

REPUBLIQUE DU CAMEROUN

Paix - Travail - Patrie

**MINISTERE DE L'ENERGIE ET DE
L'EAU**



REPUBLIC OF CAMEROON

Peace - Work - Fatherland

**MINISTRY OF ENERGY AND WATER
RESSOURCES**

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



ETAT DES LIEUX DU SECTEUR

Eau et environnement

2

Décembre 2009



Sommaire

| | |
|--|------|
| Liste des figures | vii |
| Liste des tableaux..... | ix |
| Liste des annexes..... | x |
| Liste des sigles et abréviations | xi |
| Définitions..... | xiv |
| Résumé exécutif..... | xvii |
| Introduction..... | 1 |
| Chapitre I : Approche méthodologique | 3 |
| Introduction..... | 3 |
| I.1- La recherche documentaire et cartographique | 3 |
| I.1.1- La recherche documentaire | 3 |
| I.1.2- La recherche cartographique..... | 5 |
| I.2- Analyse, traitement des données et synthèse des informations..... | 6 |
| I.3- Identification et hiérarchisation des problèmes de ressources en eau : la méthode "MERQURE / WRIAM" | 6 |
| I.4- Participation aux séances de travail et ateliers de concertation | 7 |
| Conclusion..... | 7 |
| Chapitre II : Les zones humides | 8 |
| Introduction..... | 8 |
| II.1- Le bassin du Lac Tchad | 8 |
| II.1.1- Le bassin septentrional du Lac Tchad | 9 |
| II.1.1.1- Les zones humides à eaux courantes | 10 |
| II.1.1.2- Les zones humides à eaux stagnantes et inondables | 11 |
| II.1.2- Le bassin méridional du Lac Tchad..... | 18 |
| II.1.2.1- Les zones humides à eaux courantes | 18 |
| II.1.2.2- Les zones humides à eaux stagnantes et inondables | 19 |
| II.2- Le bassin du Niger..... | 20 |
| II.2.1- Le bassin septentrionale du Niger | 20 |
| II.2.1.1- Les zones humides à eaux courantes | 20 |
| II.2.1.2- Les zones humides à eaux stagnantes et inondables | 22 |
| II.2.2- Le bassin méridional du Niger..... | 23 |
| II.2.2.1- Les zones humides à eaux courantes | 23 |
| II.2.2.2- Les zones humides à eaux stagnantes et inondables | 25 |
| II.3- Le bassin de la Sanaga | 26 |
| II.3.1- Les zones humides à eaux courantes : le fleuve Sanaga | 28 |
| II.3.2- Les zones humides à eaux dormantes et inondables | 29 |
| II.3.2.1- Les lacs..... | 29 |
| II.3.2.2- Les barrages réservoirs | 32 |
| II.3.3- Les zones humides des domaines littoraux | 32 |
| II.4- Le bassin du Congo..... | 33 |
| II.4.1- Les zones humides à eaux courantes | 33 |
| II.4.1.1- La Sangha et son principal affluent la Kadei | 33 |
| II.4.1.2- Le système Boumba - Dja – Ngoko | 33 |
| II.4.2- Les zones humides à eaux stagnantes et inondables | 35 |
| II.5- Le bassin des Fleuves côtiers | 35 |

| | |
|---|----|
| II.5.1- Les zones humides à eaux courantes | 35 |
| II.5.2- Les zones humides à eaux stagnantes et inondables | 39 |
| II.5.2.1- La vallée du Nyong | 39 |
| II.5.2.2- Les lacs..... | 39 |
| II.5.3- Les zones humides des domaines littoraux | 41 |
| Conclusion..... | 43 |
| Chapitre III : Les zones a écologie fragile..... | 44 |
| Introduction..... | 44 |
| III.1- Le bassin du Lac Tchad | 44 |
| III.1.1 Le bassin septentrional du Lac Tchad | 44 |
| III.1.1.1 Caractéristiques climatique, physique et humaine du bassin septentrional du Lac Tchad..... | 45 |
| III.1.1.2- Les principaux écosystèmes fragiles et les problèmes environnementaux | 48 |
| III.1.2- Le bassin méridional du lac Tchad..... | 48 |
| III.1.2.1 Les zones humides | 48 |
| III.1.2.2 Les zones montagneuses | 51 |
| III.1.2.3 Les zones sédimentaires | 51 |
| III.2- Le bassin du Niger..... | 51 |
| III.2.1 Le bassin septentrional du Niger | 51 |
| III.2.1.1 Les grands traits caractéristiques du bassin septentrional du Niger | 51 |
| III.2.1.2- Les principaux écosystèmes fragiles et les problèmes environnementaux | 55 |
| III.2.2- Le bassin méridional du Niger..... | 55 |
| III.3- Le bassin de la Sanaga | 58 |
| III.3.1- La zone de transition forêt savane de l'Adamaoua | 58 |
| III.3.1.1- Le climat | 58 |
| III.3.1.2- La pédologie | 58 |
| III.3.1.3- La végétation | 59 |
| III.3.1.4- Le réseau hydrographique | 59 |
| III.3.1.5- La démographie | 59 |
| III.3.2- Les zones montagneuses du bassin de la Sanaga..... | 61 |
| III.3.2.1- Le relief..... | 61 |
| III.3.2.2- Le climat | 61 |
| III.3.2.3- Les sols | 61 |
| III.3.2.4- La géologie | 61 |
| III.3.2.5- La végétation | 62 |
| III.3.2.6- Le réseau hydrographique | 62 |
| III.3.2.7- La démographie | 63 |
| III.3.3- Les aires protégées | 63 |
| III.3.4- Les formations sédimentaires | 63 |
| III.4- Le bassin du Congo..... | 64 |
| III.4. 1- Le climat | 64 |
| III.4. 2- Les sols..... | 65 |
| III.4.3- La faune et la flore | 65 |
| III.4. 4- La démographie | 67 |
| III.5- Le bassin des Fleuves côtiers | 67 |
| III.5.1- Les grands traits caractéristiques..... | 68 |
| III.5.1.1- Le relief..... | 68 |
| III.5.1.2- Le climat..... | 69 |

| | |
|--|-----|
| III.5.1.3- La géologie | 70 |
| III.5.1.4- La pédologie | 70 |
| III.5.1.5- Le réseau hydrographique | 71 |
| III.5.1.6- La végétation | 71 |
| III.5.1.7- La démographie | 73 |
| III.5.2- Les écosystèmes fragiles et les problèmes environnementaux | 73 |
| Conclusion..... | 73 |
| Chapitre IV : La désertification et les inondations | 76 |
| Introduction..... | 76 |
| IV.1- La désertification | 76 |
| IV.1.1 Généralités..... | 76 |
| IV.1.2- Le bassin du Lac Tchad..... | 77 |
| IV.1.2.1- Le bassin septentrional..... | 77 |
| IV.1.3- Le bassin du Niger..... | 80 |
| IV.1.3.1- Le Nord du bassin septentrional du Niger | 80 |
| IV.1.3.2- Le Sud du bassin septentrional du Niger | 81 |
| IV.1.4- Le bassin de la Sanaga | 82 |
| IV.1.4.1- Le Nord du bassin de la Sanaga (région de l'Adamaoua)..... | 82 |
| IV.2- Les inondations..... | 84 |
| IV.2.1- Généralités..... | 84 |
| IV.2.2- Le bassin du lac Tchad..... | 84 |
| IV.2.2.1- Les barrages de retenue | 85 |
| IV.2.2.2- Les mares | 85 |
| IV.2.2.3- La plaine d'inondation de Waza Logone ou "Yaérés" | 85 |
| IV.2.2.4- Les zones d'inondation de Yagoua, Mokolo, Kolofata et Maroua | 86 |
| IV.2.3- Le bassin du Niger..... | 88 |
| IV.2.4- Le bassin de la Sanaga | 90 |
| IV.2.5- Le bassin du Congo | 91 |
| IV.2.6- Le bassin des fleuves côtiers..... | 92 |
| Conclusion..... | 95 |
| Chapitre V : L'eau, l'aménagement du territoire et le développement | 97 |
| Introduction..... | 97 |
| V.1- Urbanisation et ressources en eau | 97 |
| V.1.1- Caractéristiques générales..... | 97 |
| V.1.2- La répartition urbaine dans les différents bassins hydrographiques du Cameroun..... | 99 |
| V.1.2.1- Le bassin du lac Tchad..... | 99 |
| V.1.2.2- Le bassin du Niger | 100 |
| V.1.2.3- Le bassin de la Sanaga | 101 |
| V.1.2.4- Le bassin du Congo | 102 |
| V.1.2.5- Le bassin des fleuves côtiers | 103 |
| V.1.3- Problèmes urbains et conséquences sur les ressources en eau | 108 |
| V.2- L'eau et les activités agro- sylvo - pastorales..... | 110 |
| V.2.1- Caractéristiques générales..... | 110 |
| V.2.2- Activités agro-sylvo-pastorales dans les différents bassins hydrographiques du Cameroun | 112 |
| V.2.2.1- Les bassins du lac Tchad et du Niger | 112 |
| V.2.2.2- Le bassin de la Sanaga | 115 |
| V.2.2.3- Le bassin du Congo | 117 |
| V.2.2.4- Le bassin des fleuves côtiers | 118 |

| | |
|---|-----|
| V.3. Eau et activités industrielles | 119 |
| V.3.1- Généralités sur les différents types d'industries rencontrés au Cameroun | 119 |
| V.3.1.1- Les industries artisanales locales | 119 |
| V.3.1.2- Les industries manufacturières | 120 |
| V.3.1.3- Les industries minières | 120 |
| V.3.2- Principales zones industrielles dans les bassins hydrographiques | 121 |
| V.3.2.1- Le bassin du lac Tchad et du Niger | 121 |
| V.3.2.2- Le bassin de la Sanaga | 123 |
| V.3.2.3- Le bassin du Congo | 123 |
| V.3.2.4- Le bassin des fleuves côtiers | 124 |
| V.4- Eau et énergie..... | 126 |
| V.4.1- Généralités..... | 126 |
| V.4.2- Caractéristiques spécifiques de l'énergie hydroélectrique du Cameroun : impacts sur les ressources en eau | 126 |
| V.4.3- Utilisation de la biomasse énergie au Cameroun : problématique et impacts sur l'environnement..... | 129 |
| V.5- Eau et risques naturels et technologiques | 130 |
| V.6- L'eau et les transports..... | 131 |
| V.6.1- Les transports routiers périurbains et urbains..... | 133 |
| V.6.1.1- Les transports routiers périurbains | 133 |
| V.6.1.2- Les transports routiers urbains..... | 133 |
| V.6.1.3- Les impacts négatifs des transports routiers sur les ressources en eau | 133 |
| V.6.2- L'eau et les transports fluviaux | 134 |
| V.6.2.1- Généralités | 134 |
| V.6.2.2- Les ports du Cameroun et les problèmes environnementaux | 134 |
| V.6.3- Transports des hydrocarbures et le Pipeline Tchad – Cameroun | 135 |
| V.7- Eau, tourisme et loisirs | 136 |
| V.7.1- Généralités..... | 136 |
| V.7.2- Sites touristiques par bassins hydrographiques et problèmes environnementaux..... | 137 |
| V.7.2.1- Les bassins du lac Tchad et du Niger | 138 |
| V.7.2.2- Le bassin de la Sanaga | 139 |
| V.7.2.3- Le bassin des fleuves côtiers | 139 |
| Conclusion..... | 141 |
| Chapitre VI : Changements climatiques et ressources en eau | 142 |
| Introduction..... | 142 |
| VI.1- Généralités sur la variabilité récente du climat au Cameroun | 142 |
| VI.1.1 Définitions..... | 142 |
| VI.1.2- Les principales unités climatiques du Cameroun | 143 |
| VI.1.3- Variabilité des températures et des précipitations..... | 143 |
| VI.1.3.1- Les températures..... | 143 |
| VI.1.3.2- Les précipitations..... | 145 |
| VI.2- Les impacts de la variabilité et du changement climatiques sur les ressources en eau du Cameroun | 147 |
| VI.2.1- Le bassin du lac Tchad..... | 147 |
| VI.2.2- Le bassin du Niger..... | 148 |
| VI.2.3- Le bassin de la Sanaga | 148 |
| VI.2.4- Le bassin du Congo | 150 |
| VI.2.5- Le bassin des fleuves côtiers..... | 150 |

| | |
|---|-----|
| Conclusion..... | 151 |
| Chapitre VII : Stratégies politiques du Cameroun contre les défis liés à l'eau et les changements climatiques | 153 |
| Introduction..... | 153 |
| VII.1- Les stratégies politiques établies pour la gestion durable des ressources naturelles..... | 153 |
| VII.1.1- Au niveau international | 153 |
| VII.1.2- Au niveau sous régional | 154 |
| VII.1.3- Au niveau national..... | 155 |
| VII.2- Analyse des mesures prises par l'Etat camerounais pour lutter contre les défis liés à l'eau | 156 |
| VII.2.1- Les inondations..... | 156 |
| VII.2.2- Les pollutions | 159 |
| VII.2.3- La déforestation | 162 |
| VII.2.3.1- Les actions menées pour lutter contre la déforestation | 162 |
| VII.2.3.2- Les insuffisances relevées dans la lutte contre la déforestation | 165 |
| VII.2.4- La désertification..... | 166 |
| VII.2.4.1- Les stratégies de lutte contre la désertification | 166 |
| VII.2.4.2- Les faiblesses | 169 |
| VII.2.5- L'érosion côtière..... | 169 |
| VII.2.6- Les changements climatiques | 171 |
| Conclusion..... | 173 |
| Chapitre VIII : Problèmes liés aux impacts et à la gestion des ressources en eau au Cameroun..... | 175 |
| Introduction..... | 175 |
| VIII.1- Les problèmes d'impact à l'échelle des bassins hydrographiques..... | 175 |
| VIII.2- Les problèmes d'impact et de gestion identifiés à l'échelle nationale..... | 175 |
| Conclusion | 179 |
| Conclusion générale..... | 181 |
| Références bibliographiques | 185 |
| ANNEXES | 192 |

Liste des figures

| | |
|---|-----|
| Figure 1 : Grandes zones de collecte d'informations | 4 |
| Figure 2 : Bassins hydrographiques du Cameroun..... | 5 |
| Figure 3 : Zones humides du bassin septentrional du Lac Tchad..... | 9 |
| Figure 4 : Evolution du lac Tchad de 1973 à 2007 | 12 |
| Figure 5 : Tracé du projet de transfert inter bassin Oubangui-Chari..... | 13 |
| Figure 6 : Zone couverte par les Yaérés dans le bassin du Lac Tchad | 14 |
| Figure 7 : Prairies graminéennes dans les Yaérés | 15 |
| Figure 8 : Vannes du barrage de Maga s'ouvrant sur le Mayo Vrick | 17 |
| Figure 9 : "Tai-Tai» (Typha sp.) près des vannes alimentant le Mayo Vrick..... | 17 |
| Figure 10 : Zones humides du bassin méridional du Lac Tchad..... | 19 |
| Figure 11 : Zones humides du bassin septentrional du Niger..... | 21 |
| Figure 12 : Zones humides du bassin méridional du Niger..... | 24 |
| Figure 13 : Système de dégazage artificiel du Lac Nyos..... | 26 |
| Figure 14 : Zones humides du bassin de la Sanaga..... | 27 |
| Figure 15 : Zones humides du bassin du Congo | 34 |
| Figure 16 : Zone humide du bassin des fleuves côtiers..... | 36 |
| Figure 17 : Berges du Wouri envahies par la jacinthe | 37 |
| Figure 18 : Colonisation du lit du Nyong par les macrophytes à Abong Mbang..... | 40 |
| Figure 19 : Tapis d'Echinochloa dans le lit majeur du Nyong à Ayos | 40 |
| Figure 20 : Ecosystème de mangrove dans la zone côtière | 42 |
| Figure 21 : Destruction de la mangrove pour le bois de chauffe..... | 42 |
| Figure 22 : Grands ensembles géologiques du bassin du Lac Tchad | 47 |
| Figure 23 : Ecosystèmes fragiles dans le bassin septentrional du Lac Tchad..... | 49 |
| Figure 24 : Grands ensembles pétrographiques du bassin du Niger..... | 53 |
| Figure 25 : Ecosystèmes fragiles dans le bassin du Niger | 56 |
| Figure 26 : Grands ensembles pétrographiques du bassin de la Sanaga | 62 |
| Figure 27 : Aires protégées du bassin de la Sanaga | 64 |
| Figure 28 : Zones humides et réserves forestières dans le bassin du Congo | 66 |
| Figure 29 : Carte de la zone côtière | 69 |
| Figure 30 : Grands ensembles pétrographiques du bassin des Fleuves côtiers..... | 71 |
| Figure 31 : Zones humides et aires protégées dans le bassin des Fleuves côtiers.. | 72 |
| Figure 32 : Affleurement de calcaire sur le ruisseau Faya, affluent du Dja..... | 91 |
| Figure 33 : Inondation du 29 Mai 2007 à l'avenue KENNEDY de Yaoundé | 93 |
| Figure 34 : Inondation du 04 Avril 2008 à Ekorozock – Yaoundé 5 Nkolbisson..... | 93 |
| Figure 35 : Inondation du 11 septembre 2009 dans le quartier Bonapriso à Douala | 95 |
| Figure 36 : Répartition du réseau urbain camerounais par bassin en 2008..... | 98 |
| Figure 37 : Répartition de la densité de la population totale dans le bassin du lac Tchad en 2008 | 100 |
| Figure 38 : Répartition démographique dans le bassin du Niger en 2008 | 101 |
| Figure 39 : Répartition démographique dans le bassin de la Sanaga en 2008 | 102 |
| Figure 40 : Répartition démographique du bassin du Congo en 2008..... | 103 |
| Figure 41 : Répartition démographique dans le bassin des fleuves côtiers en 2008 | 104 |
| Figure 42 : Construction de maison dans le lit du drain..... | 105 |
| Figure 43 : Dépôt sauvage d'ordures ménagères sur la berge des drains | 105 |

| | |
|---|-----|
| Figure 44 : Déversement sauvage des boues de vidange dans la nature dans la localité de Nomayos (banlieue de Yaoundé) | 108 |
| Figure 45 : Zones à risques potentiels d'éruptions volcaniques au Cameroun..... | 132 |
| Figure 46 : Wagons-citernes de la CAMRAIL déraillés à proximité de la rivière Lebby | 132 |
| Figure 47 : Carte du tracé du pipeline Tchad Cameroun et localisation des sources de risques du milieu terrestre..... | 137 |
| Figure 48 : Principales unités climatiques du Cameroun | 144 |

PROVISOIRE

Liste des tableaux

| | |
|---|-----|
| Tableau 1 : Caractéristiques des lacs du bassin méridional du Niger | 25 |
| Tableau 2 : Caractéristiques des lacs du bassin de la Sanaga | 30 |
| Tableau 3 : Caractéristiques des barrages de régulation du bassin de la Sanaga ... | 32 |
| Tableau 4 : Caractéristiques des lacs du bassin des Fleuves côtiers..... | 40 |
| Tableau 5 : Données démographiques du bassin du Lac Tchad | 47 |
| Tableau 6 : Caractéristiques, causes et problèmes environnementaux observés dans le bassin du lac Tchad..... | 50 |
| Tableau 7 : Données démographiques du bassin du Niger en 2008 | 54 |
| Tableau 8 : Caractéristiques, causes et problèmes environnementaux des écosystèmes fragiles du bassin septentrional du Niger | 57 |
| Tableau 9 : Données démographiques du bassin de la Sanaga en 2008 | 60 |
| Tableau 10 : Données démographiques du bassin du Congo en 2008 | 67 |
| Tableau 11 : Données démographiques du bassin des Fleuves côtiers en 2008..... | 74 |
| Tableau 12 : Caractéristiques, causes et problèmes environnementaux des écosystèmes fragiles du bassin des Fleuves côtiers | 75 |
| Tableau 13 : Caractéristiques et problèmes hydriques rencontrés dans les zones de désertification du bassin septentrional du Lac Tchad | 79 |
| Tableau 14 : Caractéristiques et problèmes hydriques rencontrés dans les zones de désertification au Nord du bassin septentrional du Niger | 81 |
| Tableau 15 : Caractéristiques et problèmes hydriques rencontrés dans les zones de désertification au Sud du bassin septentrional du Niger | 82 |
| Tableau 16 : Caractéristiques et problèmes hydriques rencontrés dans les zones de désertification au Nord du bassin de la Sanaga | 83 |
| Tableau 17 : Récapitulatif des catastrophes d'inondations dans la ville de Maroua . | 89 |
| Tableau 18 : Evolution de la population camerounaise | 98 |
| Tableau 19 : Répartition des principales maladies d'origine hydrique à Douala en 2003 | 106 |
| Tableau 20 : Répartition des maladies d'origine hydrique en fonction des différentes sources d'approvisionnement en eau à NEW-BELL (Douala) | 106 |
| Tableau 21 : Valeurs moyennes des paramètres d'évaluation des cours d'eau de la ville de Yaoundé..... | 107 |
| Tableau 22 : Composition des eaux vannes ménagères à Yaoundé..... | 108 |
| Tableau 23 : Cheptel camerounais et normes actuelles en matière d'alimentation en eau du bétail..... | 112 |
| Tableau 24 : Couverture des régions et des bassins hydrographiques par les différentes zones agro écologiques | 112 |
| Tableau 25 : Caractéristiques des principaux barrages du Cameroun | 127 |
| Tableau 26 : Variations des températures moyennes annuelles dans différentes régions du Cameroun..... | 145 |
| Tableau 27 : Variation (%) des paramètres du bilan hydrologique de la Sanaga à Edéa par rapport à la période 1971 – 2000 suivant deux scénarii..... | 149 |
| Tableau 28 : Problèmes majeurs du bassin du Lac Tchad | 176 |
| Tableau 29 : Problèmes majeurs du bassin du Niger | 177 |
| Tableau 30 : Problèmes majeurs du bassin de la Sanaga | 177 |
| Tableau 31 : Problèmes majeurs du bassin du Congo | 178 |
| Tableau 32 : Problèmes majeurs du bassin des fleuves côtiers | 178 |
| Tableau 33 : Problèmes majeurs au niveau national | 179 |

