut d'assainissement	3	4	3	3	4	17	1	2	1	2	2	1	2	1	1	2
29	Parasitoses	Eau de surface infestées à l'état naturel	4	4	4	4	4	20	2	2	1	3	2	2	2	1	3	2
35	Eutrophisation des eaux de surface	Engrais agricoles	1	4	4	2	4	15	1	2	2	2	2	1	2	2	1	1
40	Eutrophisation des eaux de surface	Érosion	4	4	4	1	4	17	3	2	2	1	2	1	1	0	1	1
41	Turbidité des eaux de surface	Érosion	5	3	4	5	4	21	3	1	2	1	2	1	1	0	1	1
42	Pollution eaux de surface par des pesticides	Traitement des cultures agricoles	3	4	4	3	4	18	1	2	2	1	2	1	2	1	2	1
45	Pollution eaux de surface par des pesticides	Pêche aux pesticides	5		3	2	4	14	2		1	1	2	1		0	1	1
47	Autres pollutions chimiques eaux de surf	Industries	3	3		4	4	14	1	2		2	2	2	2		2	1
49	Autres pollutions chimiques eaux de surf	Transport (carburants&huiles de vidange)	4	5	4	3	3	19	2	2	2	1	1	1	2	1	1	1

B- Ressources en eaux souterraines

5) Type : Réduction quantitative des ressources en eau souterraines			Tranche de cotation (TC) par bassin					TC	Vitesse d'évolution					Niveau de documentation					
n°	Nature	Cause	Congo	Niger	Lac Tchad	Sanaga	Fleuves côtiers	National	Congo	Niger	Lac Tchad	Sanaga	Fleuves côtiers	Congo	Niger	Lac Tchad	Sanaga	Fleuves côtiers	
58	Prélèvements directs eau souterraine	Approvisionnement en eau domestique	1	5	4	1		11	1	1	2	1		2	2	3	1		
64	Diminution recharge eaux souterraines	Déforestation-Mise en culture	4	3	4	2	1	14	2	2	3	2	1	1	2	1	2	1	
66	Diminution recharge eaux souterraines	Déforestation-Bois d'œuvre	4	1	4	1	1	11	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	
70	Diminution recharge eaux souterraines	Disparition du couvert végétal	2	4	4	2	3	15	3	2	3	1	2	1	1	3	1	1	
71	Diminution recharge eaux souterraines	Changement climatique	4	4	5	4	4	21	1	2	2	1	2	1	2	3	1	2	
72	Diminution recharge eaux souterraines	Évaporation accrue	3	3	4	4	4	18	2	2	3	1	2	1	2	2	1	2	
93	Pollution géochimique eaux souterraines	Teneurs trop élevées en F,As,Fe,Mn,etc.		5	4	3		4	16	0	1	1		1	3	2	2		1
95	Demande domestique rurale insatisfaisante	Qualité eaux souterraines insuffisante	4			1	4	2	11	0		0	1	1	2		1	2	2

A- Risques

9) Type : Risques liés à l'eau ou à la proximité de l'eau			Tranche de cotation (TC) par bassin					TC	Vitesse d'évolution					Niveau de documentation				
n°	Nature	Cause	Congo	Niger	Lac Tchad	Sanaga	Fleuves côtiers	National	Congo	Niger	Lac Tchad	Sanaga	Fleuves côtiers	Congo	Niger	Lac Tchad	Sanaga	Fleuves côtiers
100	Augmentation des maladies liées à l'eau	Aménagements	3	3	5	4		15	1	2	1	2		2	2	1	2	
101	Dommages aux infrastructures	Crues, pluies intenses	4	3	2	4	3	16	2	1	1	1	1	2	2	1	2	1
102	Érosion des sols	Crues, pluies intenses	4	4	2	4	3	17	2	1	1	2	1	2	2	1	2	1
103	Pertes de biens et/ou de vies humaines	Inondations	4	2	4	4	2	16	2	1	1	2	1	2	2	1	2	2