Liste des annexes

| | |
|---|-----|
| Annexe 1 : Tableau récapitulatif des différentes zones humides du Cameroun | 193 |
| Annexe 2 : Menaces et différents acteurs dans les mangroves au Cameroun | 195 |
| Nom du site | 195 |
| Coordonnées géographiques | 195 |
| Statut du site..... | 195 |
| Les grandes menaces | 195 |
| Sources de menaces | 195 |
| Actions de conservation..... | 195 |
| Annexe 3 : Répartition des principaux biomes et autres occupations du sol au Cameroun..... | 197 |
| Annexe 4 : Carte des principales aires protégées au Cameroun..... | 198 |
| Annexe 5 : Caractéristiques de quelques aires protégées du Cameroun..... | 199 |
| Annexe 6 : Importance et statuts des aires protégées existantes, proposées et sites critiques par zones écologiques | 200 |
| Annexe 7 : Transports particuliers et taux d'érosion mécanique dans les différents bassins hydrographiques du Cameroun | 202 |
| Annexe 8 : Taux de sédimentation dans quelques barrages au Cameroun | 202 |
| Annexe 9 : Analyses physiques et chimiques des effluents des plantations industrielles des régions côtières du Cameroun | 203 |
| Annexe 10 : Polluants rejetés des principales industries de la zone côtière du Cameroun en 1996..... | 204 |
| Annexe 11 : Caractéristiques physicochimiques des effluents des brasseries SABC et SOFAVINC à Yaoundé..... | 205 |
| Annexe 12 : Augmentation des températures dans quelques régions du Cameroun (Bamenda ; Bertoua et Douala)..... | 206 |
| Annexe 13 : Variations des précipitations dans quelques régions du Cameroun (Garoua ; Bertoua et Douala) | 207 |
| Annexe 13 (suite) : Variations des précipitations dans quelques régions du Cameroun (Bamenda ; Debundsha et Yaoundé)..... | 208 |
| Annexe 14 : Variations des températures moyennes et des précipitations moyennes annuelles dans le bassin versant de la Sanaga entre 1960 et 2006..... | 209 |
| Annexe 15 : Problèmes identifiés dans les bassins versants par la méthode MERQURE | 210 |

Liste des sigles et abréviations

| | |
|-----------------|---|
| ABN | Autorité du Bassin du Niger |
| ACDI | Agence Canadienne de Développement International |
| ACEEN | Association Camerounaise pour l'Education Environnementale |
| AFD | Agence Française de Développement |
| AFNOR | Association Française des Normes |
| AP | Aires Protégées |
| BAD | Banque Africaine de Développement |
| BIRD | Banque Internationale pour la Reconstruction et le Développement |
| BIP | Budget d'Investissement public |
| BM | Banque Mondiale |
| BRGM | Bureau des Recherches Géologiques et Minières |
| CAMOA | Société Camerounaise d'Oxygène et d'Acétylène |
| CAMSUCO | Cameroon Sugar Company |
| CBLT | Commission du Bassin du Lac Tchad |
| CLCD | Convention sur la Lutte Contre la Désertification |
| CCNUCC | Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques |
| CCNUDB | Convention Cadre des Nations Unies sur la Diversité Biologique |
| CDC | Cameroon Development Corporation |
| CEDC | Centre d'études de l'Environnement et du Développement au Cameroun |
| CEP | Compagnie Equatoriale de Peinture |
| CERICAM | Céramique Industrielle du Cameroun |
| CFC | Chlorofluorocarbures |
| CHOCOCAM | Chocolaterie du Cameroun |
| CICAM | Cotonnière Industrielle du Cameroun |
| CICOS | Commission Internationale Congo Oubangui Sangha |
| CIMENCAM | Cimenterie du Cameroun |
| COCAM | Contre -Plaqués du Cameroun |
| COMIFAC | Commission des Forêts d'Afrique Centrale |
| CRH | Centre de Recherches Hydrologiques |
| CRHOL | Centre de Recherches Halieutiques et Océanographiques de Limbe |
| CWCS | Cameroon Wildlife Conservation Society |
| DFNP | Domaine Forestier Non Permanent |
| DFP | Domaine Forestier Permanent |
| DSRP | Document de Stratégie de Réduction de la Pauvreté |
| DSDSR | Document de Stratégie de Développement du Secteur Rural |
| ETA | Ecole Technique d'Agriculture |
| FAO | Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture |
| FASA | Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles |
| FC | Forêts Communautaires |
| GES | Gaz à Effet de Serre |
| GIRE | Gestion Intégrée des Ressources en Eau |

| | |
|-----------------|--|
| GTZ | Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit |
| GWP | Global Water Partnership |
| HEVECAM | Hévéa du Cameroun |
| HYSACAM | Hygiène et Salubrité du Cameroun |
| INC | Institut National de Cartographie |
| IRAD | Institut de Recherches Agricoles pour le Développement |
| IRD | Institut de Recherche pour le Développement |
| IRGM | Institut de Recherches Géologiques et Minières |
| MARIE | Méthode d'appréciation rapide des impacts environnementaux |
| MEADEN | Mission d'Etude pour l'Aménagement et le Développement de la province du Nord |
| MERQUIRE | Méthode d'Evaluation Rapide des Questions de Ressources en Eau |
| MIDENO | Mission de Développement du Nord-Ouest |
| MIDIMA | Mission de Développement Intégré des Monts Mandara |
| MINADER | Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural |
| MINATD | Ministère de l'Administration Territoriale et de la Décentralisation |
| MINDUH | Ministère du Développement Urbain et de l'Habitat |
| MINDIC | Ministère du Développement Industriel et Commercial |
| MINEE | Ministère de l'Energie et de l'Eau |
| MINEDUB | Ministère de l'éducation de base |
| MINEP | Ministère de l'Environnement et de la Protection de la Nature |
| MINEPAT | Ministère de l'Economie, de la Planification, et de l'Aménagement du Territoire |
| MINEPIA | Ministère de l'Elevage, des Pêches et des Industries Animales |
| MINESUP | Ministère de l'Enseignement Supérieur |
| MINFOF | Ministère des Forêts et de la Faune |
| MINFI | Ministère des Finances |
| MINIMIDT | Ministère de l'Industrie, des Mines et du Développement Technologique |
| MINRESI | Ministère de la Recherche Scientifique et de l'Innovation |
| MINTRANS | Ministère des transports |
| MINTOUR | Ministère du Tourisme |
| OMD | Objectifs du Millénaire pour le Développement |
| OMS | Organisation Mondiale de la Santé |
| ONG | Organisation Non Gouvernementale |
| ONUUDI | Organisation des Nations Unies pour le Développement Industriel |
| OP | Organisation Paysanne |
| PANGIRE | Plan d'Action National de Gestion Intégrée des Ressources en Eau |
| PFNL | Produits Forestiers Non Ligneux |
| PIB | Produit Intérieur Brut |
| PIBA | Produit Intérieur Brut Agricole |
| PNGE | Programme National de Gestion de l'Environnement |
| PNLDAH | Plan National de Lutte contre les Déversements Accidentels d'Hydrocarbures au Cameroun |
| PNUD | Programme des Nations Unies pour le Développement |
| PNUE | Programme des Nations Unies pour l'Environnement |
| PPTE | Pays Pauvre Très Endetté |
| PSFE | Programme Sectoriel Forêt Environnement |
| RIAM | Rapid Impact Assessment Matrix |

| | |
|------------------|---|
| SABC | Société Anonyme des Brasseries du Cameroun |
| SCDP | Société Camerounaise de Dépôts Pétroliers |
| SCT | Société Camerounaise de Tabac |
| SFID | Société Forestière et Industrielle de la Doumé |
| SEMRY | Société d'Expansion et de Modernisation de la Riziculture de Yagoua |
| SITABAC | Société Industrielle de Tabac |
| SMDD | Sommet Mondial sur le Développement Durable |
| SNV | Organisation Néerlandaise pour le Développement |
| SOCAME | Société Camerounaise des Engrais |
| SOCAPALM | Société Camerounaise de Palmeraies |
| SOCARSEL | Société Camerounaise de Raffinerie du Sel |
| SODECOTON | Société de Développement du Coton |
| SOFIBEL | Société Forestière et Industrielle de Bélabo |
| SOGREAH | Société Grenobloise d'Etudes et d'Application Hydrauliques |
| SONARA | Société Nationale de Raffinerie |
| SONEL | Société Nationale d'Electricité |
| SOSUCAM | Société Sucrière du Cameroun |
| SOWEDA | Mission de développement de la Province du Sud-ouest |
| STPC | Société des Tanneries et Peausseries du Cameroun |
| TANICAM | Tannerie Industrielle du Cameroun |
| TNS | Tri Nationale de la Sangha |
| TRIDOM | Tri Nationale Dja-Odzala-Minkélé |
| UCCAO | Union Centrale des Coopératives Agricoles de l'Ouest |
| UE | Union Européenne |
| UFA | Unité Forestière d'Aménagement |
| UICN | Union Internationale pour la Conservation de la Nature |
| UNDVA | Upper Noun Valley Development Authority |
| WCS | Wildlife Conservation Society |
| WRIAM | Water Resources Issues Assessment Matrix or Method |
| WWF | Fond Mondial pour la Nature/ World Wide Fund for Nature |

Définitions

Bassin versant hydrologique : zone de relief délimitée par les lignes de crête (lignes de partage des eaux) où l'eau s'accumule ou s'écoule vers un exutoire plus bas. Si une rivière est formée par la réunion de deux petits ruisseaux, chacun des petits ruisseaux a son propre bassin versant. La rivière et les deux petits ruisseaux forment ensemble un autre bassin versant. Les crêtes ou les hauteurs entre les différents bassins versants des cours d'eau forment les limites de ces bassins versants.

Canaux de pêche : tranchées à ciel ouvert de forme curviligne plus ou moins sinueuse reliant une ou plusieurs mares, ou encore un espace donné à chacun des cours d'eau. Ils sont aménagés des mains d'hommes et servent à capturer les poissons qui migrent du lit du cours d'eau vers les plaines inondées en période de crue ou inversement pendant la décrue. Leur longueur varie entre 70 m et 15 km, leur largeur entre 3 et 15 m et elles ont une profondeur de 2 à 3 m.

Changements climatiques : modification persistante ou irréversible des paramètres climatiques dans le temps. Ce dernier terme fait en général référence aux tendances à plus long terme de la température moyenne ou des précipitations, ou encore de la variabilité climatique elle-même et souvent à des tendances découlant entièrement ou en partie des activités humaines, notamment le réchauffement planétaire causé par la combustion des énergies fossiles, la déforestation et les pollutions atmosphériques diverses qui augmentent la concentration des gaz à effet de serre (GES): le dioxyde de carbone (CO₂), le méthane (CH₄), l'oxyde nitreux (N₂O), les halocarbures ou CFC (chlorofluorocarbures), l'ozone (O₃), etc.

Climat : ensemble des phénomènes (pression, température, humidité, précipitations, ensoleillement, vent, etc.) qui caractérisent l'état moyen de l'atmosphère et de son évolution en un lieu donné.

Dégradation : transformation, sous l'action de l'homme, d'un milieu en un autre moins apte à fournir les résultats escomptés.

Dégradation d'une ressource : toute modification négative de la composition, de la quantité ou de la qualité d'une ressource naturelle résultant des effets naturels ou anthropiques.

Dégradation des terres : processus par lequel des phénomènes qui peuvent être naturels, abaissent la capacité actuelle et/ou future du sol à supporter la vie humaine. Quand ces phénomènes sont dus à l'homme, on parle de dégradation anthropique. Y sont inclus, d'importants aspects de la dégradation tels que la déforestation (aboutissant à une perte de la richesse biologique) et le surpâturage (conduisant souvent à l'infestation par les mauvaises herbes).

Désertification : dégradation des terres survenant dans les régions arides, semi-arides et sub-humides sèches et résultant de divers facteurs, incluant les variations

climatiques et les activités humaines. Le principal élément dans la désertification est la non disponibilité ou la quasi-absence d'eau ou des ressources en eau, ce qui rend les écosystèmes fragiles dans les régions affectées.

Eau : liquide incolore inodore et insipide qui constitue un élément indispensable à la vie. En milieu continental, elle se trouve soit à la surface de la terre sous forme de ruisseaux, rivières, fleuves et lacs, on parle alors des **eaux de surface**, soit en profondeur dans des formations poreuses de sub-surface, on parle **d'eaux souterraines ou d'aquifères**.

Eau usée : eau ayant fait l'objet d'une utilisation domestique ou industrielle.

Exploitation d'une ressource : utilisation d'une ressource ou toute autre mesure employée de façon continue pour contrôler la ressource afin de satisfaire les intérêts des acteurs.

Fertilité du sol : c'est l'aptitude d'un sol à produire des récoltes en fonction de ses qualités intrinsèques et des techniques culturales utilisées. Celles-ci incluent la qualité du matériel végétal, la fumure, la protection phytosanitaire, les façons culturales (préparation du sol, taille et entretien) et le respect du calendrier cultural.

Gestion d'une ressource : ensemble de règles et pratiques régissant l'utilisation des ressources par les acteurs pour modifier ou faire varier sa disponibilité et sa productivité. Dans le cadre du présent document, le terme « gestion de la ressource » intègre aussi les aspects de maîtrise de la ressource.

Gestion durable des ressources : mode d'utilisation des ressources qui vise à minimiser les processus de dégradation, ceci au bénéfice des générations présentes et futures.

Inondation : débordement d'un cours d'eau, le plus souvent en crue, qui submerge les terrains voisins. Il est souvent étendu aux débordements d'ouvrages artificiels tels que retenues ou réseaux d'assainissement. On définit aussi l'inondation comme étant : "une submersion temporaire par l'eau de terres qui ne sont pas submergées en temps normal. Cette notion recouvre les inondations dues aux crues des rivières, des torrents de montagne et des cours d'eau intermittents ainsi que les inondations dues à la mer dans les zones côtières et elle peut exclure les inondations dues aux réseaux d'égouts".

Mayos : cours d'eau non permanents du Nord et de l'Extrême – Nord du Cameroun.

Mare : retenue d'eau stagnante naturelle ou artificielle dont la durée d'existence varie dans l'espace et le temps.

Pollution : dégradation d'un milieu naturel par des substances chimiques ou organiques provenant des déchets industriels, ménagers ou des traitements divers.

Ramsar : traité intergouvernemental qui sert de cadre à l'action nationale et à la coopération internationale pour la conservation et l'utilisation rationnelle des zones humides et de leurs ressources.

Ressource naturelle : produit ou support de l'écosystème utilisé par les acteurs pour la satisfaction de leurs besoins vitaux (eau, sol, faune, flore, air).

Ruissellement : écoulement temporaire des eaux de pluies à la surface de la terre.

Site Ramsar : zone humide reconnue d'importance internationale. On a actuellement deux sites Ramsar au Cameroun : la plaine d'inondation de Waza Logone ou Yaérés et le lac de Barombi Mbo.

Sols : couche superficielle meuble de l'écorce terrestre résultant de la transformation de la roche saine sous jacente sous l'effet d'agents atmosphériques, par des processus physiques, chimiques ou biologiques.

Sol hydromorphe : sol régulièrement saturé d'eau.

Terre : matière constituant la partie superficielle du globe considérée comme élément de base pour les activités agricoles, sylvicoles et pastorales dans le secteur rural. Dans ce contexte, ce terme englobe aussi l'aspect spatial.

Variabilité climatique : phénomène normal traduisant les fluctuations des paramètres climatiques mais sur une courte durée.

Variabilité et changement climatiques : dans le présent document, c'est la modification notable ou variation significative d'un paramètre climatique, qu'elle soit naturelle ou due à des facteurs d'origine anthropique.

Zone à écologie fragile ; d'après le recueil des textes officiels relatifs à la gestion des forêts et de la faune au Cameroun (1994), c'est un terrain dont au moins une des ressources naturelles notamment l'eau, le sol, la faune et la flore est en cours de dégradation ou susceptible de l'être à court terme par l'action de l'homme ou des phénomènes naturels. Dans le cadre de ce travail, c'est une zone où la ressource eau est un facteur soit limitant ou en excès, soit en cours de dégradation ou susceptible de l'être.

Zones humides : étendues de marais, de fagnes, de tourbières ou d'eaux naturelles ou artificielles, permanentes ou temporaires, où l'eau est stagnante ou courante, douce, saumâtre ou salée, y compris des étendues d'eau marine dont la profondeur à marée basse n'excède pas six mètres.

“Yaérés” : plaines périodiquement inondables à l'instar de la plaine d'inondation de Waza Logone dans la région de l'Extrême Nord du Cameroun.

Résumé exécutif

La conférence de Rio de Janeiro de 1992 a suscité une prise de conscience mondiale plus aiguë des menaces qui pèsent sur l'environnement et sur les ressources naturelles, dont l'eau en particulier. C'est ainsi qu'au cours du Sommet Mondial sur le Développement Durable (SMDD) tenu à Johannesburg en 2002, un constat global s'est dégagé à savoir l'amenuisement progressif des ressources en eau mobilisables lié au développement industriel, urbain, et agricole auquel s'ajoutent une forte croissance démographique donc une augmentation sans cesse des besoins en eau de bonne qualité et les aléas de changements climatiques. Le Cameroun n'en est point exclu malgré le fait qu'il possède une importante quantité des ressources en eau due à sa position géographique.

Le Gouvernement camerounais, en souscrivant aux atteintes des Objectifs du Millénaire pour le Développement (OMD), s'est engagé à poursuivre les réformes qui visent à réduire la pauvreté à travers la Gestion Intégrée des Ressources en Eau (GIRE). Le but ici est donc de "faire un état des lieux du secteur de l'eau" qui sera suivi par l'élaboration d'un "Plan d'Action National de Gestion Intégrée des Ressources en Eau (PANGIRE)".

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 tutelle du Ministère de l'Energie et de l'Eau (MINEE), a proposé quatre sous thèmes à développer dont l'un intitulé "Eau et Environnement" fait l'objet du présent rapport.

L'objectif général de cette étude est de faire une analyse diagnostique de l'eau et l'environnement dans les différents bassins hydrographiques du Cameroun. De manière spécifique, le travail vise à :

- identifier et cartographier les zones humides et les zones à écologie fragile ;
- identifier et analyser les défis liés à l'eau tels que la désertification et les inondations ;
- identifier et analyser les effets de l'anthropisation (urbanisation, industrialisation, exploitation minière, agriculture, déforestation, élevage, pêche, travaux publics, énergie, barrages, conflits armés et guerres, voies de communications et transports, tracé du Pipe line, etc.) sur les ressources en eau ;
- identifier et examiner l'impact de la variabilité et du changement climatiques sur les ressources en eau ;
- identifier et analyser les mesures prises par l'Etat camerounais face aux risques liés à l'eau, et au changement climatique ;
- élaborer et hiérarchiser les problèmes liés à la protection et à la conservation des ressources en eau au Cameroun.

Pour mener à bien ce travail, la démarche méthodologique adoptée a consisté à la recherche documentaire et cartographique, au traitement et à l'analyse des informations obtenues et enfin à l'identification et à la hiérarchisation des problèmes

de ressources en eau au Cameroun. Des descentes ont été effectuées dans différentes régions du Cameroun et auprès des diverses structures en charge de la gestion de l'eau. Plusieurs ateliers de travail ont été aussi organisés de manière participative aux fins d'enrichissement des rapports et de la hiérarchisation des problèmes liés aux ressources en eau dans différents bassins versants du Cameroun. Les informations recueillies (documentaire et cartographique) ont été ainsi validées par l'équipe GIRE et rassemblées par bassin hydrographique.

Le Cameroun est un pays de l'Afrique Centrale avec un débouché sur l'océan atlantique au niveau du golfe de Guinée. Avec une superficie d'environ 475 650 km², il est situé entre 2° et 13° de latitude Nord et entre 8° et 16° de longitude Est. Du fait de cet étalement en latitude, le Cameroun présente une extrême diversité de paysages, d'écosystèmes, de ressources naturelles, de zones géomorphologiques, de zones climatiques, etc... au point d'être appelé Afrique en miniature. Il renferme aussi dans son ensemble d'énormes potentialités en ressources hydrauliques (précipitations, eau souterraine et eau de surface) qui sont cependant inégalement réparties sur l'ensemble des cinq principaux bassins hydrographiques du territoire. Pour ce qui est de précipitations et des eaux en surface, la partie septentrionale du pays fait figure de parent pauvre à côté de la zone méridionale qui est, elle, drainée par un important réseau hydrographique et suffisamment arrosée.

On observe ainsi plusieurs zones humides à eaux courantes et à eaux stagnantes réparties dans deux grands ensembles hydrographiques :

- le premier regroupe les tributaires de la façade atlantique du Cameroun et est constitué du bassin de la Sanaga (Lom, Pangar, Djerem, Noun, Mapé, Mbam...) et du bassin des fleuves côtiers (Wouri, Nyong, Lobe, Ntem...);
- le second concerne les cours d'eau qui participent à des bassins hydrographiques plus étendues et en particulier à trois des cinq plus grands ensembles hydrologiques de l'Afrique ; il s'agit du bassin du Lac Tchad avec le Logone, le Chari et les Mayos, du bassin du Niger (avec notamment la Bénoué et ses affluents dont la Katsena) et du bassin du Congo (avec la Kadey et la Ngoko).

Quant aux zones humides à eaux dormantes et stagnantes, les plus importants sont :

- le Lac Tchad que le Cameroun partage avec le Nigéria, le Niger, le Tchad ;
- les lacs volcaniques dont les plus importants sont Nyos (158 ha), Barombi Mbo (415 ha), Oku (243 ha) ;
- les lacs tectoniques (Ossa, Dissoni, Ejangham,...) ;
- de vastes retenues d'eau artificielles constituées majoritairement par les barrages de régulation (Lagdo, Mbakaou, Mapé, Bamendjing) ;
- de vastes zones d'inondations comme la plaine de Waza Logone (Yaérés) qui est un site Ramsar en raison de la richesse de sa biodiversité ;
- des étangs piscicoles.

Le Cameroun compte ainsi environ 39600 km² de plans d'eaux continentales (intérieurs) constitués de fleuves et rivières (1000 km²), de plaines inondables et marais (34000 km²), de lacs naturels (1800 km²) et de retenues artificiels (2800 km²).

Ces plans d'eau renferment des écosystèmes biologiquement riches et très variés, notamment dans la Sanaga, la Boumba et les fleuves côtiers. Les milieux lacustres sont également très riches du point de vue biologique, les lacs de cratères présentent la diversité la plus importante. Il faut en particulier noter le lac Barombi Mbo (site Ramsar), très riche en espèces piscicoles endémiques. La faune piscicole des lacs et fleuves du sud du Cameroun est actuellement très recherchée par les aquariophiles et fait l'objet d'un commerce international très peu contrôlé.

Ces zones humides offrent de nombreuses potentialités de développement pour l'hydroélectricité, l'irrigation, l'agriculture, l'élevage, la pêche et l'écotourisme. Elles sont actuellement soumises à des pressions naturelles (variabilité et changement climatiques) et anthropiques qui amenuisent et dégradent leurs ressources naturelles. Les principales menaces qui pèsent sur ces écosystèmes aquatiques continentaux résultent principalement de la baisse et la modification des débits par la construction des barrages (Lagdo, Maga, Songloulou et Edéa), la déforestation sous toutes ses formes et des apports polluants par les activités agro - pastorales, les industries chimiques et agro – alimentaires. La surexploitation de certaines familles de poisson ainsi que l'envasement des plans d'eau risquent d'entraîner une extinction rapide de certaines espèces.

Les autres zones à écologie fragiles identifiées au Cameroun sont :

- la zone Soudano – Sahélienne qui regroupe la partie septentrionale des bassins du Lac Tchad et du Niger ;
- la zone côtière qui longe les 400 km de la côte atlantique ;
- les zones de montagne avec les principales élévations de la ligne du Cameroun ;
- les zones forestières et les aires protégées ;
- les bassins sédimentaires (Lac Tchad, Bénoué et Douala),

On note aussi des écosystèmes fragilisés par les activités anthropiques qui y sont développées ; ce sont :

- les grandes zones urbaines ;
- les zones frontalières où règnent les conflits armés ;
- le tracé du Pipe line Tchad – Cameroun.

Ces zones à écologie fragiles sont également soumises à des pressions naturelles (variabilité et changement climatiques) et anthropiques qui dégradent leurs ressources naturelles. Dans le bassin des fleuves côtiers, l'érosion côtière est un problème majeur favorisé par le déboisement des rives et des mangroves, l'exploitation du sable et des graviers des plages et cordons littoraux pour la construction, l'occupation anarchique du littoral par la construction d'habitations privées et des complexes touristiques sans respect de l'emprise maritime de l'Etat (50 m).

De nos jours, les défis liés à l'eau tels que les phénomènes climatiques extrêmes (la désertification et les inondations) affectent sérieusement les ressources en eau du Cameroun. Dans certains bassins, ils prennent même une envergure catastrophique. Trois des cinq bassins hydrographiques que compte le Cameroun sont touchés par le phénomène de désertification. Il s'agit des bassins septentrionaux du lac Tchad,

du Niger et de la Sanaga. L'ampleur du phénomène est décroissante en allant du Nord au Sud. Quant aux inondations, le Cameroun a été marqué depuis les années 1990, par des inondations à répétition d'une rare ampleur. Elles ont envahi le Centre, le Littoral, le Nord et l'Extrême Nord. Chaque fois, c'est le même scénario dans les mêmes localités ou presque ; inondations, dégâts humains et matériels, intervention de la puissance publique en vue de gérer la catastrophe, efforts de reconstruction par les populations victimes, etc. Les inondations sont ainsi devenues de plus en plus fréquentes et dévastatrices et ont un effet cumulatif négatif sur le Cameroun.

Les principaux phénomènes anthropiques susceptibles de dégrader quantitativement et qualitativement les ressources en eau du pays sont : la forte urbanisation enregistrée dans les grandes métropoles, l'industrialisation, l'agriculture, l'élevage, la pêche, la déforestation, les transports et le tourisme. Les problèmes identifiés varient en fonction des bassins hydrographiques et concernent surtout les pollutions sous toutes ses formes, l'envasement et la sédimentation des lits de cours d'eau, l'érosion hydrique, la dégradation des sols et la désertification, les inondations, l'érosion côtière, etc.

A tous ces phénomènes anthropiques, s'ajoutent les aléas de la variabilité et du changement climatiques qui contribuent également à amenuiser considérablement les ressources en eau. La baisse du niveau d'eau dans le Lac Tchad nécessite une attention particulière. Une étude d'impact environnemental qui viserait à transférer les eaux de l'Oubangui (Bassin du Congo) dans ce plan d'eau est actuellement en cours. L'une des conséquences de la variabilité et du changement climatiques est surtout observée dans les bassins de la zone équatoriale du Sud-Cameroun (bassin du Congo, bassins de fleuves côtiers comme le Nyong, le Ntem). Elle est marquée par des modifications des pluies mensuelles des "saisons sèches" qui induisent une tendance à un changement à long terme du déroulement du cycle hydrologique annuel. En effet, l'étude des pluies mensuelles et des débits mensuels montre une modification du régime hydropluviométrique qui se caractérise par une diminution des pluies de la grande saison sèche (décembre à mars), des deux saisons de pluies (avril à juin et septembre à novembre) et une augmentation des pluies de la petite saison sèche (juillet et août). On tend ainsi à passer graduellement d'un régime équatorial et bimodal à quatre saisons à un régime tropical et unimodal à deux saisons.

L'une des conséquences de la détérioration générale du climat combinée aux facteurs anthropiques dans certains bassins hydrographiques (exemple : bassin des fleuves côtiers et du Niger) est la prolifération des végétaux flottants (salade d'eau, jacinthe d'eau, typha, etc.), du fait notamment de la réduction de la vitesse d'écoulement des cours d'eau, du changement de leur régime et de leur température ainsi que de la détérioration de la qualité des eaux (exemple du Nyong et du Wouri, etc.). Ces végétaux favorisent l'évapotranspiration, entravent la pêche, la navigation, le fonctionnement des aménagements hydro-agricoles et hydroélectriques et offrent les conditions idéales pour la multiplication des vecteurs des maladies hydriques comme le paludisme, la bilharziose et l'apparition de nouvelles maladies (e.g. fièvre de la vallée du Rift). Ils asphyxient plusieurs plans d'eau de la région, y compris des zones humides dont la diversité biologique est reconnue d'importance mondiale.

Deux types de problèmes majeurs liés à la protection et à la conservation des ressources en eau sont généralement identifiés au Cameroun : il s'agit des problèmes relatifs aux impacts et des problèmes liés à la gestion.

L'examen des problèmes relatifs aux impacts sur les ressources en eau met en exergue la dégradation quantitative et qualitative des eaux de surface et des eaux souterraines. Les principaux problèmes sont les suivants :

- La réduction quantitative des ressources en eau (surface et souterraine) par disparition du couvert végétal, la présence des ouvrages de retenue, la variabilité et le changement climatiques, l'évaporation accrue et la sédimentation des plans d'eau ;
- la dégradation qualitative des ressources en eau caractérisée par des pollutions diverses (physique, biologique et chimique) et l'eutrophisation des cours d'eau ;
- la sédimentation des plans d'eau à cause de l'érosion ;
- l'existence des risques liés à l'eau (maladies hydriques et inondations)

Quant aux problèmes majeurs liés à la gestion, les principaux problèmes identifiés à l'échelle nationale sont les suivants :

- l'insuffisance d'assainissement ;
- Insuffisance dans le suivi et l'évaluation de la variabilité et le changement climatiques, de la biodiversité aquatique et la sédimentation ;
- pléthore d'intervenants et absence de coordination entre eux ;
- inapplication de nombreux textes législatifs et réglementaires

Conscient de tous ces problèmes environnementaux qui dégradent considérablement la biodiversité, les sols, la qualité des eaux, l'environnement urbain, la santé, etc., l'Etat camerounais s'est engagé, à travers le Programme National de Gestion de l'Environnement (PNGE) et diverses initiatives internationales, régionales et nationales, dans l'amélioration de la qualité de l'environnement du pays. Malheureusement, les actions menées sont restés souvent inefficaces à cause des faiblesses observées aux niveaux, législatifs, réglementaires, institutionnels et d'un manque de synergie entre les différents acteurs (institutions gouvernementales, non gouvernementales, donatrices et de la population). Depuis lors, les textes d'application de la Loi cadre sur l'environnement n'ont pas été promulgués. Par ailleurs, en dehors du PNGE, le secteur de l'environnement n'a pour l'instant été abordé que de manière sectorielle ne traduisant la transversalité de l'environnement que par la juxtaposition de programmes prioritaires s'intéressant surtout à une seule partie du secteur, l'environnement "vert" parce que générateur de revenus, le secteur de l'environnement "gris" restant le parent pauvre car considéré comme contraignant pour le développement économique.

Afin d'inverser la tendance à la dégradation des ressources en eau et pour une gestion coordonnée des ressources disponibles par les différents acteurs, tous les utilisateurs sont interpellés à agir dans un cadre organisationnel et de gestion propice pour assurer une synergie dans les activités liées à l'eau sur l'ensemble du territoire. Toutefois, l'essentiel ne sera pas de créer un cadre de concertation mais bien plus de le rendre fonctionnel. D'où la nécessité d'établir un Plan d'Action National de Gestion Intégrée de Ressources en Eau (PANGIRE) afin de protéger les

ressources naturelles (eaux, terres et éléments biologiques) et améliorer les conditions de vie des populations dans tout le territoire camerounais.

Provisoire

Introduction

Au cours du Sommet Mondial sur le Développement Durable (SMDD) tenu à Johannesburg en 2002, un constat global s'est dégagé à savoir l'amenuisement progressif des ressources en eau mobilisables lié au développement industriel, urbain, et agro - sylvo - pastoral auxquels s'ajoutent une forte croissance démographique donc une augmentation sans cesse des besoins en eau de bonne qualité et les aléas de changements climatiques qui ont pour corollaire, la pénurie ou l'excès en eau. Le Cameroun, pays d'Afrique subsaharienne n'en est point exclu malgré le fait qu'il possède une importante quantité des ressources en eau due à sa position géographique.

Le Gouvernement camerounais, en souscrivant ainsi aux atteintes des Objectifs du Millénaire pour le Développement (OMD) et à d'autres initiatives internationales et sous régionales, s'est engagé à poursuivre les réformes qui visent à réduire la pauvreté à travers la Gestion Intégrée des Ressources en Eau (GIRE). Cette gestion efficiente de l'eau vient ici justifier le fait qu'elle a une valeur économique souvent ignorée par des Etats disposant de très grands potentiels hydriques à l'exemple du Cameroun. En effet, les plans d'eaux douces sont des richesses naturelles qu'il convient d'en tirer profit tout en maintenant la pérennité des ressources qu'ils contiennent et des gains qui en ressortent. En outre, ils peuvent être des puissants centres d'intérêts de distraction, touristiques et piscicoles capables de stimuler des économies locales et régionales.

L'eau constitue par ailleurs un enjeu majeur pour le développement durable. En effet, comme le soulignait Klaus Toepfler, directeur général du Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE), l'eau est étroitement liée à la santé, l'agriculture, l'énergie et la biodiversité. Sans progrès dans le domaine de l'eau, il sera difficile voir impossible d'atteindre les autres Objectifs du Millénaire pour le Développement ".

L'objectif général de cette étude qui porte sur le thème "eau et environnement" est de faire une analyse diagnostique du secteur de l'eau au Cameroun, au regard des contraintes environnementales qui permettra par la suite l'élaboration d'un "Plan d'Action National de Gestion Intégrée des Ressources en Eau (PANGIRE) ". Les objectifs spécifiques sont :

- identifier et cartographier les zones humides et les zones à écologie fragile ;
- identifier et analyser les défis liés à l'eau (désertification, inondations) et les effets de l'anthropisation sur les ressources en eau (urbanisation, industrialisation, exploitation minière, agriculture, déforestation, élevage, pêche, travaux publics, énergie, barrages, conflits armés et guerres, voies de communications et transports, tracé du pipe line, etc.) ;
- identifier et examiner l'impact de la variabilité et des changements climatiques sur les ressources en eau ;
- identifier et analyser les mesures prises par l'Etat camerounais face aux risques liés à l'eau, et au changement climatique ;

- élaborer et hiérarchiser les problèmes liés à la protection et à la conservation des ressources en eau.

Le présent rapport s'articule autour de huit points :

- l'approche méthodologique ;
- les zones humides ;
- les zones à écologie fragile ;
- la désertification et les inondations au Cameroun ;
- l'eau et l'aménagement du territoire (ce sont les impacts de l'anthropisation sur les ressources en eau) ;
- la variabilité climatique et les ressources en eau ;
- les stratégies politiques du Cameroun contre les défis liés à l'eau et les changements climatiques ;
- l'identification et la hiérarchisation des problèmes liés à l'eau et l'environnement au Cameroun.

Chapitre I : Approche méthodologique

Introduction

La démarche méthodologique adoptée pour réaliser cette étude a consisté à la recherche documentaire et cartographique, au traitement et à l'analyse des informations obtenues et enfin à l'identification et à la hiérarchisation des problèmes de ressources en eau au Cameroun.

I.1- La recherche documentaire et cartographique

Cette étape qui se veut la principale de l'étude a consisté en une intense collecte de données auprès de plusieurs structures compétentes en la matière. Elle est subdivisée en deux sous étapes (recherche documentaire et recherche cartographique) qui se font concomitamment.

I.1.1- La recherche documentaire

Elle s'est effectuée auprès de diverses structures étatiques, privées, parapubliques et partenaires au développement. Il faut souligner que la plupart de ces structures sont localisées à Yaoundé (capitale politique) et dans certaines villes du Cameroun. A cet effet, des voyages ont été effectués dans des régions. Toutefois pour faciliter la recherche des informations, le Cameroun a été divisé en trois grandes zones géographiques de collecte qui ont permis de couvrir les cinq bassins hydrographiques du pays (figure 1). Il s'agit :

- de la partie septentrionale du Cameroun qui regroupe les régions de l'Extrême Nord, du Nord et de l'Adamaoua pour la partie septentrionale des bassins du Lac Tchad et du Niger (la Bénoué) et la partie amont du bassin de la Sanaga ;
- de la zone géographique Sud (régions du Centre, du Sud et de l'Est) qui couvre les bassins du Congo (Dja, Boumba et Kadey), la partie centrale du bassin de la Sanaga, la partie méridionale du bassin du Lac Tchad et une partie du bassin des fleuves côtiers située au sud de la Sanaga ;
- de la zone géographique Ouest (régions du Sud-ouest, du Nord-Ouest et de l'Ouest) qui englobe une petite partie située à l'ouest du bassin de la Sanaga et une partie du bassin des fleuves côtiers située au Nord de la Sanaga (figure 2).

Les documents exploités portent ainsi sur la description des zones humides et des zones à écologie fragile réparties par unité hydrographique, sur le recensement des secteurs en proie aux phénomènes de désertification et d'inondations, sur la présentation des divers secteurs d'activités générateurs de différents types de pollution hydrique et sur les stratégies politiques de lutte contre les changements climatiques et les risques liés à l'eau. Cette étape a consisté ainsi à recueillir auprès des institutions ciblées ci dessous leurs appréciations des différentes contraintes pré identifiées, et les solutions préconisées pour chacune d'elles. Ces institutions sont :

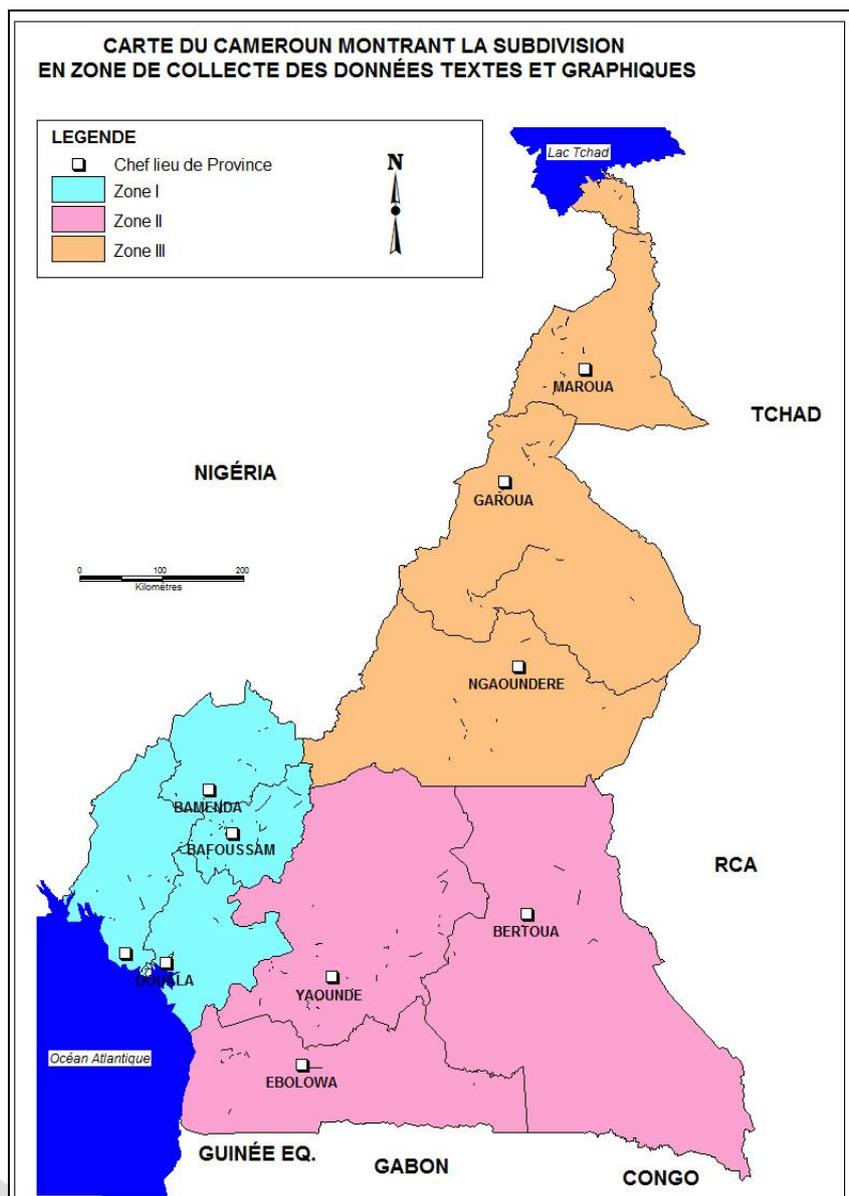
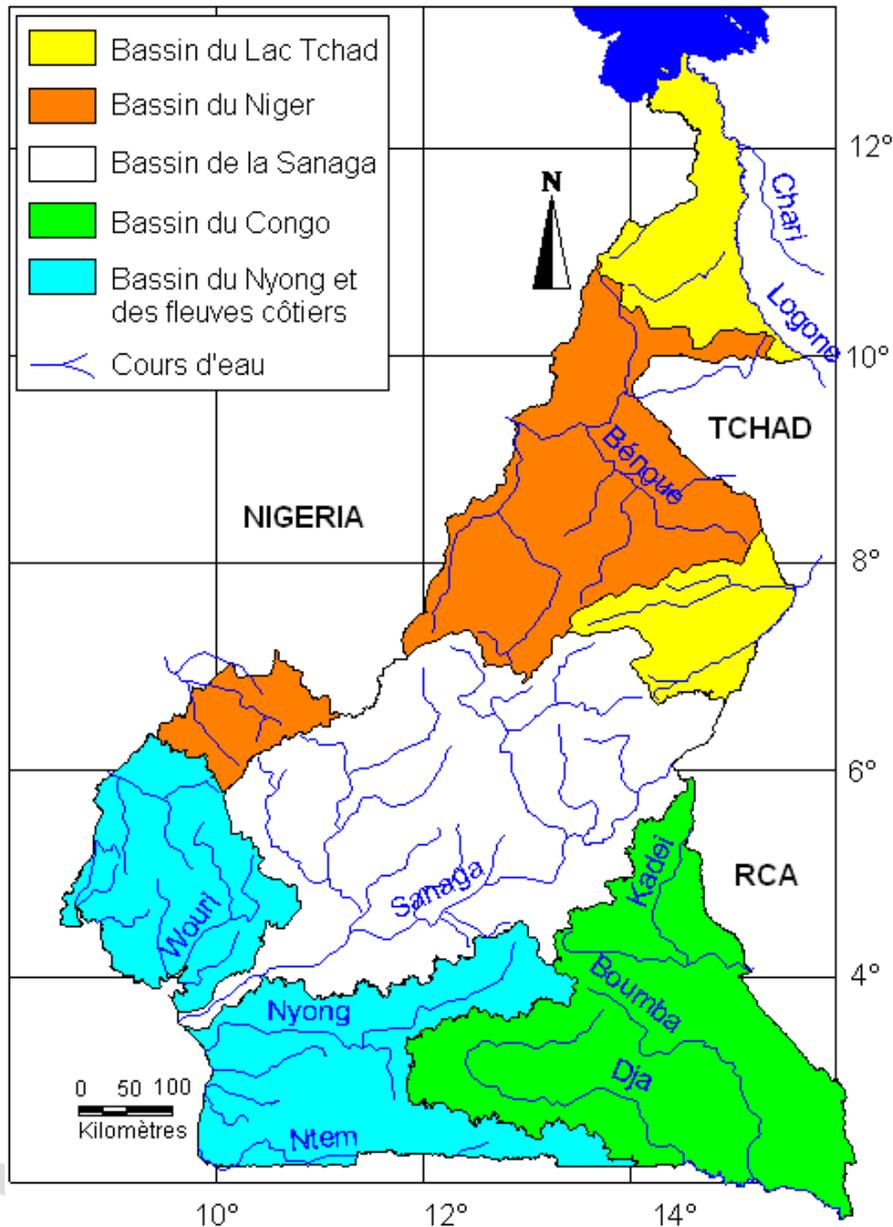


Figure 1 : Grandes zones de collecte d'informations

- les départements ministériels pour ce qui est de stratégies de politiques sectorielles ;
- les missions d'aménagement ;
- les agences de bassins ;
- les bailleurs de fonds ;
- les institutions universitaires et de recherche ;
- les industries et des entreprises du secteur ; des sociétés civiles ; des ONG et des structures locales de gestion de l'eau potable pour ce qui est des rapports d'étude effectuée à petite ou grande échelle sur l'eau, les problèmes d'eau et les liens existant avec l'environnement en terme d'impacts.

Ce travail a été enfin complété avec des recherches sur Internet, l'exploitation de certains articles scientifiques, mémoires et thèses obtenus dans certains centres documentaires et bibliothèques de la place.



(Source : Olivry, 1986 ; modifié)

Figure 2 : Bassins hydrographiques du Cameroun

I.1.2- La recherche cartographique

Elle s'est effectuée auprès des instituts de recherche et universitaires, des centres documentaires et certains départements ministériels, des missions d'aménagement et ONG, et des agences de bassins. Cette étape a consisté à collecter des cartes :

- cartes topographiques ;
- cartes géomorphologiques ;
- cartes phytogéographiques ;
- cartes géologiques ;
- cartes climatiques et d'autres types de cartes thématiques qui portent sur la géographie urbaine, industrielle, minière et l'exploitation agricole.

Ces cartes ont été ensuite numérisées et géo référencées pour permettre l'alimentation des données alphanumériques qui génèrent des cartes thématiques.

I.2- Analyse, traitement des données et synthèse des informations

Les documents obtenus ci-dessus ont servi de base au travail de synthèse et d'actualisation des données. Ces dernières ont fait ainsi l'objet d'analyses et de critiques préliminaires par l'équipe du projet GIRE afin de s'assurer de la crédibilité des données et des sources d'information.

Ces données ont été par la suite regroupées par centre d'intérêts correspondant aux différents chapitres du rapport. Pour ce qui est des données numériques, des tableaux synthétiques sont élaborés sous Microsoft Excel et exportés pour compléter la structure de la base de données précédemment réalisée dans Arcview 3.2.

Des exemples sur des études précises dans certaines zones du pays telles que Yaoundé et Douala sont exposés dans le but de mesurer l'ampleur de la situation actuelle pour ce qui est de l'urbanisation et de l'industrialisation.

Pour l'étude de la variabilité et du changement climatique, les paramètres pris en compte pour montrer l'impact de ce phénomène à l'échelle des différentes unités hydrographiques sont la température, l'évapotranspiration, les pluies et les débits des cours d'eau. La sélection des données s'est effectuée en fonction de plusieurs critères : localisation géographique, disponibilité et qualité de données. Des tests statistiques de détection de rupture «test de Pettit» et certains modèles de simulations pluies – débits ont été appliquées afin de mettre en évidence et de prévoir l'impact des changements climatiques sur les ressources en eau dans différents bassins versants du Cameroun.

L'analyse des données a consisté principalement à relever les forces, les faiblesses, les opportunités et les menaces de chaque élément du milieu qui permettront de proposer des mesures à prendre pour la gestion durable des ressources en eau au Cameroun.

I.3- Identification et hiérarchisation des problèmes de ressources en eau : la méthode "MERQURE / WRIAM"

Il s'agit ici d'identifier, de ressortir et de classer par ordre d'importance décroissante ou croissante les problèmes liés à la protection et à la conservation des ressources en eau par bassin hydrographique.

La hiérarchisation des problèmes liés à la stabilité environnementale dans les différents bassins hydrographique s'est basée sur la méthode "MERQURE (Méthode d'Evaluation Rapide des Questions de Ressources en Eau)". Cette méthode, appelée Water Ressources Issues Assessment Matrix or Method (WRIAM) en anglais, dérive de la méthode "Rapid Impact Assessment Matrix (RIAM)" utilisée pour les Etudes d'Impact Environnemental (EIE). Elle a été par la suite adaptée aux problèmes particuliers des ressources en eau dans le but d'établir les critères d'une hiérarchisation.

La méthode MERQURE permet, sur la base d'un certain nombre de critères quantifiables, d'évaluer l'importance relative des problèmes selon une formule de cotation d'ensemble de chaque problème. En effet, la méthode RIAM et la méthode MERQURE qui en dérive, ont été conçues pour permettre d'attribuer des valeurs quantitatives à des jugements plus ou moins subjectifs. La méthode est fondée sur une définition standardisée des critères d'évaluation des impacts les plus importants et des moyens par lesquels des valeurs semi - quantitatives peuvent être affectées à chacun de ces critères, dans le but de donner une cotation précise et indépendante à chaque condition de ressource en eau pertinente. Les critères d'évaluation de la méthode MERQURE se répartissent en deux groupes A et B et doivent satisfaire à deux principes :

- l'universalité et l'importance du critère ;
- la nature du critère qui détermine s'il doit être classé dans le groupe A ou dans le groupe B.

I.4- Participation aux séances de travail et ateliers de concertation

La participation aux séances de travail a permis l'harmonisation et la mise en commun de la méthodologie de travail pour toute l'équipe ainsi que l'élaboration globale du planning d'exécution, des voyages et la publication du plan du rapport des drafts. De plus, elle a permis des échanges entre les différents membres de l'équipe pour l'enrichissement des rapports et des documents graphiques.

Plusieurs ateliers de travail ont été ainsi organisés de manière participative aux fins d'enrichissement des rapports et de la hiérarchisation des problèmes liés aux ressources en eau dans différents bassins versants du Cameroun.

Conclusion

Dans le cadre de la rédaction de l'état des lieux du secteur de l'eau au Cameroun, et particulièrement pour le thème "Eau et Environnement", la méthodologie se rapporte à quatre points :

- la collecte des données à partir de la recherche bibliographique complétée par des enquêtes de terrain ;
- l'exploitation des données collectées par analyse, traitement et synthèse à travers des cartes thématiques par exemple ;
- 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 ;
- les diverses discussions lors des ateliers de concertation.

Ces différentes approches méthodologiques donnent des résultats qui sont exposés dans les chapitres qui suivent.

Chapitre II : Les zones humides

Introduction

Selon l'article I de la Convention de Ramsar 1971¹ les zones humides sont des étendues de marais, de fagnes, de tourbières ou d'eaux naturelles ou artificielles, permanentes ou temporaires, où l'eau est stagnante ou courante, douce, saumâtre ou salée, y compris des étendues d'eau marine dont la profondeur à marée basse n'excède pas six mètres ". Ainsi dans une zone humide, le principal facteur qui influence le biotope et la biocénose est l'eau. Les principaux types de zones humides sont donc :

- les zones humides continentales constituées des eaux dormantes, courantes, des zones inondables et des zones hydromorphes végétales remarquables ;
- les zones humides des domaines littoraux et océaniques constituées des estuaires, mangroves, îles, baies, deltas, plages... (Wikipédia, 2008).

Le Cameroun abrite plusieurs zones humides d'un grand intérêt et, un certain nombre d'entre elles sont menacées à la fois par des dégradations physiques dues aux activités humaines, et par une réduction des ressources en eaux vitales pour leur préservation (Annexe 1).

Les principales zones humides du Cameroun sont présentées par unités hydrographiques (du Nord au Sud) avec une distinction entre :

- les zones humides à eaux courantes ;
- les zones humides à eaux stagnantes ;
- les zones humides inondables ;
- les zones humides des domaines littoraux.

Cette analyse est faite sur la base des travaux de synthèse d'Olivry (1986), complétés par ceux beaucoup plus récents de certaines institutions de recherche du Cameroun (Centre de Recherche Hydrologique-Institut des Recherches Géologiques et Minières, Institut de Recherches Agricoles pour le Développement, universités...) et de l'équipe GIRE.

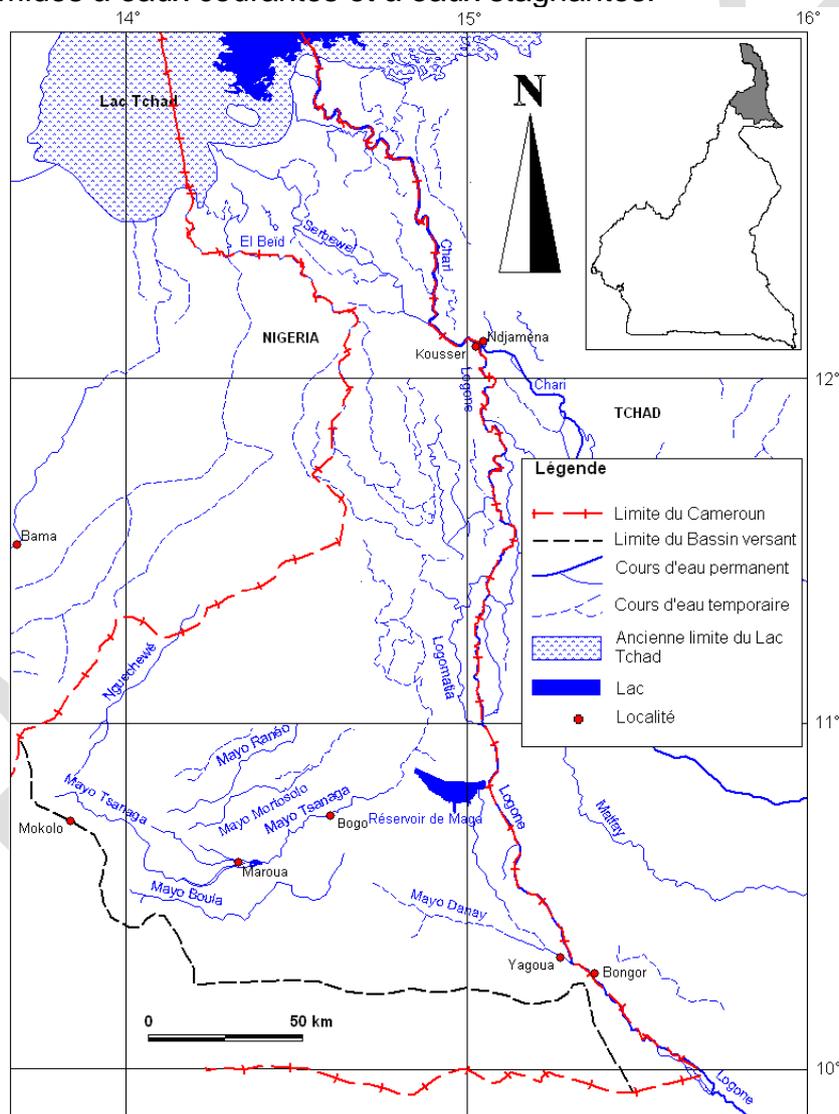
II.1- Le bassin du Lac Tchad

¹La Convention sur les zones humides, signée à Ramsar, en Iran, en 1971, est un traité intergouvernemental qui sert de cadre à l'action nationale et à la coopération internationale pour la conservation et l'utilisation rationnelle des zones humides et de leurs ressources. La Convention a, actuellement, 158 parties contractantes qui ont inscrit 1755 zones humides, pour une superficie totale de 161 millions d'hectares, sur la liste de Ramsar des zones humides d'importance internationale. Le Cameroun a rejoint la grande famille Ramsar, le 20 juin 2006 devenant ainsi la 151^e partie à la Convention sur les zones humides et avec pour site la plaine inondable de Waza Logone (600 000 hectares, 1138'N 01437'E) de par sa riche biodiversité.

Le bassin du Lac Tchad est une cuvette de 1,5 millions de km² que couvre le Tchad, une partie du Niger, du Nigeria, de la République Centrafricaine et du Cameroun. La partie camerounaise couvre environ 1/12^e de la surface du “moyen Tchad” soit près de 1700 km² (CBLT et FEM, 2005 ; UICN et CBLT, 2007). Il est situé entre le 12° 30' et 14° 30' de latitude Nord et entre le 13° et 15°30' de longitude Est. Dans le bassin camerounais du Lac Tchad on distingue une partie septentrionale dans la région de l'extrême Nord et une partie méridionale située dans l'Adamaoua.

II.1.1- Le bassin septentrional du Lac Tchad

Celui-ci est localisé entre les longitudes 13°40' et 15°41' Est, et entre les latitudes 9°54' et 13°04' Nord (figure 3). Sa superficie est d'environ 27470 km² (2) et comprend les zones humides à eaux courantes et à eaux stagnantes.



(Source : Encyclopédie Encata, 2007 ; modifié)

Figure 3 : Zones humides du bassin septentrional du Lac Tchad

² Superficie obtenue avec le logiciel MAPINFO

II.1.1.1- Les zones humides à eaux courantes

Les zones humides à eaux courantes sont constituées des cours d'eaux à écoulement permanent (Logone et Chari qui sont les seuls du bassin du Lac Tchad) et de nombreux Mayos dont l'écoulement est saisonnier ou temporaire.

a)- Le Logone

Avec une longueur d'environ 950 km, le Logone prend sa source à Baïbokoum après le confluent de la Vina Nord et la Mbéré. Il sert ainsi de frontière entre le Cameroun et le Tchad dans la dernière partie de son cours et se jette dans le Chari à Kousseri (figure 3). Son débit moyen en crues (saison de pluies) est d'environ 1800 m³/s et de 850 m³/s en saison sèche (MINEE, 2004). Entre Baïbokoum et Bongor où il rejoint la frontière du Cameroun, la superficie de son bassin versant est de 73 700 km² et il s'enrichit du Lim, de la Nya et de la Pende. Le Logone entre ensuite dans la vaste plaine d'inondation du Lac Tchad. Dans cette partie, l'hydrographie est essentiellement constituée des effluents dont les principaux sont le Guerléou et le Logomatia qui dérivent une partie des eaux vers les plaines d'inondation (figure 3). Tout au long du Logone on observe de vastes forêts de rôniers notamment dans les environs de Djafga et dans l'arrondissement de Logone-Birni.

La pêche y est très pratiquée et c'est le lieu de prédilection des espèces de poisson des familles des *Characidae* (sardines, brochet), des *Citharinidae* (raie), *Cyprinidae* et *Schilbeidae*. On signale également la présence d'hippopotames, de tortues d'eau, de crocodiles, de serpents boa et de crevettes.

b)- Le Chari

Le fleuve Chari, long de 1200 km, coule d'abord en République centrafricaine et au Tchad. A partir de Ndjamena, il devient un cours d'eau qui marque la frontière entre le Cameroun et le Tchad (figure 3). Le Chari représente 80% des apports en eau du Lac Tchad. En aval de N'Djamena et Kousseri, le Chari au moment de la crue (octobre-novembre), pénètre dans les terres par l'intermédiaire de défluent dont le plus important est le Serbewel qui se jette dans le Lac Tchad à l'aval de Makary au Nord-Ouest de Ngouma (figure 3). Ces cours d'eau regorgent d'un potentiel piscicole important et les espèces les plus rencontrées sont : *Heterotis niloticus*, *Synodontis sp*, *Hydrocyon sp*, *Clarias sp*, *Tilapia*, *Alestes sp*, *Mormyrus sp*, *Gnatonemus sp*, *Petrocephalus sp* (UICN et CBLT, 2007). En saison sèche, on y observe d'innombrables oiseaux d'eau en quête de fraîcheur et de nourriture.

c)- Les Mayos

Les Mayos sont des cours d'eau temporaires issus principalement des Monts Mandara. Ils ne rejoignent jamais le Logone et se perdent dans les Yaérés par des deltas où ils abandonnent toute leur charge solide. Les principaux Mayos qui franchissent le cordon dunaire sont, du Nord au Sud, les Mayos Kérawa, Kolofata, Ngassawé qui débouchent dans la plaine de Mora, les Mayos Mangafé, Ranéo, Motorsolo, Kaliao, Tsanaga et Boula qui parcourent la plaine du Nord-Diamaré

(figure 3). Les Mayos Tsanaga et Boula constituent ainsi les plus importants de la région ; ils coulent généralement entre les mois de juin et octobre et leurs apports représentent plus du double de ceux des autres Mayos réunis. L'Elbeid et le Serbewel se jettent dans le Lac Tchad au Nord de la plaine (figure 3).

II.1.1.2- Les zones humides à eaux stagnantes et inondables

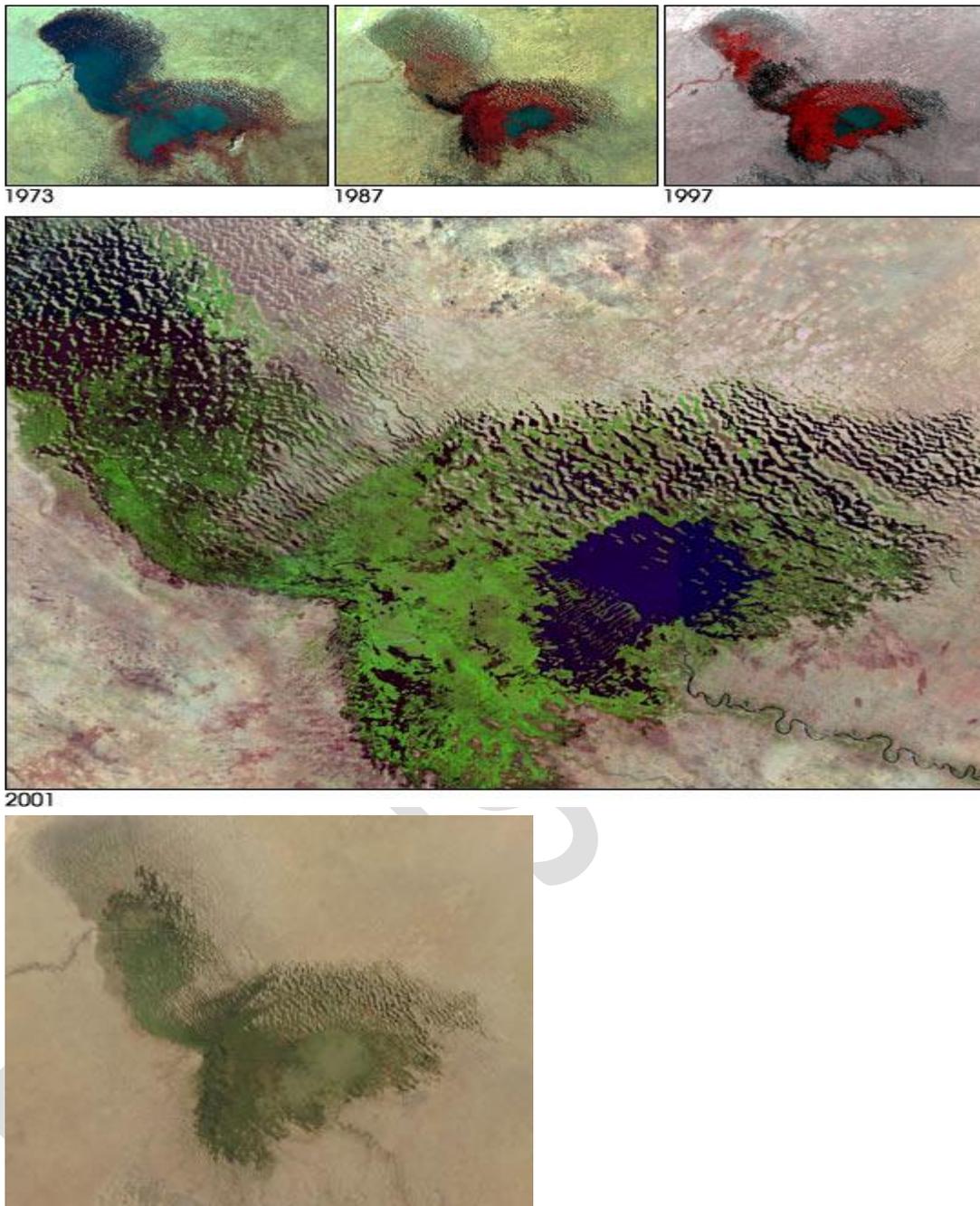
La partie septentrionale du bassin du Lac Tchad présente plusieurs lacs tels que le lac Tchad, le lac de Maga, le lac fianga (Mayo – Danay) et le lac de Goumlaye (Mayo – Kani). Il y'a également la plaine d'inondation de Waza Logone ou Yaérés, le delta du Chari et de nombreuses mares telle que la mare aux caïmans à Lara (Mayo – Kani).

a)- Le lac Tchad

Le lac Tchad est une vaste étendue d'eau douce, situé en bordure Sud du Sahara. Il s'étend plus précisément au Nord du Cameroun, au Sud – Est du Niger, au Nord – Est du Nigéria et au Sud – Ouest du Tchad (figure 3). C'est le quatrième grand lac africain après les lacs Victoria, Tanganyika et Nyassa. Sa faible profondeur (1,5 m en moyenne et 7 m au maximum), le rend fragile et très dépendant des fluctuations saisonnières. A cet effet, il s'est considérablement réduit pendant les quatre dernières décennies (figure 4). Dans les années 1960, Il couvrait au Cameroun un secteur de plus de 26 000 km². En 2000, il était tombé à moins de 1700 km². Sa superficie actuelle est d'environ 2500 km² pour un volume d'eau variant entre 30 et 100 milliards de mètres cubes (figure 4).

En situation moyenne, les apports au lac Tchad sont de l'ordre de 50 milliards de m³ dont 87 % d'eau proviennent des écoulements du Chari (79 %), Serbewel (4 %), Elbeid (3 %) et Komadougou Yobé (1 %) et, 13 % par les précipitations directes sur le plan d'eau du lac. Les pertes au niveau du lac Tchad sont estimées à environ 2,3 mètres d'eau par an, essentiellement par évaporation mais dans une proportion non négligeable par infiltration (CBLT et FEM, 2005 ; UICN et CBLT, 2007 ; CBLT et UE, 2007).

La navigation y est actuellement impossible et afin de palier à ce problème, la Commission du Bassin du Lac Tchad (CBLT) étudie le projet de transférer les eaux du bassin du Congo (Oubangui) vers le bassin du Lac Tchad (Encadré 1). Toutefois, il faut signaler qu'après le recul du lac au cours des années 1970 – 1980, on observe à présent une forte installation des populations sur les terres émergées. Les zones exondées en bordure du lac Tchad sont recouvertes par une végétation de « hardé » ou « Naga ». Parmi les différentes herbes qui colonisent le lac et la zone marécageuse, on peut citer *Echinochloa pyramidalis*, *phragmites* et *cyperus papyrus*, *Herminiera elaphroxylon* (CBLT et FEM, 2005 ; UICN et CBLT, 2007). Le lac héberge également des crocodiles, des hippopotames et de nombreux oiseaux.

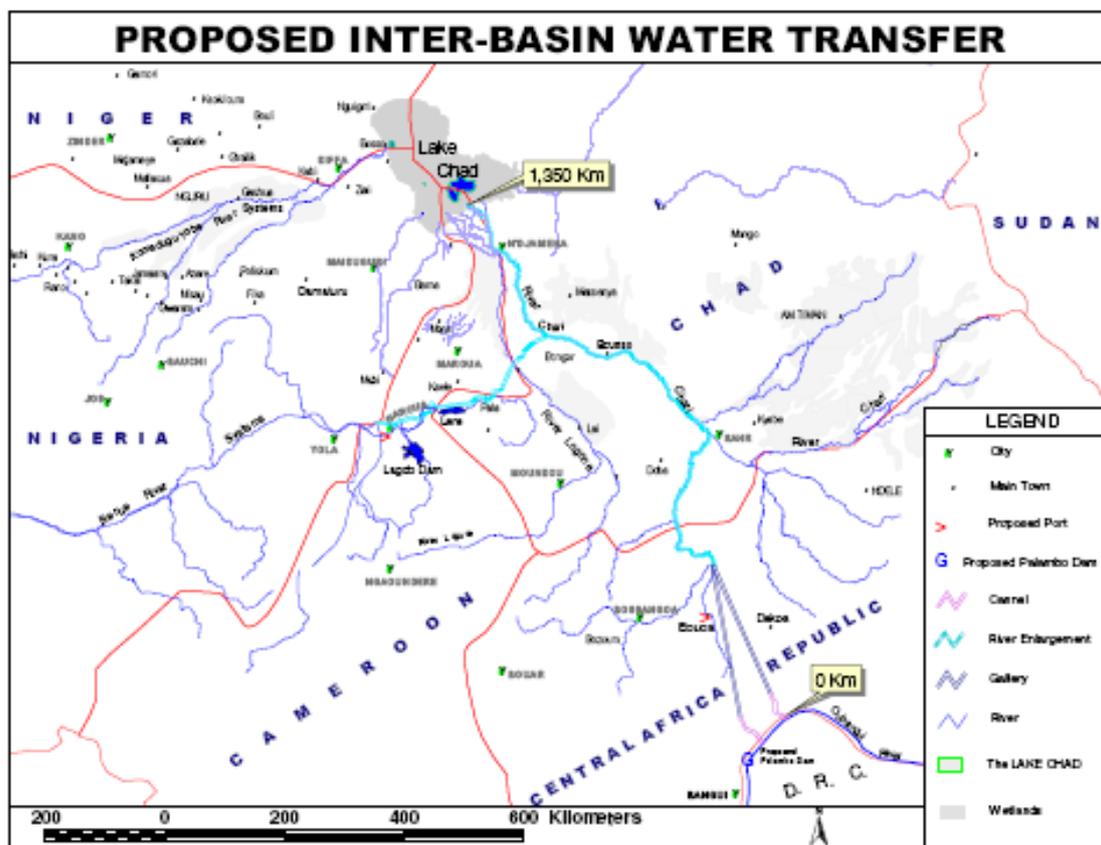


5 mars 2007
 (Source : NASA, 2007)

Figure 4 : Evolution du lac Tchad de 1973 à 2007

Encadré 1 : Projet de transfert des eaux interbassin Oubangui-Chari-Niger

La commission du Bassin du Lac Tchad (CBLT), créée en 1964 et qui regroupe les Etats riverains (Tchad, Niger, Nigeria, Cameroun et désormais la RCA), étudie actuellement le projet de transférer de l'eau du bassin de l'Oubangui vers le bassin du Chari à travers un tunnel de 184 Km qui relierait l'Oubangui à la Fafa puis à l'Ouham puis au Chari et jusqu'au lac Tchad. Une liaison entre le Chari et la Bénoué serait également réalisée, reliant entre autres le bassin du Congo, le bassin du Lac Tchad et le bassin du Niger. Soit un transfert sur 1350 km de long (figure 5). Un projet considérable dont il faut au préalable évaluer les conséquences (CBLT et UE, 2007 ; Wikipédia, 2007).



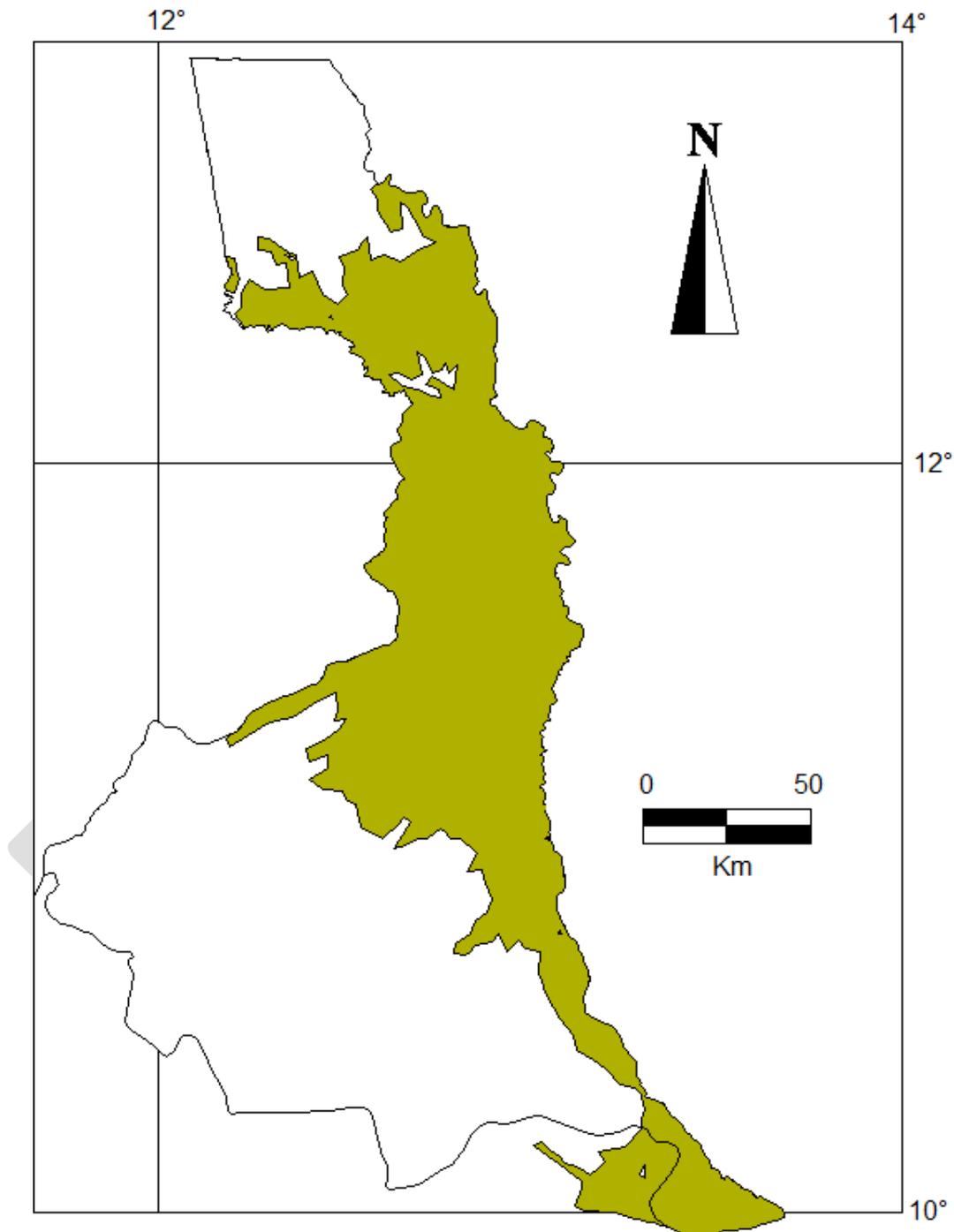
(Source : CBLT et UE, 2007)

Figure 5 : Tracé du projet de transfert inter bassin Oubangui-Chari

b)- La plaine d'inondation de Waza - Logone ou "Yaérés"

Les "Yaérés" ou plaines périodiquement inondables sont situés dans la région de l'Extrême Nord et couvrent une superficie comprise entre 8 000 et 10 000 km² (figure 6). Cette zone érigée site RAMSAR en février 2006 est limitée au Nord par le Lac Tchad, au Sud par le cordon dunaire Yagoua – Limani, à l'Ouest par les Monts

Mandara et à l'Est par le Logone. Les Yaérés représentent une zone vitale pour une population de plus de 100000 âmes et abritant une biodiversité d'importance régionale et internationale (ACEEN, 2007). Les Yaérés sont soumis à des inondations fréquentes qui peuvent atteindre 1 m à 2 m de profondeur en saisons de pluies et sont généralement couverts par des prairies graminéennes (figure 7).



(Source : Banque de données SIG de l'Autorité du Bassin du Niger)

Figure 6 : Zone couverte par les Yaérés dans le bassin du Lac Tchad



Figure 7 : Prairies graminéennes dans les Yaérés

La composition de ce tapis graminéen se modifie suivant la nature du sol, la hauteur ou la durée de la submersion. Dans tous les cas selon Letouzey (1968) cité par l'UICN et CBLT (2007), les espèces caractéristiques sont : *Echinochloa pyramidalis* et *Vetiveria nigritana*. En seconde position, on retrouve *Oryza barthii* et *Hyparrhenia rufa*. Les autres espèces sont entre autres : *Acroceras amplexans*, *Andropogon gayanus*, *Brachiaria deflexa*, *Chloris lamproparia*, *Chloris pilosa*, *Cyperus spp.*, *Echinochloa colona*, *Echinochloa spp.*, *Digitaria spp.*, etc. Sur des endroits qui gardent de l'eau pendant plus longtemps (mares, chenaux d'écoulement), il se développe une flore éphémère caractéristique des plantes aquatiques émergentes (*Aeschynomene crassicaulis*, *Aponogeton subconjugatus*, *Eichhornia natans*, *Nymphaea lotus*, *Nymphaea rufescens*) ou immergées (*Ammania sp.*, *Hygrophila sp.*). Aucune espèce du genre *Typha* n'apparaît sur les listes. La gomme arabique est collectée autour du Parc National de Waza et dans les Yaérés. L'ensemble de la région offre un cadre propice pour les oiseaux d'eau en provenance d'Europe qui viennent séjourner pendant la période hivernale.

c)- Le lac de Maga

Le lac de Maga (situé dans la localité de Maga, région de l'Extrême Nord), est une vaste étendue d'eau, très poissonneuse d'environ 500 millions à 600 millions de m³ (figure 3). Il est né de la construction du barrage de Maga en 1979 qui avait pour but le développement de la riziculture irriguée dans la région (Encadré 2). Le lac de Maga couvre une superficie d'environ 12.000 ha en juin et environ 36.000 ha en octobre et est principalement alimenté par le Mayo-Tsanaga et le Logone (CBLT et FEM, 2005 ; UICN et CBLT, 2007). La retenue de Maga a sensiblement contribué au dysfonctionnement écologique et à la dégradation socio – économique de la plaine du Logone (Encadré 2).

Encadré 2 : Le barrage de Maga et son impact sur l'environnement

Le barrage de Maga a été réalisé dans le cadre du projet hydro-agricole SEMRY-II "Société d'Expansion et de Modernisation de la Riziculture de Yagoua" et afin de maîtriser les crues du fleuve Logone. Il est soutenu par une digue longue de 27 km entre Pouss et Guirvidig pour une hauteur moyenne de 4 m. En raison des difficultés financières de la SEMRY et des problèmes que rencontrent les populations dans la maîtrise des nouvelles techniques culturales, la fonction première de cet ouvrage n'est pas remplie. Quand les volumes d'eau apportés par les cours d'eau ne peuvent pas satisfaire à eux tous seuls les besoins de la retenue, un volume d'eau complémentaire est prélevé du Logone par un canal aménagé au niveau de la localité de Djafga. Les crues de la retenue sont évacuées par un canal de 10 vannes à travers le Mayo Vrick (figure 8). L'ouverture de ces vannes constitue de nos jours un grand danger pour la ville de Maga. Le canal de conduite des eaux évacuées est mal entretenu et se trouve obstrué par des dépôts de sédiments sur lesquels s'est développée une dense végétation herbacée avec l'installation de *Typha sp* (figure 9) (UICN et CBLT, 2007).

La retenue de Maga a sensiblement contribué au dysfonctionnement écologique et à la dégradation socio – économique de la plaine du Logone. Cette tendance, qui a été accentuée par une baisse généralisée de la pluviosité dans la zone soudano – sahélienne, a provoqué de nombreux phénomènes dont les plus marquants sont :

- i) diminution des surfaces inondées d'environ 60 %;
- ii) déplacement d'environ 10 000 personnes (Sighomnou *et al.*, 2002) ;
- iii) perte de pâturage de bonne qualité ;
- iv) baisse des rendements de pêche de plus de 90 % avec pour conséquence le détournement des pêcheurs vers d'autres activités comme le braconnage (Noordji, 1988) ;
- v) divagation des animaux sauvages, en dehors du Parc National de Waza, entraînant des dégâts matériels et même humains ;
- vi) prolifération des canaux de pêche et la baisse de la biodiversité végétale (Saleh *et al.*, 1997).



Figure 8 : Vannes du barrage de Maga s'ouvrant sur le Mayo Vrick



Figure 9 : "Tai-Tai» (*Typha sp.*) près des vannes alimentant le Mayo Vrick

Selon les travaux de Tarla et Mvondo (2003) cités par l'UICN et CBLT (2007), la pêche est l'une des principales activités dans le lac de Maga. Plus de 56 espèces de poissons y sont capturées dont les principales sont *Clarias*, *Tilapia*, *Mormyrus*, *Gnatonemus*, *Heterotis*, *Synodontis*, *Bagous*, *Auchenoglanis*, *Lates*, *Hydrocynus* et *Chrysichthys*.

d)- Le delta du Chari

Le delta du Chari se situe dans la zone la plus septentrionale du pays, comprise entre Kousseri et le Lac Tchad (figure 3). Il est caractérisé par une pente généralement très faible composée d'une partie continentale et une partie lacustre qui couvrent une superficie totale d'environ 463.000 ha.

La présence d'eau dans le delta du Chari attire de plus en plus les populations riveraines dont les activités sont tournées vers la pêche, l'élevage et l'agriculture. Cette forte pression anthropique entraîne un appauvrissement de la flore surtout des zones exondées et la dégradation des sols qui se transforment en hardé (CBLT et FEM, 2007).

e)- Les barrages et les mares

Dans le bassin du Lac Tchad, les principaux ouvrages de captage des eaux sont constitués de forages, puits, mares et barrages confondus :

- les barrages de retenue d'eau sont au nombre de 18 sur lesquels 13 sont fonctionnels et 05 non fonctionnels. Les plus importants sont les retenues de Maga dont le volume est d'environ 625 millions de m³, Mokolo avec 5 millions de m³ d'eau environ, Chidifi (5 millions de m³), Tourou (804 000 m³ d'eau environ) et Oumbéda (144 000 m³ d'eau environ) ;
- les mares réalisées par différentes structures de la place à l'instar du Ministère de l'Elevage, des Pêches et des Industries animales (MINEPIA). On dénombre 71 mares sur lesquelles 66 sont fonctionnelles et 05 non fonctionnelles (MINEE et SNV 2007).

II.1.2- Le bassin méridional du Lac Tchad

La partie méridionale du bassin du Lac Tchad est située dans l'Adamaoua entre les longitudes 13°24' et 15°35' Est et entre les latitudes 6°36' et 8°19' Nord. Elle a une superficie d'environ 21 670 km²⁽³⁾. On y distingue principalement deux zones humides à eaux courantes que sont la Vina du Nord et la Mbéré (figure 10).

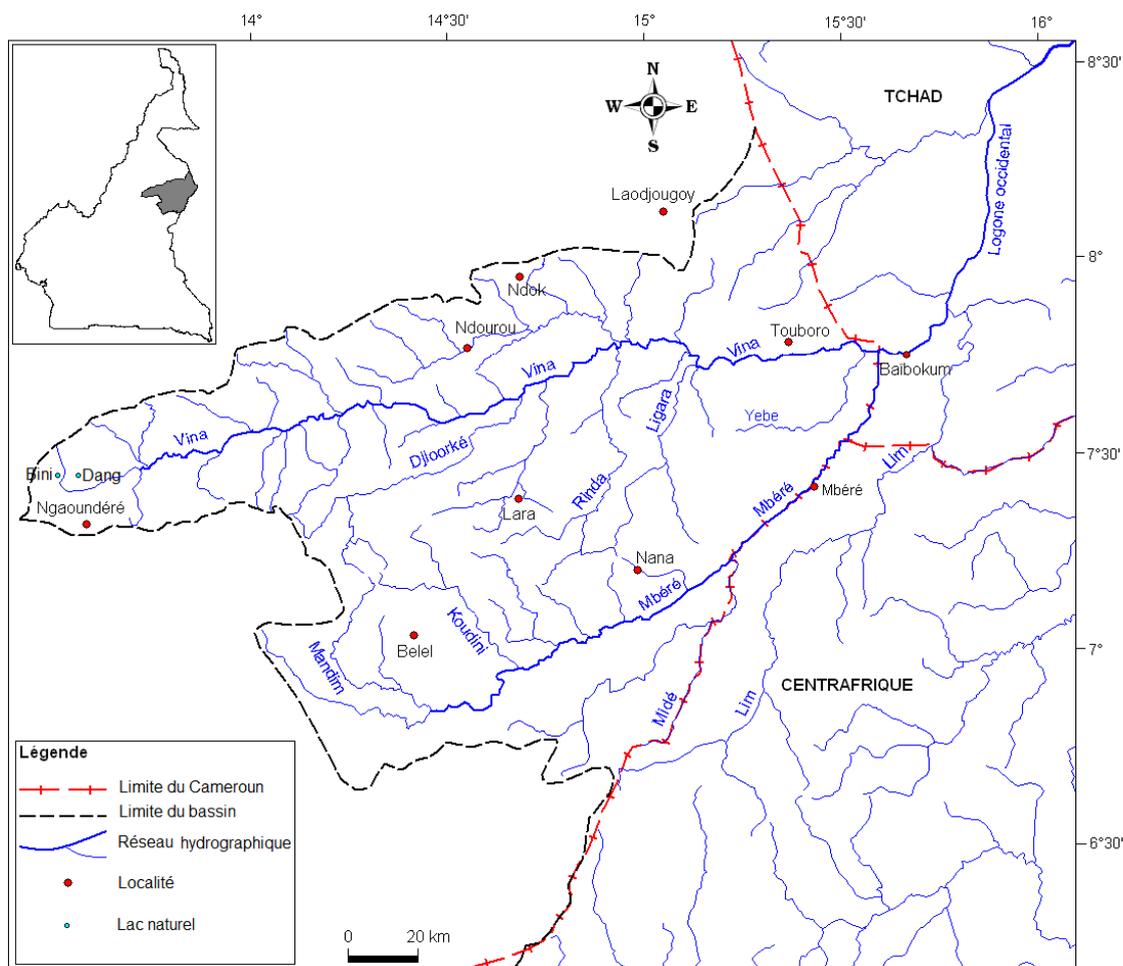
II.1.2.1- Les zones humides à eaux courantes

Le bassin méridional du Lac Tchad comprend deux cours d'eau principaux : la Vina Nord et la Mberé.

a)- La Vina–Nord

Elle prend sa source dans le massif de l'Adamaoua (région de N'Gaoundéré) au niveau du massif de Ngaou Djam à 1435 m d'altitude. Elle a un débit moyen annuel de 143 m³/s. Après les sites hydrauliques de Warak son cours traverse plusieurs zones de marécages dont le plus important est le Lac Bini et de nombreuses chutes et rapides tels que les rapides de Saoumbaï (à 180 km de sa source) et les rapides et chutes du Sahao (à 302 km avant le confluent avec la Mbéré). La végétation est celle des régions soudano-zambézienne (Letouzey, 1986).

³ Superficie obtenue avec MAPINFO



(Source : Olivry, 1986 ; modifié)

Figure 10 : Zones humides du bassin méridional du Lac Tchad

b)- La Mberé

Elle prend sa source au Nord de Meiganga à 1080 m d'altitude et constitue le drain du "fossé tectonique de la Mbéré". Sa longueur totale est d'environ 250 km et son débit moyen annuel est de $110 \text{ m}^3/\text{s}$. Elle reçoit en rive droite un affluent important le Ngou par une série de chutes et rapides étalées sur une distance de 200 à 300 m représentant un potentiel hydroélectrique intéressant. Les plus belles sont les chutes de Lancrenon. Après ce confluent, son lit s'élargit et franchit les chutes Karioka (15 m de hauteur) et celles de Ho (13 m) avant de rejoindre la Vina. En rive gauche et de l'amont vers l'aval, les plus importants affluents sont la Mambaka, le Mandim, la Koudini et le Touldoro (figure 10).

II.1.2.2- Les zones humides à eaux stagnantes et inondables

La partie méridionale du bassin du Lac Tchad n'a pas de zones humides à eaux stagnantes importantes. Cependant, il existe quelques zones marécageuses liées aux zones de bas fonds et les lacs Bini et Dang situés au niveau de la zone source de la Vina – Nord (figure 10).

II.2- Le bassin du Niger

Le bassin versant du Niger s'étend de la République de Guinée (Afrique de l'Ouest) au Cameroun (Afrique Centrale), en passant par la Côte d'Ivoire, le Ghana, le Togo, le Bénin et le Nigeria. Il a une superficie théorique de 1 500 000 km² avec 300 000 km² appartenant au désert (Olivry, 1986). Il est représenté au Cameroun par le bassin de la Bénoué qui se subdivise en deux parties distinctes : une partie tropicale (partie septentrionale) située au Nord et une partie sub-équatoriale (partie méridionale) située au nord –Ouest.

II.2.1- Le bassin septentrionale du Niger

Avec un exutoire pris à la frontière entre le Cameroun et le Nigéria, le bassin septentrional du Niger s'étend entre les longitudes 11°47' et 15°48' Est et les latitudes 6°49' et 10°51' Nord (figure 11). Il a une superficie totale de 95 000 km² avec 75 000 km² pour le territoire camerounais soit 78,95 % ; 18 000 km² pour le Tchad (18,95 %) et 2 000 km² pour le Nigeria (2,10 %). On y distingue les zones humides à eaux courantes (la Bénoué et ses affluents) et les zones humides à eaux stagnantes (la retenue d'eau de Lagdo, les vallées alluviales et les lacs).

II.2.1.1- Les zones humides à eaux courantes

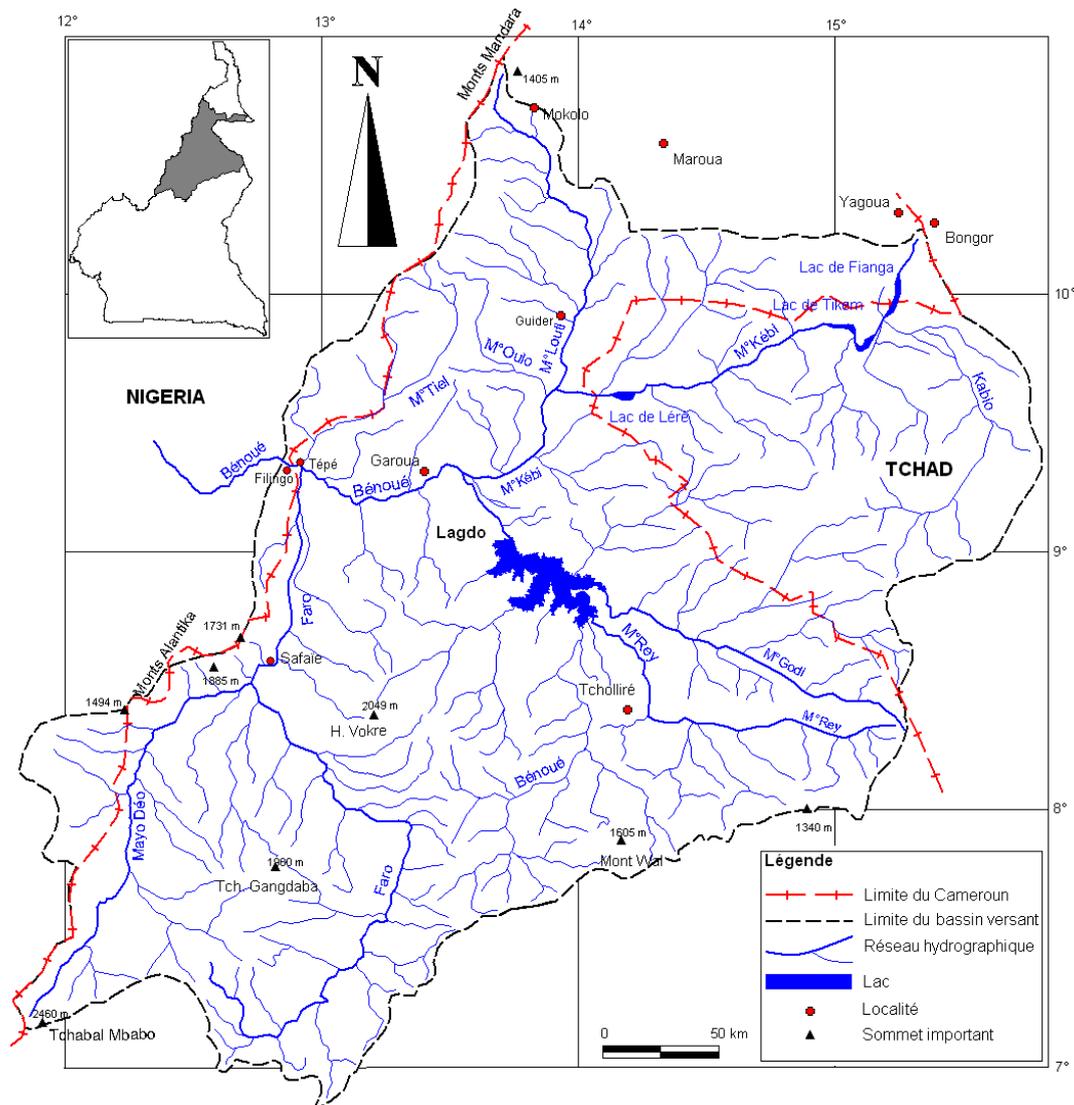
La partie septentrionale du bassin du Niger est drainée par la Bénoué et ses affluents dont les principaux sont :

- le Mayo Kébi (495 km) situé au Nord du bassin. Il est issu de la Kabia et du Mayo Louti ;
- le Faro (420 km) situé au Sud à la frontière nigériane. Il est issu du Faro supérieur en amont de Tchamba et du Mayo Déo (figure 11).

a)- La Bénoué

Le cours d'eau Bénoué est long d'environ 1400 km. Il prend sa source dans le massif de l'Adamaoua au Nord du Cameroun, puis se dirige à l'Ouest vers le Nigeria en passant par la ville de Garoua, avant de se jeter dans le fleuve Niger à Lokoja. Avec débit moyen annuel d'environ 360 m³/s à la frontière avec le Nigeria, sa longueur au Cameroun est de 390 km et peut être divisé en trois parties : la haute Bénoué, la moyenne Bénoué et la partie inférieure.

La haute Bénoué prend sa source sur le rebord septentrional du plateau de l'Adamaoua à environ 1300 m d'altitude et à quelques km seulement des virages de "la falaise". Elle traverse le Parc National de la Bénoué sur un lit rocheux où l'affluent le plus important en rive droite est le Mayo Oldiri. En quittant le parc national, elle entre dans la vallée de la Bénoué où elle reçoit le Mayo Rey et le Mayo Godi en rive droite, et le Mayo Mbay en rive gauche.



(Source : Olivry, 1986 ; modifié)

Figure 11 : Zones humides du bassin septentrional du Niger

La moyenne Bénoué est située en amont du barrage de Lagdo. Elle coule dans une large vallée avec des plaines de débordement, des méandres morts ou des mares qui restent en eau toute l'année. Vers l'aval de Lagdo, la pente reste faible et les zones de débordement peuvent aboutir à de vastes plans d'eau telle que le Vinede Douloumi qui couvre en rive droite plus de 1000 ha au droit d'Adoumri.

La partie inférieure du cours d'eau Bénoué est située en aval du barrage de Lagdo. Elle est caractérisée par une vallée bien marquée séparée des zones inondables par les bourrelets de berge.

Le bassin de la Bénoué est occupé par des formations végétales peu denses en particulier au cours de la saison sèche. La faune très riche et diversifiée comprend entre autres des espèces telles que le cob de buffon, le buffle, le badouin, l'éléphant et l'hippotrague.

II.2.1.2- Les zones humides à eaux stagnantes et inondables

Dans cette partie, on distingue la retenue d'eau de Lagdo, de nombreux petits lacs situés sur le Mayo Kébi, des vallées alluviales et des mares notamment la mare d'hippopotames de Tchollire.

a)- La retenue d'eau de Lagdo

Elle est située à 8°53' de latitude Nord et à 13°58' de longitude Est dans la région du Nord (figure 11). La retenue d'eau est née de la construction du barrage de Lagdo (Encadré 3). Elle couvre une superficie d'environ 600 km² et a une capacité d'environ 7,7 milliards de m³ d'eau dont 4.6 milliards utiles. Elle irrigue actuellement 1800 ha et 4600 ha à l'avenir. (Electricity Scope, 1994 ; MINEF, 1996).

Encadré 3 : Le barrage de Lagdo

Le barrage de Lagdo est situé sur la Bénoué à 50 km au Sud de la ville de Garoua. Il a été construit entre 1977 et 1982 avec la contribution d'ingénieurs et d'ouvriers chinois. Il fonctionne depuis 1983 et est constitué d'une digue principale zonée de 20 m de hauteur et 300 m de longueur. La hauteur de chute nette est de 20 m. La puissance totale installée est de 72 MW grâce à 4 groupes de 18 MW chacun. Sa construction avait pour but de couvrir la demande électrique du Nord et de permettre l'irrigation de 15 000 ha de cultures en aval (Electricity Scope, 1994).

Cette retenue d'eau est caractérisée par sa richesse ichtyque en amont du barrage qui attire une forte population. On y rencontre également plusieurs espèces animales.

b)- Les autres lacs

Les autres lacs de moindre importance par rapport à celui de Lagdo sont situés sur la partie amont du Mayo Kébi (figure 11), il s'agit des lacs de Kabia, Fianga, Tikem et de Léré.

c)- Les vallées alluviales

En aval des composantes hydrographiques de ce bassin, on observe de larges plaines alluviales marécageuses ou périodiquement inondées. Ces cours d'eau peuvent être rattachés à deux principaux types de vallées :

- la Bénoué en aval de Garoua et le Kébi en aval de Labare (Nadérés) appartiennent au type "sinueux". Le lit de leur rivière reste relativement étroit et profond et présente des méandres réguliers ;
- la Bénoué en aval de Lagdo (jadis en amont), et le Faro aval appartiennent au type "comblant". On observe ici des sections larges, et rectilignes avec des

hauts-fonds divisant le courant en chenaux instables ; le lit perd de sa profondeur et la tendance s'accroît si les berges sont facilement affouillables.

Ces larges plaines, périodiquement inondées et envahies par de vastes étendues herbeuses, sont assez comparables au paysage des Yaérés de la vallée du Logone. On y retrouve ainsi les mêmes traditions d'élevage (fourrage), de pêche (par retrait des eaux) et de cultures (sorgho de décrue).

II.2.2- Le bassin méridional du Niger

Le bassin méridional du Niger est situé au Sud du plateau de l'Adamaoua, au sein du Cameroun dit "humide". La portion camerounaise de ce bassin est localisée à l'ouest de la dorsale camerounaise entre les longitudes 9°24' et 11°12' Est, et entre les latitudes 5°46' et 7°09' Nord (figure 12). Sa superficie est d'environ 12900 km² dont 10100 km² pour le bassin de Katsina – Ala et 2 800 km² pour celui de Donga. Dans ce bassin, on distingue également les zones humides à eaux courantes (la Donga, la Katsina-Ala et la Menchum) et les zones humides à eaux stagnantes formées par de nombreux lacs.

II.2.2.1- Les zones humides à eaux courantes

Située à l'ouest de la dorsale camerounaise, la partie méridionale du bassin du Niger est drainée par deux principaux cours d'eau qui sont du Nord au Sud-Ouest du bassin, la Donga et la Katsina-Ala avec son principal affluent la Menchum (figure 12).

a)- La Donga

Le bassin de la Donga occupe une zone marginale au Nord de la province du Nord – Ouest (figure 12). Son principal collecteur (la Donga) longe la frontière avec le Nigeria. Le flanc Nord du plateau de Nkambé est drainé par ses affluents en rive gauche.

b)- La Katsena-Ala et son principal affluent la Menchum

La Katsena et la Menchum de longueur respective 160 et 145 km confluent à 15 km après la frontière du Cameroun. La Katsena draine la partie Nord du massif d'Oku et du plateau Kom, et l'Ouest de la région de Nkambé (figure 12). La pente est forte et le cours moyen de la partie camerounaise est une succession de rapides. La Menchum, principal affluent de la Katsena en rive gauche a un débit moyen annuel de 268,8 m³/s Elle comprend deux branches principales se rejoignant près de Mbengwi : l'Abi et la Mezam.

II.2.2.2- Les zones humides à eaux stagnantes et inondables

Dans cette partie on rencontre plusieurs lacs de cratères appartenant à la ligne du Cameroun. Ils sont très riches du point de vue biologique. On peut citer entre autres : le lac Nyos, le lac Oku à Elak, le lac Awing à Bamenda, le lac Batie à Bali, les lacs Wum et Benokuma dans le Menchum et le lac Bambalang dans le Nord Ouest. Les caractéristiques de ces lacs sont présentées dans le tableau 1.

Tableau 1 : Caractéristiques des lacs du bassin méridional du Niger

| Lac | Profondeur (m) | Superficie (10 ³ m ²) | Volume (10 ⁶ m ³) | Type |
|--------------|----------------|--|--|----------|
| Nyos | 208 | 1501 | 153,00 | Cratère |
| Benakuma | 138 | 1606 | | Cratère |
| Wum | 124 | 295 | | Caldeira |
| Enep | 78 | 320 | | Caldeira |
| Oku | 52 | 2271 | 71,60 | Caldeira |
| Kuk | 47 | 407 | | Caldeira |
| Elum | 35 | 285 | | Caldeira |
| Njupi | 17 | 271 | | |
| Assa | | 554 | | |
| Betolong | | 258 | | |
| Bambili-Nord | | 180 | | |

a)- Le lac Nyos

Le lac Nyos est situé sur la latitude 6°26'72"N et la longitude 10°17'66'. La surface des eaux se situe à l'altitude 1113 m. Profond de 208 m pour une superficie de 1501 km², le lac Nyos contient 153 x10⁶ m³ d'eau. Il est approvisionné en eau par le Sud et le déversoir se situe au Nord-Ouest. Une faille verticale dans les formations du socle forme la bordure du lac couverte d'une couche de cendres volcaniques. Les remparts Est et Nord sont un empilement des successions de lits de pyroclastites. A l'arrière plan, les eaux du lac sont supportées par une barrière de pyroclastites d'environ 20 m de hauteur actuellement en ruine (Eno B. et Konfor N., 2001).

Les lacs Nyos et Oku sont caractérisés par de concentrations fortes en CO₂. C'est ainsi qu'en 1986, il s'est produit sur le lac Nyos une explosion gazeuse qui a occasionné la mort de plusieurs riverains (Encadré 4).

Encadré 4 : La catastrophe du 21 août 1986 au lac Nyos

Le 21 août 1986, le lac Nyos avait dégagé environ 1 km³ de CO₂, tuant par asphyxie 1.746 personnes et des milliers d'animaux. Depuis janvier 2001, des scientifiques camerounais, japonais et français s'activent au dégazage de ce lac tellement saturé en gaz carbonique (CO₂) qui menace d'exploser à tout moment (figure 13).



Figure 13 : Système de dégazage artificiel du Lac Nyos

b)- Le lac Oku

Le lac Oku est situé au cœur de la province du Nord-Ouest du Cameroun ($6^{\circ}12'$ Nord – $10^{\circ}28'$ Est) à une altitude de 2 220 m. Il mesure 2 500 m x 1 950 m avec une profondeur maximale de 52 m et un volume d'eau de $71,6 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ d'eau. C'est un maar dont les remparts sont constitués de scories et de cendres volcaniques et recouverts d'une épaisse forêt montagneuse sur un sol épais qui est caractérisé par sa forte capacité de rétention des eaux. Après saturation, ces eaux réapparaissent sous forme de sources au pied des pentes donnant un réseau radial. Les teneurs en dioxyde de carbone dissous dans ce lac sont encore loin de causer des désastres comme ce fut le cas au lac Monoun en 1984 et du lac Nyos en 1986. Ceci est dû au fait que ce lac est peu profond et sa température est basse pour une haute altitude. Le lac Oku présente des risques d'inondation pour les habitants de Kikijem, Ibal Oku et Belo si ses remparts sont rompus lors d'une éventuelle éruption (Eno B. et Konfor N., 2001). En 1998, Kling a classé le lac Oku et le lac Bambuluwe situé un peu plus au Sud parmi les petits lacs instables du Cameroun. Ces surfaces réduites en eau sont attribuées à l'évaporation ou à la déperdition de la chaleur.

c)- Le lac Awing

Le lac Awing est localisé dans la dorsale volcanique camerounaise, précisément dans le Nord-Ouest et résulte d'une accumulation d'eau dans le cratère d'un volcan éteint. C'est une étendue d'eau partiellement stable qui abrite une faune aquatique très variée. Tout autour s'est développé une belle végétation qui est un habitat préférentiel de diverses espèces d'oiseaux. C'est également un espace favorable aux ballades et à l'écotourisme.

II.3- Le bassin de la Sanaga

Entièrement camerounais, le bassin versant de la Sanaga ($135\,000 \text{ km}^2$) s'étend du parallèle $3^{\circ}29'$ Nord au parallèle $7^{\circ}22'$ Nord, et du méridien $9^{\circ}38'$ Est au méridien $14^{\circ}54'$ Est (figure 14). Dans ce bassin on rencontre :

- les zones humides à eaux courantes représentées par la Sanaga et ses affluents dont le plus important est le Mbam ;
- les zones humides à eaux dormantes constituées de plusieurs lacs, des barrages et de nombreuses zones d'inondation ;
- les zones humides des domaines littoraux formées par l'estuaire de la Sanaga et la plage Yoyo.

II.3.1- Les zones humides à eaux courantes : le fleuve Sanaga

La Sanaga est le plus long fleuve du Cameroun. Elle mesure 920 km, et draine environ 135 000 km², soit plus de 25 % de la superficie totale du pays. Son débit moyen annuel est de l'ordre de 2 070 m³/s. Il présente trois divisions qui sont : le cours supérieur, le cours moyen et le cours inférieur.

a)- Le cours supérieur

La Sanaga encore appelée Djerem dans son cours supérieur, prend sa source au flanc de l'Adamaoua vers 1150 m d'altitude près de la route joignant Meiganga à N'Gaoundéré. Son lit majeur est une zone d'inondation large de 100 à 200 m où elle conflue avec la Vina et le Meng (figure 14). Dans la région de Bétaré-Oya, elle développe des méandres et traverse les chutes de Bangbel.

b)- Le cours moyen

La moyenne Sanaga commence dans la région de Goyoum, légèrement en aval du confluent du Lom et du Djérem. Elle s'étend jusqu'à Edéa et reçoit de nombreux affluents dont le plus important est le Mbam. La Sanaga est navigable après son confluent avec le Yong après avoir traversé plusieurs îles et des rapides à Ebaka. En amont du confluent de la Sanaga avec le Mbam et dans la zone d'Edéa ; le cours d'eau traverse de nombreuses chutes et rapides que sont :

- les chutes d'Etok Bekpwa ;
- les rapides de Nachtigal après le confluent avec la Ndjeke ;
- les rapides de Kikot en aval du confluent du Mbam dont toute la rive droite est inondable ;
- les rapides de Nkong Kwala en aval du pont de Kikot ;
- les chutes d'Eweng (7 m), de Kam (8 m), de Sakbayeme (10 m) reliées entre elles par une série de rapides ininterrompus dans la région de Sakbayeme.

En aval de cette région, se trouvent les rapides d'Herbert qui se terminent par les chutes de Song-Loulou et les chutes d'Edéa à Song – Dong. En aval de Song – Dong, sur la route d'Edéa, l'aménagement hydroélectrique d'Edéa utilise le dernier bief du cours d'eau.

Le Mbam (principal affluent de la Sanaga en rive droite) prend sa source, sous le nom de Mayo Mbamti, vers 1 850 m d'altitude, sur le flanc occidental du Tchabal Mbabo. Il est grossi le long de son parcours par une série de mayos plus ou moins torrentueux, descendant des Monts Gotel et Mambila. Il reçoit en rive droite le Noun, la Mapé et la Vi et en rive gauche le Kim et le Ndjim (figure 14). En aval du confluent

du Noun, le Mbam traverse une série de rapides et de petites chutes puis son lit s'étale, s'encombre d'îles et ses rives de plaines d'inondation.

c)- Le cours inférieur

Cette branche est relativement courte, elle fait 67 km du bas des chutes d'Edéa à l'Océan. En aval des chutes, la Sanaga a un lit large de 600 m environ ; il s'élargit en s'encombrant d'îles et de bancs de sable à l'étiage. Il est bordé par des terres basses, couvertes de forêt, plus ou moins bien drainées, où les lacs se multiplient. Progressivement la forêt fait place à la mangrove avec ses chenaux ou criques. En aval de Mouanko, la Sanaga se jette dans l'océan Atlantique par deux bras principaux séparés par une île de 12 km de long sur 2 km de large.

II.3.2- Les zones humides à eaux dormantes et inondables

Dans cette partie, on note la présence de nombreux lacs et des barrages réservoirs. Les faibles pentes des cours d'eau et la présence des plaines d'épandages entraînent la formation de nombreuses zones d'inondation telles que : dans la région de Tibati sur le Djerem et le Meng, à l'Est de Bétaré-Oya sur le Lom, la cuvette de la Ndjeke, les zones marécageuses du Noun et de nombreux petits marécages.

II.3.2.1- Les lacs

Dans le bassin de la Sanaga, on observe de nombreux lacs qui ont pour la plupart des valeurs touristiques et récréatives. Les principaux sont : les lacs Tison, Ossa, Forongain, Baleng, Monoun, Tchoua, Pêt-Ponoun, Mbalang et le lac municipal de Dschang.

a)- Le lac Monoun

Situé sur la latitude 5°35'N et la longitude 10°35'E, ce lac de cratère a une profondeur de 96 m, une superficie de 565.10^3 m^2 et contient un volume de 140.10^6 m^3 d'eau (Tableau 2). Le lac Monoun est le premier lac à avoir émis des gaz toxiques au Cameroun. En effet, en août 1984, ce lac a libéré un gaz toxique rampant d'une part vers le village de Njindoun et, d'autre part, vers les plantations au Sud faisant plusieurs victimes. Un car de marque Toyota Dyna transportant des vendeurs au marché de Kouoptamo a été ainsi surpris par un nuage de ce gaz qui a arrêté le moteur, immobilisant la voiture et les passagers sur le pont de la rivière Panki. Il y eut un seul survivant. Tous les ouvriers qui construisaient la case de passage près du lac Monoun ont été tués. Au total, il y eut 37 morts et la psychose et la peur demeurent toujours actuellement dans la mémoire des survivants et la population environnante (Encadré 5).

Tableau 2 : Caractéristiques des lacs du bassin de la Sanaga

| Lac | Profondeur (m) | Superficie (10 ³ m ²) | Volume (10 ⁶ m ³) | Type |
|-------------|----------------|--|--|----------|
| Gagouba | 104 | 103 | | Cratère |
| Monoun | 96 | 565 | 140 | Cratère |
| Nefo | 64 | 40 | | Cratère |
| Ngaoundaba | 62 | 29 | | Cratère |
| Bambuluwé | 58 | 184 | 7,20 | Cratère |
| Mfou | 58 | 76 | | Cratère |
| Mbalang | 52 | 399 | | Cratère |
| Baleng | 52 | 35 | | Caldeira |
| Ngouondam | 49 | 135 | | Cratère |
| Tizong | 48 | 44 | | Cratère |
| Negop Gbang | 23 | 66 | | Cratère |
| Mfouet | 14 | 85 | | Cratère |
| Baledjam | 13 | 204 | | Cratère |
| Pet-ponoun | 12 | 408 | | |
| Bambili-Sud | 4 | 417 | | Caldeira |
| Assam | | 1200 | | |
| Nkan | | 338 | | |
| Massot | | 50 | | |
| Menene | | 35 | | |
| Tchoua | | | | |

Encadré 5 : Catastrophe du 16 août 1984 au lac Monoun

Le 16 août 1984 le lac Monoun situé dans la région de l'Ouest du Cameroun et plus particulièrement dans le département du Noun avait dégagé une importante quantité de CO₂ asphyxiant ainsi 37 personnes sur sa rive orientale. Depuis le 13 février 2003, des scientifiques s'activent au dégazage des eaux faussement paisibles du lac et tellement saturé en gaz carbonique (CO₂) qu'il menace d'exploser à tout moment. Son système de dégazage est identique à celui du Lac Nyos. Le dégazage partiel du lac Monoun, qui contient environ 100 millions de m³ de dioxyde de carbone, était programmé pour une période de trois ans, à raison de 20 millions de m³ évacués chaque année, pour un coût total de près de 1,5 milliards de francs CFA (2,28 millions d'euros) financé par le gouvernement camerounais et les Etats-Unis.

b)- Le lac Tison

Le Lac Tison est à proximité de N'Gaoundéré sur la latitude 7°15'N et la longitude 13°35'E. Ce lac de cratère a une profondeur moyenne de 48 m et 300 m de diamètre environ. Il offre un lieu agréable de détente malgré la présence de Bilharzies dans l'eau. Selon la légende, les eaux de ce lac changeraient de couleur. Un ancien campement y est construit pour le repos des visiteurs.

c)- Les lacs Ossa

Les lacs Ossa sont sept lacs (tectoniques) situés à environ 8 m d'altitude au dessus du niveau moyen de la mer, dans le bassin inférieur de la Sanaga à Dizangué. Ils couvrent une superficie de 5 000 ha et appartiennent à la réserve de Douala – Edéa. La végétation tout autour est caractérisée par une forêt dense de basse altitude ; on y trouve une grande concentration de lamantins qui est actuellement menacée par les pressions anthropiques (CWCS, 2006).

d)- Le lac Baleng

Situé au nord de Bafoussam (latitude 5°33'N et longitude 10°25'E, le lac Baleng occupe un cratère de 800 m de large dans un cône à pentes faibles (30°) haut de 52 m, et large d'environ 1,2 km.

e)- Le lac dit Tchoua

Le lac Tchoua (10°39'E – 5°38'N) est un petit lac dont les eaux reposent au fond de la cheminée et de profondeur pas encore déterminée. Le cratère mesure environ 1 Km à sa base tandis que le lac proprement dit mesure 150 m de diamètre. Il est entouré d'une petite forêt montagneuse qui fait rapidement place à la savane ; ses remparts constitués de pyclasites (bombes, blocs, lapilli...) sont complètement couverts de savane en saison de pluies ; celle-ci est fréquemment détruite par les feux de brousse en saison sèche.

f)- Les lacs Pêt-Ponoun

Pêt-Ponoun signifie en langue Bamoun les jumeaux. Les lacs Petponoun encore appelés lac Gouendam sont situés dans la localité de Bankouop (latitude 5°38'N et la longitude 10°39'E) à environ 30 km de Foumbot. Ils sont constitués d'un lac femelle (à l'est) et d'un lac mâle (à l'ouest) séparés entre eux par un mur de pyroclstites. Le lac mâle est le plus important, le plus touristique (d'une centaine d'hectares) et le plus beau. Le ski nautique et la pêche sportive y sont pratiqués.

g)- Le lac municipal de Dschang

Le lac municipal de Dschang est traversé par un pont aménagé connu sous le nom de " pont de plaisir" à partir duquel il est possible d'observer les poissons (silures, tilapia et autres) et canards. Par temps chaud, un vent frais souffle du lac vers le pont et les visiteurs s'y reposent sur les bancs publics construits à cet effet. Tout autour on a une végétation très impressionnante constituée de bananiers, d'avocatiers, de manguiers, etc. La commune de Dschang et celle de Nantes pilotent un projet visant à transformer le lac de Dschang en un site touristique très attractif. Certaines disciplines sportives sont déjà pratiquées sur le lac, un musée est en cours de construction ainsi qu'une plage artificielle.

d)- Le lac Mbalang

Le lac Mbalang (latitude 7°19'N et la longitude 13°44'E) est un joli lac de cratère agrémenté en son centre par un îlot boisé. Il est situé à 22 km de Mbalang Djalingo à l'ouest de N'Gaoundéré.

II.3.2.2- Les barrages réservoirs

Du fait des cuvettes très importantes, le haut du bassin de la Sanaga est particulièrement favorable aux aménagements de régularisation dont les principales caractéristiques sont données dans le tableau 3. Ce sont les retenues d'eau de Mbakaou, Mape et Bamendjing qui en constituent une bonne illustration.

Tableau 3 : Caractéristiques des barrages de régulation du bassin de la Sanaga

| Barrage | Année de construction | Superficie du réservoir (ha) | Volume d'eau (10⁹ m³) | Utilité |
|----------------|------------------------------|-------------------------------------|--|----------------|
| Bamendjing | 1974 | 25 000 à 33 300 | 1,847 | Régulation |
| Mbakaou | 1969 | 1 700 à 32 000 | 2,6 | Régulation |
| Mapé | 1987 | 52 000 | 3,3 | Régulation |

(Source : Electricity Scope, 1994)

a)- Le barrage réservoir de Mbakaou

Situé sur le cours d'eau Djerem, le barrage réservoir de Mbakaou a été mis en service en 1971. Il a créé une retenue de 1700 ha (saison sèche) à environ 32.000 ha (saison des pluies). La capacité de la retenue est de 2,6 milliards de m³ (Electricity Scope, 1994).

b)- Le barrage réservoir de Bamendjing

Situé sur le cours d'eau Noun, le barrage réservoir de Bamendjing a été mis en service en mai 1974. Il a créé un lac artificiel dont la surface varie de 25.500 ha à 33.300 ha selon les saisons. La capacité de la retenue est de 1,8 milliards de m³ d'eau environ (Electricity Scope, 1994).

c)- Le barrage réservoir de la Mapé

Situé sur le Mbam, le réservoir de la Mapé a été mis en eau en Juillet 1987 et la première lâchure s'est effectuée en 1988. Il a créé un lac artificiel de 52.000 ha, avec une capacité de 3,3 milliards de m³ d'eau environ (Electricity Scope, 1994).

II.3.3- Les zones humides des domaines littoraux

Dans le bassin de la Sanaga, on distingue l'estuaire de la Sanaga et la plage Yoyo. Cette dernière est située le long des 100 km du littoral qui forme plus de 160 000 ha

dans la Réserve de Douala - Edéa (9°31' - 10°05'E, 3°14' - 3°53'N). La zone pourrait constituer un potentiel site touristique de par sa grande biodiversité. Les vastes plages qui offrent des sites de nidification aux cinq dernières espèces de tortues marines qui existent dans le monde.

II.4- Le bassin du Congo

Le bassin du Congo est réparti entre plusieurs pays que sont le Congo, la République Centrafricaine et le Cameroun. La partie camerounaise de ce bassin correspond au secteur Ouest du bassin versant de la Sangha. Elle est localisée entre les longitudes 11°49' et 16°12' Est et les latitudes 1°38' et 5°55' Nord avec une superficie de 93000 Km² (figure 15). Dans ce bassin, on retrouve principalement les zones humides à eaux courantes (Sangha, Kadéi et le système Boumba - Dja - Ngoko) et des zones humides à eaux dormantes dans les bas fonds.

II.4.1- Les zones humides à eaux courantes

Les eaux courantes de ce bassin sont réparties en deux systèmes : la Sangha et son affluent principal la Kadei et le système Boumba – Dja - Ngoko.

II.4.1.1- La Sangha et son principal affluent la Kadei

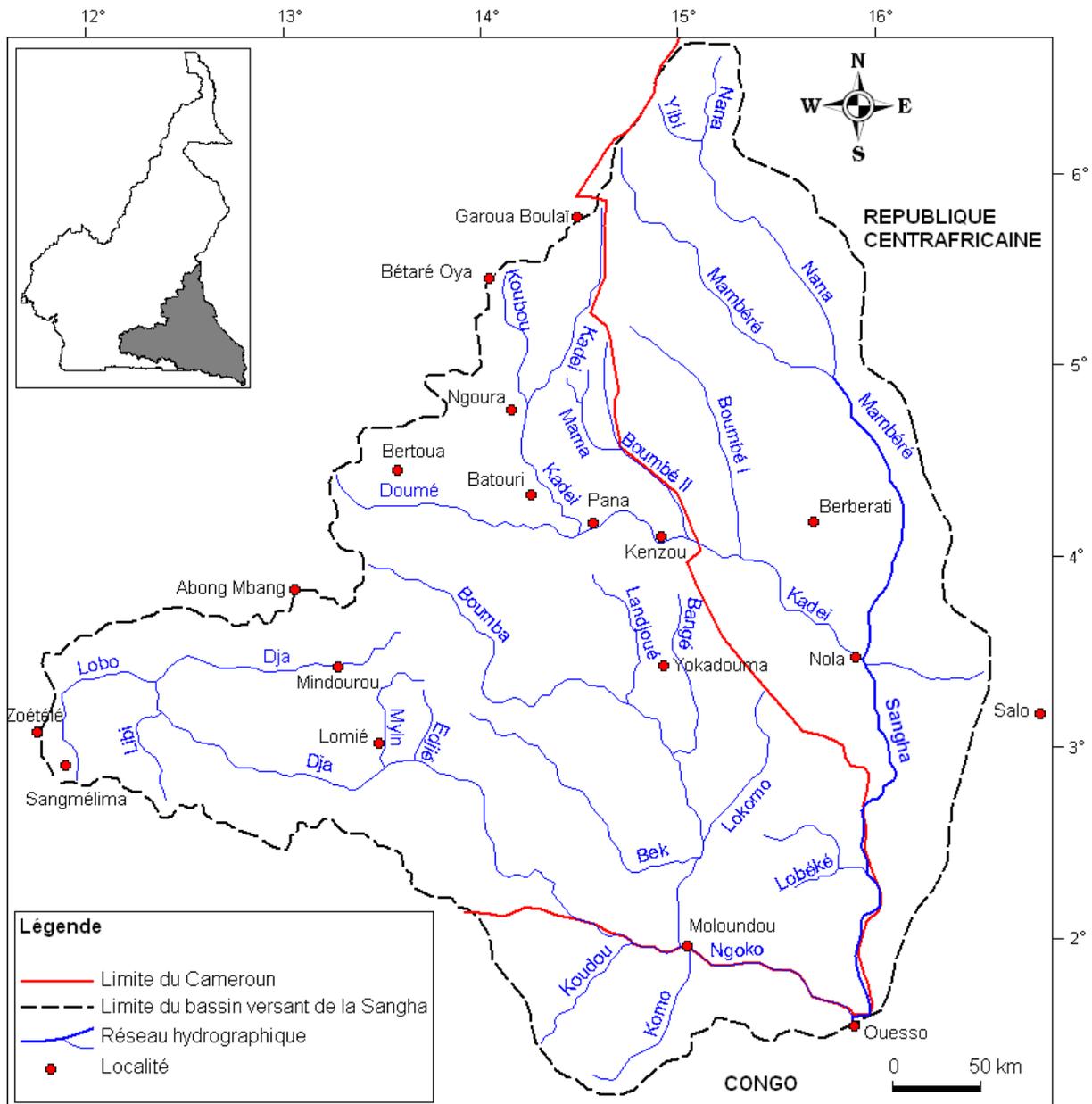
La branche majeure de la Sangha supérieure ou haute Mambere prend sa source à la frontière entre la Centrafrique et le Cameroun. A son confluent avec la Kadéi à Nola (Centrafrique) à l'altitude de 383 m, elle prend le nom de Sangha (figure 15). Le cours d'eau devient large et son débit augmente.

La Kadei prend sa source à environ 100 m d'altitude à Garoua - Boulai et délimite la frontière entre le Cameroun et la Centrafrique sur environ 80 km. Elle est longue de 570 km et a un débit moyen annuel de 247 m³/s. Elle reçoit en rive droite la rivière Oudou en aval de Ngoura et en rive gauche la Doumé à Mindourou et la Boumbé II en aval de Mindourou. A ce niveau, la physionomie du bassin est comparable à celle du Nyong supérieur.

II.4.1.2- Le système Boumba - Dja – Ngoko

La Ngoko par ses deux affluents le Dja et la Boumba draine un bassin versant de 67075 km². Elle prend naissance au Sud d'Abong-Mbang et au Nord de Lomié sous le nom de Dja (figure 15).

Le Dja dans son parcours vers l'Ouest reste parallèle au Nyong. Il effectue ensuite une rotation de 90° au niveau de la boucle du Dja et prend une direction ouest – est. En amont de Moloundou - ville, il reçoit la Boumba et prend le nom de la Ngoko qu'il garde jusqu'à son confluent avec la Sangha en amont de Ouesso. Sa densité de drainage est d'environ 0,40 km/km² et son débit moyen interannuel est de 420 m³/s.



(Source : Olivry, 1986 ; modifié)

Figure 15 : Zones humides du bassin du Congo

La Boumba l'un des affluents en rive gauche de la Ngoko, prend sa source également aux environs de Lomié au nord-ouest de celle du Dja. Elle a une longueur de 530 Km. Sa pente moyenne est de 0,79 m/km et sa densité de drainage de 0,38 km/km². Son débit moyen annuel est de 106 m³/s.

Dans le sous bassin constitué du système Boumba – Dja - Ngoko, on distingue des forêts ripicoles à *Uapaca heudelotii*, des forêts marécageuses à *Hallea* sp. ponctuées de clairières marécageuses à Cyperaceae, des palmeraies et des raphiales. C'est également le domaine de la réserve du Dja. Le paysage est riche et très diversifié en flore et faune. C'est le domaine des grands mammifères ; ceci est en grande partie lié au fait que la majorité de la zone est protégée ou est encore

située en dehors des zones d'action des chasseurs professionnels de viande de brousse, loin des routes et des rivières navigables. On y retrouve également de grandes variétés d'oiseaux, des reptiles, amphibiens et invertébrés.

II.4.2- Les zones humides à eaux stagnantes et inondables

Dans ce bassin, on rencontre de nombreuses zones inondables dans la zone située au confluent de la Doumé avec la Kadéï à Mindourou. On y trouve également de zones marécageuses dans les vallées et bas fonds de petits cours d'eau du bassin. Ces zones humides sont ainsi liées à la géomorphologie de la zone (plateau du Sud Cameroun) caractérisée par des versants convexo – concaves qui entourent des bas fond marécageux. Il faut signaler enfin la présence de vastes zones marécageuses dans la vallée du Dja à Mintom. Ces zones marécageuses constitueraient un handicap sérieux pour l'exploitation du calcaire de Mintom.

II.5- Le bassin des Fleuves côtiers

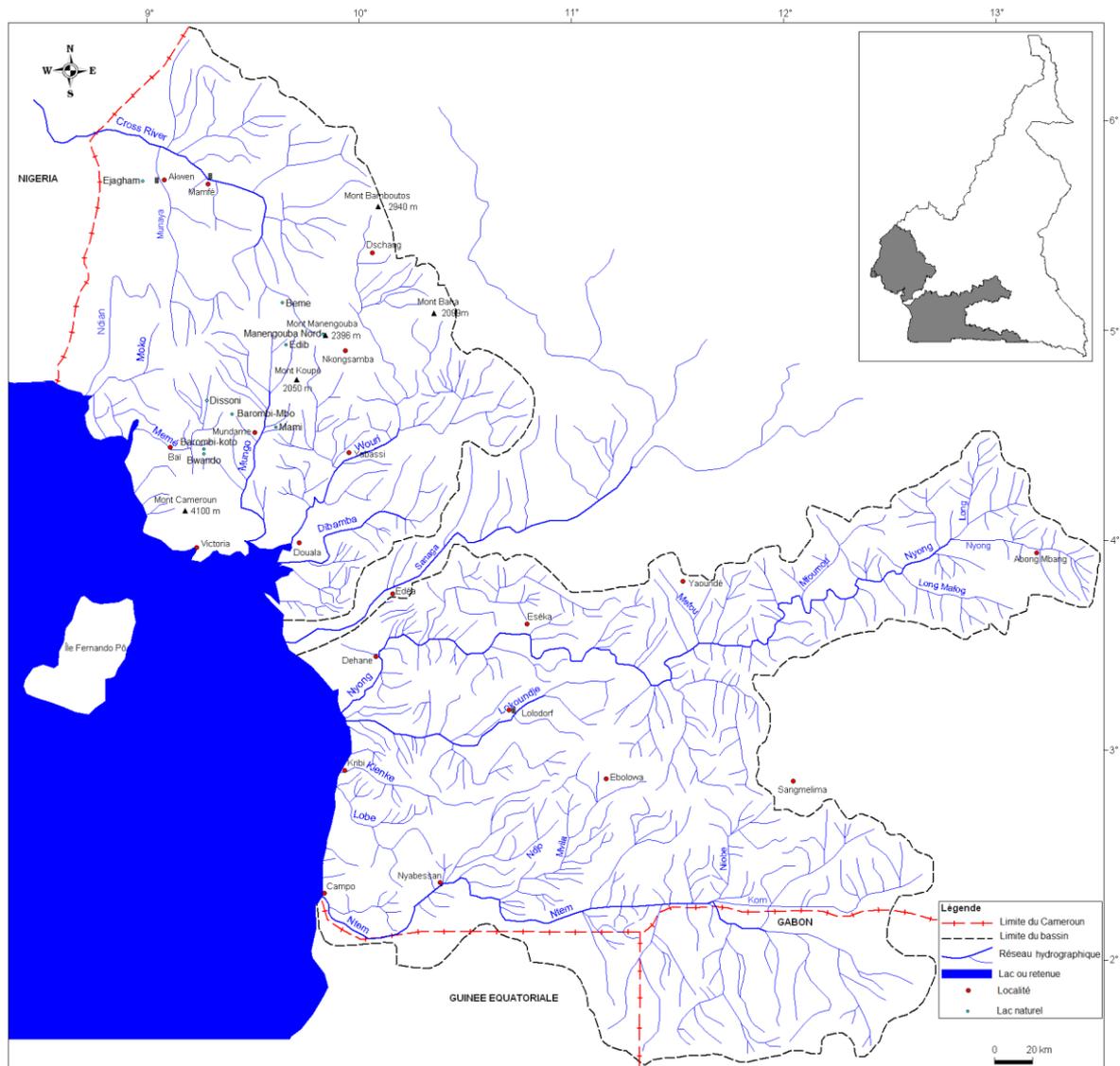
Le bassin des Fleuves côtiers est situé au Nord – Ouest et au Sud du bassin de la Sanaga (figure 16). Au Nord - Ouest du bassin de la Sanaga, il est compris entre les latitudes 3° 36' N et 6° 21' N, et entre les longitudes 8° 29' E et 10° 49' E. Cette partie nord couvre 45 000 km². Au Sud du bassin de 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 côtiers qui s'ouvre ainsi sur l'océan atlantique par une façade d'environ 400 km de longueur renferme plusieurs zones humides à eaux courantes, stagnantes et inondables.

II.5.1- Les zones humides à eaux courantes

Du Nord au Sud on distingue : la Cross River, l'Akwa Yafe, le Ndian, la Moko et la Meme, la Sanje, le Ndongo et l'Ombe River, le Mungo, la Dibamba, le Wouri, le Nyong, la Lokoundje, la Kienke, la Lobe et le Ntem (Annexe 1).

a)- La Cross River

Elle draine les régions Ouest de l'art montagneux de la dorsale camerounaise, entre le massif du Manengouba et les Monts Bamboutos, au Nord des Monts Rumpi. C'est un fleuve côtier dont une partie seulement du bassin amont se trouve en territoire camerounais. Son débit moyen annuel est d'environ 589 m³/s. Elle se jette par un estuaire à Calabar (Nigeria), dans le golfe de Guinée, après avoir drainé un bassin d'environ 75000 km², essentiellement nigérian. A 25 km en amont de Mamfé il est constitué de quatre tributaires à savoir : le Mbu, le Mfi, la Mainyu et la Meme.



(Source : Olivry, 1986 ; modifié)

Figure 16 : Zone humide du bassin des fleuves côtiers

b)- L'Akwa Yafe, le Ndiain, la Moko et la la Meme

Ces fleuves drainent respectivement la zone frontalière située entre le Nigéria et le Cameroun, les régions Nord de Mundemba, le versant Ouest des monts Rumpi et le flanc Nord du mont Cameroun et Sud des monts Rumpi. Ils parviennent dans la mangrove respectivement par les estuaires d'Akwa Yafe, du Rio Del Rey, andokat, Ngosso et Meme.

c)- La Sanje, le Ndongo et l'Ombe River

Ces fleuves sont situés respectivement à Idenau, à Tiko et à Ombe. Ce sont des petits torrents issus du mont Cameroun. Ils présentent des régimes hydrologiques qualitativement assez voisins mais quantitativement très variables suivant le versant drainé.

d)- Le Mungo

Situé à l'Ouest du Wouri, le Mungo prend sa source dans les monts Bakossi à 1755 m d'altitude. Il draine la région de Mundamé et rejoint la mangrove du Wouri après un parcours de 200 km. Son débit moyen interannuel est de 164 m³/s.

e)- La Dibamba

Le bassin de la Dibamba est situé au Sud du bassin du Wouri. Le fleuve Dibamba draine un bassin versant d'environ 2400 km² et traverse une région constituée de collines à l'Ouest de la Sanaga inférieure et de Ngambe au Sud de Yingui.

f)- Le Wouri

Le fleuve Wouri est le plus important de tous ces fleuves côtiers. Son débit moyen interannuel est évalué à 311 m³/s. Le bassin du Wouri à Douala (11700 km²) comprend un bief maritime important envahi par les marées qui se font encore sentir au-delà de Nono. Sa partie continentale est drainée par deux affluents principaux le Nkam et la Makombé. Actuellement, le Wouri connaît de sérieux problèmes de navigation dans son lit dûs à un alluvionnement important en aval de Yabassi et à l'envahissement des berges du cours d'eau par les macrophytes (figure 17).

g)- Le Nyong

Deuxième fleuve en importance au Cameroun après la Sanaga, il est entièrement situé en territoire camerounais et son bassin versant couvre une superficie de 27 800 km². Son bassin fluvial est repéré par les parallèles 2°48 et 4°32 de latitude Nord et les méridiens 9°54 et 13°30 de longitude Est (figure 17). Son cours principal a une longueur de 690 km et son débit moyen annuel est de 442 m³/s lorsqu'il se jette dans l'Océan Atlantique. Le cours d'eau Nyong, qui prend sa source au pied du mont Guimbiri dans la région d'Abong Mbang, est formé de deux zones : le Nyong amont aux pentes faibles et le Nyong aval aux pentes fortes marquées par des chutes et des rapides.



Figure 17 : Berges du Wouri envahies par la jacinthe

Le cours supérieur du Nyong (Nyong amont) va ainsi d'Abong-Mbang à Kaya. En amont de Mbalmayo, les principaux affluents en rive droite sont l'Afamba, le Mfoumou et la Mefou et en rive gauche, on a le Long-Mafog et le So'o. En aval du pont d'Olama, la pente du Nyong commence à s'accroître (jusqu'à 6,7 %), et ses sinuosités sont imposées par le relief.

Le cours inférieur du Nyong qui va de Kaya jusqu'à l'exutoire (océan Atlantique) est surtout caractérisé par une série de chutes et de rapides. On distingue : en aval de Kaya les chutes de Mpoume, la chute de Makaï (15 m de hauteur), les chutes de Milly, les chutes de Mouila-Moge, les chutes de Njock en amont du confluent de la Mville, les chutes de Mbombo Ngouima et une série de rapides après son confluent avec la Koumbala. Le Nyong traverse ensuite une dernière chute au village de Dehane qui lui permet de rejoindre la plaine littorale (sédimentaire) et de couler enfin dans un bief navigable jusqu'à l'Océan Atlantique, atteint à la crique de Batanga.

Dans le haut-Nyong se trouve une forêt inondable appartenant au massif forestier dense équatorial du domaine guinéo-congolais. Elle est colonisée par des espèces dites de prairies aquatiques telles qu'*Impatiens irvingii*, *Leersia hexandra*, *Rhynchospora corymbosa*, *Ludwigia erecta*, *Adenostema perrottetii*, *Cyclosorus striatus*, *Pistia stratiotes*, *Thalia welwitschii* qui sont associées à une formation dite de prairie aquatique à *Echinochloa stagnina* (Letouzey, 1986).

h)- La Lokoundje

Issue des contreforts Ouest du plateau Centre - Sud, le bassin versant de la Lokoundje couvre une superficie totale de 5200 km². Elle se jette dans l'océan à quelques kilomètres seulement de l'embouchure du Nyong après un parcours de 216 km. Son débit moyen annuel est de l'ordre de 28,2 m³/s. Le réseau hydrographique de son haut bassin (en amont de Lolodorf) est constitué de deux branches principales : la Lokoundje proprement dite à 436 m d'altitude et l'Akié venant du Sud - Est. A Bipindi (70 m d'altitude), elle franchit l'obstacle de la chaîne de Ngovayang (1090 m) et reçoit en rive droite la Mougue et en rive gauche la Tchangué. En aval de Bipindi il n'y a plus d'affluents importants, la Lokoundje traverse alors les derniers rapides à Elom avant de se jeter dans l'océan.

i)- La Kienke et la Lobe

Ces deux fleuves se jettent dans l'océan atlantique au niveau de Kribi. La Kienke plus au Nord par une succession de rapides dans le petit port de Kribi et la Lobé dont l'affluent principal est la Niète par les chutes directement dans la mer. Leur débit moyen annuel est respectivement de 49,2 et 102 m³/s.

j)- Le Ntem

Le Ntem draine un bassin versant de 31000 km² partagé entre trois pays : le Cameroun, le Gabon et la Guinée Equatoriale. Il prend sa source au Gabon. La branche majeure du Ntem a une longueur de 460 km et son débit moyen annuel est de l'ordre de 276 m³/s. Le haut-bassin, est semblable à celui du Nyong. Les premiers rapides sont observés en amont du confluent Ntem-Kom. En aval, les zones marécageuses sont encore présentes dans les bas-fonds des petits affluents, alors

que le cours du Ntem est entrecoupé de rapides séparant des biefs à très faible pente. De la localité de Ngoazik à celle de Nyabessan, le Ntem reçoit en rive gauche la Kié et le Rio Gouro et en rive droite la Mboro, la Mvila et la Biwoume avant d'être entrecoupé par les chutes de Menve'ele. Après ce bief il se divise en deux bras ; le Ntem et Bongola qui isolent l'île Dipikar (40 km de longueur et 16 km de largeur) et se rejoignent dans l'estuaire Rio Campo 8 km avant de se jeter dans l'Océan.

II.5.2- Les zones humides à eaux stagnantes et inondables

Dans le bassin des Fleuves côtiers, la plus importante zone inondable est la vallée du Nyong ; on distingue également la région de Ma'an, les zones marécageuses dans les bas-fonds des petits affluents en aval du Ntem et de nombreux lacs situés dans la zone volcanique du Cameroun.

II.5.2.1- La vallée du Nyong

Le bassin amont du Nyong est un écosystème diversifié en habitats (marécages, forêts inondables, forêt sur terre ferme...). Il couvre deux régions (Est et Centre) et va d'Abong - Mbang à Eséka, localité considérée comme limite du bassin amont (Amougou, 1986). Il est marqué par des pentes extrêmement faibles, globalement de 0,1/1000 entre Abong-Mbang et Kaya.

Des études récentes menées dans la vallée du Nyong (Aboueme, 2007) ont permis de collecter de nombreuses informations sur l'ampleur de l'invasion des plans d'eau et sur les types de macrophytes (figures 18 et 19).

Les eaux du Nyong renferment des poissons tels que *Heterotis niloticus* au voisinage d'Ayos et Akonolinga et moins à Abong-Mbang, Miende et Ngoulmakong. On rencontre les silures à Atok ainsi que *Claria* et *Hepsetus adoe* capables d'atteindre ou de dépasser 1 kg. Parmi les espèces déplorées par les pêcheurs lorsqu'ils évoquent la perte de la biodiversité ichthyologique dans la plupart des points de pêche, il y a le *Tilapia*, poisson pourtant herbivore. Cette vaste zone marécageuse est le siège d'une évapotranspiration intense et des dépôts des matériaux issus des versants ce qui entraîne une eutrophisation du cours d'eau.

II.5.2.2- Les lacs

Dans le bassin des Fleuves côtiers, on rencontre de nombreux lacs qui peuvent être volcanique ou anthropique. Les lacs volcaniques (de cratère) sont surtout situés dans le bassin des Fleuves côtiers au Nord - Ouest de la Sanaga. Ceux-ci appartiennent à la ligne du Cameroun et on peut citer entre autre les lacs Ejagham, Bene, Manengoumba, Edib, Dissoni, Barombi Mbo, Mami, Barombi-Koto, Bwando (figure 16 et Tableau 4).



Figure 18 : Colonisation du lit du Nyong par les macrophytes à Abong Mbang



Figure 19 : Tapis d'*Echinochloa* dans le lit majeur du Nyong à Ayos

Tableau 4 : Caractéristiques des lacs du bassin des Fleuves côtiers

| Lac | Profondeur (m) | Superficie (10^3 m^2) | Volume (10^6 m^3) | Type |
|----------------|----------------|-----------------------------------|-------------------------------|----------|
| Manenguba-Nord | 168 | 298 | 18,60 | Caldeira |
| Barombi-Mbo | 111 | 3972 | 272 | Caldeira |
| Manenguba-Sud | 93 | 60 | 3,40 | Caldeira |
| Dissoni | 81 | 1330 | 70,50 | Caldeira |
| Ejagham | 17 | 481 | | Cratère |
| Beme | 15 | 280 | | Cratère |

Le lac Barombi Mbô situé au Nord de la ville de Kumba dans la région du Sud – Ouest est le plus grand lac de cratère du Cameroun. Il est situé sur la latitude 4°39'05"N et la longitude 9°24'34"E et il a 306 m environ d'altitude. Ce lac a été érigé site Ramsar en 2006 de par sa grande richesse en espèces piscicoles.

Les principales espèces de cichlidés rencontrées sont : *Pungu maclareni*, *Konia eisentrauti*, *Kaunia dikune*, *Sarotherodon linellii*, *Sarotherodon caroli*, *Sarotherodon steinbachi*, *Myaka myaka*, *Sarotherodon lohbergeri*, *Stomatepia mariae*, *Stomatepia pindu*, *Stomatepia mongo*, *Sarotherodon g. galilaeus*, *Sarotherodon galilaeus*, *Sarotherodon g. galilaeu*.

Des lacs artificiels ou tectoniques sont également présents dans le bassin des fleuves côtiers au Sud de la Sanaga. Les plus importants sont entre autres :

- le lac de la Méfou situé sur la Méfou à la lisière de Yaoundé dont les rives sont constituées pour l'essentiel d'une végétation herbacée et arbustive très impressionnante ;
- le lac municipal de Yaoundé situé en plein centre de la ville dont la couleur verdâtre est due à la présence d'algues (tapis algal) ; il est caractérisé par un degré d'eutrophisation croissant à cause des rejets non traités de la cité Sic de Messa, des ministères et des habitations environnantes ;
- le lac d'Ebolowa, etc.

II.5.3- Les zones humides des domaines littoraux

La proximité du bassin des Fleuves côtiers avec la côte influence le paysage. Ce dernier est constitué de forêts de mangroves, des plages (Youpwé à Douala, Manoka, Mouanko, Limbe, Kribi, Idenau, Ndian...), des îles (Manoka et Ndian) et beaucoup d'estuaires.

a)- Les mangroves

Le Cameroun est parmi les rares pays au monde avec des mangroves étalées sur environ 30 % de la côte atlantique. Elles sont réparties en trois blocs (Annexe 2) :

- Rio del Rey (218000 ha) dans la région du Sud-Ouest ;
- estuaire du Cameroun (180000 ha) dans la région du Littoral ;
- estuaire du Rio Ntem (2000 ha) dans la région du Sud.

Elles se développent également le long des fleuves sur des eaux saumâtres à douces lorsque les conditions géomorphologiques deviennent favorables (figure 20) (Din N., 2001 ; Ajonina G., 2007). Ce sont essentiellement des mangroves d'estuaire où le rhizophora rouge (*Rhizophora racemosa*) est l'espèce arborée dominante (90%), suivie par le rhizophora blanc (*Avicennia germinans*).

Ces mangroves sont très importantes du point de vue biologique, écologique et économique car elles protègent et soutiennent les ressources halieutiques et les populations côtières. En plus de leur rôle de protection de la côte contre l'érosion, elles servent de zone de peuplement et de frayère à au moins 80% de la faune aquatique (poissons et crustacés).



Figure 20 : Ecosystème de mangrove dans la zone côtière

Malgré ses fonctions, cet environnement est de plus en plus soumis à de fortes pressions anthropiques (pêche, exploitation forestière, pollutions diverses...) (figure 21) auxquelles s'ajoutent les effets des changements climatiques et l'érosion côtière (Annexe 2). Ainsi, pendant ces 50 dernières années on estime à plus de 30 % la surface de mangrove détruite au Cameroun (de 600 000 ha à 400 000 ha) (Commission Européenne, 2004).

L'exploitation des sablières (un millier de personnes environ exercent cette activité dans les mangroves de Youpwé à Mambanda) dégrade la mangrove et forme au fil du temps des zones à sable mouvant après l'exploitation. Elle est en outre sérieusement entamée par les diverses opérations d'aménagement des pouvoirs publics tels que l'extension du domaine portuaire vers la crique docteur, l'extension de la zone industrielle de Bonabéri et la construction projetée des ports en eau profonde de Kribi.



Figure 21 : Destruction de la mangrove pour le bois de chauffe

Conclusion

De par sa position géographique et sa proximité avec la mer, on distingue au Cameroun des zones humides à eau courantes, dormantes et celles des domaines littoraux. Avec une pluviométrie décroissante du Nord au Sud, ces zones humides sont inégalement réparties dans l'ensemble du pays. Dans la partie Nord, on a cinq cours d'eau à écoulement permanent (Logone, Chari, Bénoué, Faro et Mayo Kébi), de nombreux mayos à écoulement temporaire, les Yaérés et des lacs dont les plus importants sont Lagdo et Maga. Dans le Sud on dénombre de nombreux cours d'eau à écoulement permanent, plusieurs lacs de cratère (Nyos, Oku, Monoun...), de retenue (Bamendjing, Mapé, Mbakaou) et tectoniques (Ossa, Dissoni), des zones inondables et des plages.

Ces plans d'eau renferment des écosystèmes biologiquement riches et très variés, notamment dans la Sanaga, la Boumba et les fleuves côtiers. Les milieux lacustres sont également très riches du point de vue biologique, les lacs de cratères présentent la diversité la plus importante. Il faut en particulier noter le lac Barombi Mbo, très riche en espèces piscicoles endémiques. La faune piscicole des lacs et fleuves du sud du pays est très recherchée par les aquariophiles et fait l'objet d'un commerce international très peu contrôlé.

Ces zones humides offrent de nombreuses potentialités de développement pour l'hydroélectricité, l'irrigation, l'agriculture, l'élevage, la pêche et l'écotourisme. Elles sont actuellement soumises à des pressions naturelles (variabilité et changement climatiques) et anthropiques qui amenuisent et dégradent leurs ressources naturelles. Les principales menaces qui pèsent sur ces écosystèmes aquatiques continentaux résultent principalement de la baisse et la modification des débits par la construction des ouvrages de régulation (barrages de Lagdo, Maga, Songloulou et Edéa), la déforestation sous toutes ses formes et des apports polluants par les activités agro - pastorales, les industries chimiques et agro – alimentaires. La surexploitation de certaines familles de poisson ainsi que l'envasement des plans d'eau risquent d'entraîner une extinction rapide de certaines espèces.

Chapitre III : Les zones à écologie fragile

Introduction

Une zone à écologie fragile d'après le recueil des textes officiels relatifs à la gestion des forêts et de la faune au Cameroun (1994), est un terrain dont au moins une des ressources notamment l'eau, le sol, la faune et la flore est en cours de dégradation ou susceptible de l'être à court terme par l'action de l'homme ou des phénomènes naturels.

Le Cameroun, dans sa diversité physique (relief, géologie, pédologie, végétation, hydrographie), climatique et de par sa position géographique possède plusieurs écosystèmes fragiles dont la gestion durable est une préoccupation permanente (Annexe 3). Compte tenu de nos préoccupations actuelles, les principales zones à écologie fragiles où la ressource eau est un facteur limitant ou en excès, ou encore en cours de dégradation ou susceptible de l'être sont :

- les zones humides qui ont déjà fait l'objet des investigations au chapitre précédent ;
- la zone soudano – sahélienne qui couvre les régions de l'Extrême – Nord et du Nord (le bassin du Lac Tchad et le bassin septentrional du Niger) ;
- la zone côtière qui appartient majoritairement au bassin des fleuves côtiers ;
- la zone des montagnes où on retrouve la ligne du Cameroun jusqu'aux monts Mandara, le plateau de l'Adamaoua, les hauts plateaux de l'Ouest et du Nord Ouest et les inselbergs du plateau du Sud Cameroun ;
- la zone forestière du Centre – Sud et Est du Cameroun ;
- la zone de transition forêt savane dans la région de l'Adamaoua ;
- les bassins sédimentaires ;
- les grands centres urbains ;
- les réserves forestières, les aires protégées, etc ;
- les bassins transfrontaliers à forte insécurité ou zones de conflits armés ;
- la zone de tracé du Pipe Line Tchad – Cameroun.

Toutes ces zones à écologie fragiles seront ainsi décrites et analysées par bassin hydrographique dans les lignes qui suivent.

III.1- Le bassin du Lac Tchad

III.1.1 Le bassin septentrional du Lac Tchad

La partie septentrionale du bassin du Lac Tchad peut être considérée dans tout son ensemble comme une zone à écologie fragile de par les caractéristiques suivantes : le climat, le relief, la géologie, les sols, la végétation, le réseau hydrographique et la répartition démographique.

III.1.1.1 Caractéristiques climatique, physique et humaine du bassin septentrional du Lac Tchad

a)- Le climat

Le climat qui y règne est de type tropical sec caractérisé par une valeur élevée de la température moyenne annuelle (27.7°C) et par deux saisons bien tranchées. Les écarts thermiques sont très importants (7.7°C moyenne annuelle). La température minimale absolue enregistrée à Maroua est de 11.4°C, pour une température maximale absolue de 45.5°C.

Du point de vue de la répartition pluviométrique et du nombre de mois arides, on peut définir 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). Cette zone connaît aussi un gradient de pluviosité croissant Nord – Sud, mais pour une même altitude, il pleut d'avantage dans les monts Mandara qu'en plaine. A ce niveau, les isohyètes dessinent une incurvation vers le Nord. La pluviométrie annuelle moyenne varie ainsi de 1000 mm à Mokolo dans les monts Mandara à 500 mm à Kousséri où la saison de pluie ne dure que 3 à 4 mois.

Ces paramètres climatiques qui sont actuellement influencés par les phénomènes de changement climatique favorisent la forte évaporation des eaux, l'assèchement des cours d'eau et des sols, la désertification rendant ainsi le milieu très hostile à la vie pendant certaines périodes de l'année.

b)- Le relief

Le relief est constitué d'une alternance de plateaux d'altitude moyenne variant entre 500 et 1000 m, des plaines inondables ou Yaérés et de pénéplaines d'altitude variant entre 200 et 300 m. Quatre ensembles de relief peuvent ainsi s'individualiser :

- les monts Mandara (à l'Ouest) à la frontière du Nigéria où les Mayos prennent leur source ;
- leur piémont ;
- la plaine du Diamaré qui succède le piémont vers l'Est jusqu'au Logone ;
- 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'enfoncé 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.

c)- La pédologie

La diversité pédologique est liée au contraste pluviométrique et au relief. On distingue :

- les sols à sesquioxides (sols ferrugineux tropicaux et fersiallitiques) dans la région de Maroua de couleur rouille, ayant subi une hydrolyse incomplète des minéraux ;
- les lithosols parfois associés à des sols peu évolués au niveau des reliefs montagneux, on y trouve également des sols lessivés, planosoliques et solonchiques sur les piémonts colluviaux ou sur les alluvions anciennes en bordure de la dépression tchadienne ;
- les vertisols topomorphes et les sols hydromorphes couvrent la vaste cuvette de décantation qu'est le Yaéré et les zones alluviales du Diamaré ; ce sont des dépôts fluvio – lacustres 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.

Les sols de cette zone sont dans l'ensemble très peu perméables et très sensibles à l'érosion hydrique et éolienne (accentuée par la disparition du couvert végétal).

d)- La géologie

Le bassin septentrional du Lac Tchad est constitué de deux grands ensembles géologiques : la zone de socle et la zone sédimentaire.

Le socle représente 19 % du bassin (figure 22). Il est granitique et 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 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 (figure 22). 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. L'absence des inondations dans la zone contribue à la diminution de la recharge de la nappe qui représente la principale source d'approvisionnement en eau des populations de la plaine en saison sèche.

e)- La répartition démographique

Le bassin septentrional du Lac Tchad est très peuplé mais présente une très grande variabilité de densité et une croissance démographique irrégulière (tableau 5). Les zones les plus denses sont situées dans les monts Mandaras (157,7 hab. / km²) et dans les villes de Maroua (146,6 hab/km²), Yagoua (118,8 hab/km²) et Mora (138 hab/km²). Cette forte densité de la population en majorité rurale et la variabilité du climat sont les principales causes des nombreuses pressions observées sur les ressources (eau, sol, flore et faune) de ce bassin.

f)- La végétation

La végétation est très peu densifiée et souffre beaucoup de la sécheresse et de la désertification. Sur les monts Mandara, on se situe dans la zone phytogéographique

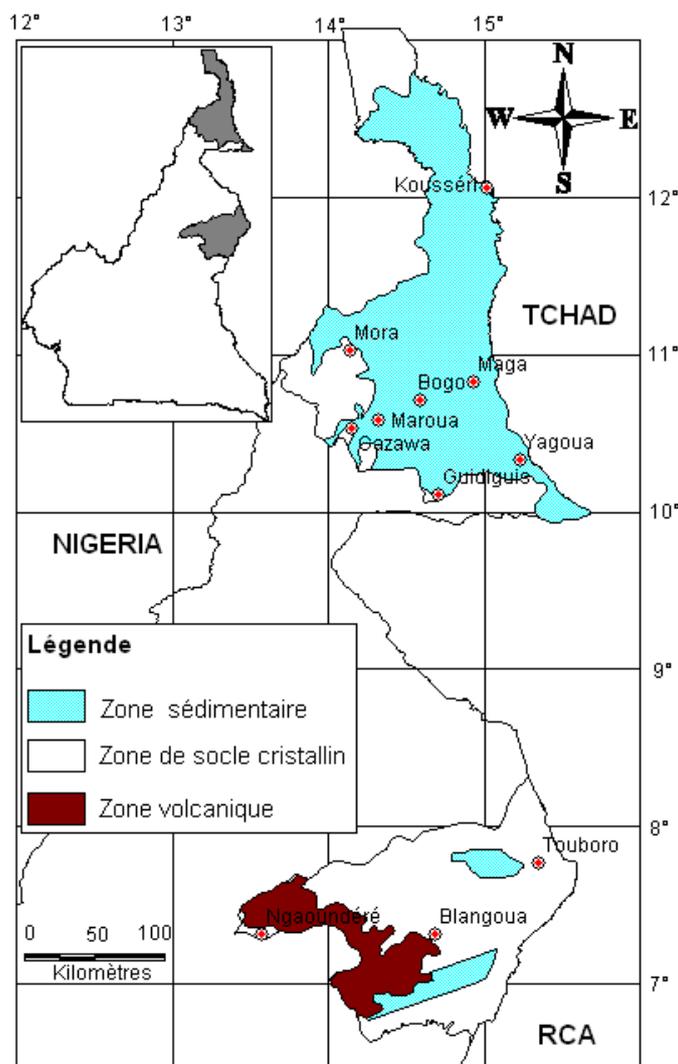


Figure 22 : Grands ensembles géologiques du bassin du Lac Tchad

Tableau 5 : Données démographiques du bassin du Lac Tchad en 2008

| Région | Département | Pourcentage du département dans le bassin | Population en 2008 | Densité de la population en 2008 (hab/km ²) |
|---|---------------------|---|--------------------|---|
| a) Bassin septentrion du Niger | | | | |
| Extrême – Nord | Diamaré | 92,71 | 633 351 | 146,4 |
| Extrême – Nord | Logone - Et - Chari | 100 | 488 031 | 40,2 |
| Extrême – Nord | Mayo-Danay | 72,52 | 456 867 | 118,8 |
| Extrême – Nord | Mayo-Kani | 54,62 | 222 767 | 81,0 |
| Extrême – Nord | Mayo-Sava | 100 | 377 663 | 138,0 |
| Extrême – Nord | Mayo-Tsanaga | 36,19 | 250 696 | 157,7 |
| Nord | Mayo - Rey | 37,41 | 109 343 | 8,0 |
| b) Bassin méridional du Niger | | | | |
| Adamaoua | Mbére | 23,36 | 52 211 | 15,7 |
| Adamaoua | Vina | 27,53 | 82 081 | 17,3 |
| Population totale du bassin du Lac Tchad | | | 2 673 010 | |

Soudanienne d'altitude. La pression démographique 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 caractérisée 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 des Yaérés qui ont une végétation aquatique en saison des pluies et une végétation de hautes graminées en fin de saison des pluies avec le retrait des eaux. Sur les rives du lac Tchad, la présence de gommiers (Acacia Sénégal) pourrait indiquer que l'on est entré dans le secteur sahélo-saharien. Les espèces herbacées ligneuses de la savane sont utilisées pour des usages multiples : bois de chauffe, matériaux de construction, outils, meubles, produits de cueillette, etc. La production du bois de chauffe et du charbon constitue dans la zone la plus importante forme d'exploitation des espèces ligneuses, stimulée par une forte demande au niveau des centres urbains et des villes frontalières. Ainsi les steppes des monts Mandara sont dégradées par la surexploitation des ressources arborées entraînant une forte érosion hydrique et éolienne des sols. On y retrouve de nombreuses aires protégées : les parcs Nationaux de Waza, Kalamaloué, Mozogo-Gokoro (figure 23) ; les réserves forestières dont certaines sont en création (Annexes 4 et 5).

g)- Le réseau hydrographique

Le réseau hydrographique est simplifié et comprend deux principaux cours d'eau permanents que sont le Logone et le Chari ; des cours d'eau saisonniers et temporaires (mayo en dialecte local) issus des monts Mandara. Il s'agit principalement des mayos Boula, Tsanaga, Motorsolo et Ranéo, des lacs, des mares et plusieurs barrages (figure 23). En dehors des aléas climatiques qui favorisent l'évaporation des eaux, ces cours d'eau sont également soumis à une forte pression des populations pour satisfaire leurs besoins en irrigation, pisciculture, élevage, etc.

III.1.1.2- Les principaux écosystèmes fragiles et les problèmes environnementaux

Les principaux écosystèmes fragiles identifiés dans le bassin septentrional du Lac Tchad (figure 23) sont présentés dans le tableau 6.

III.1.2- Le bassin méridional du lac Tchad

Le bassin méridional du Lac Tchad ne constitue pas une zone à écologie fragile car les caractéristiques climatiques, physiques et humaines qui y règnent ne présentent pas vraiment de contraintes majeures. Néanmoins, il y existe des écosystèmes fragiles dont les principaux sont : les zones humides, les zones de montagne et les zones sédimentaires.

III.1.2.1 Les zones humides

Les zones humides sont à eaux courantes et stagnantes avec pour principaux cours d'eau la Vina et la Mbéré.

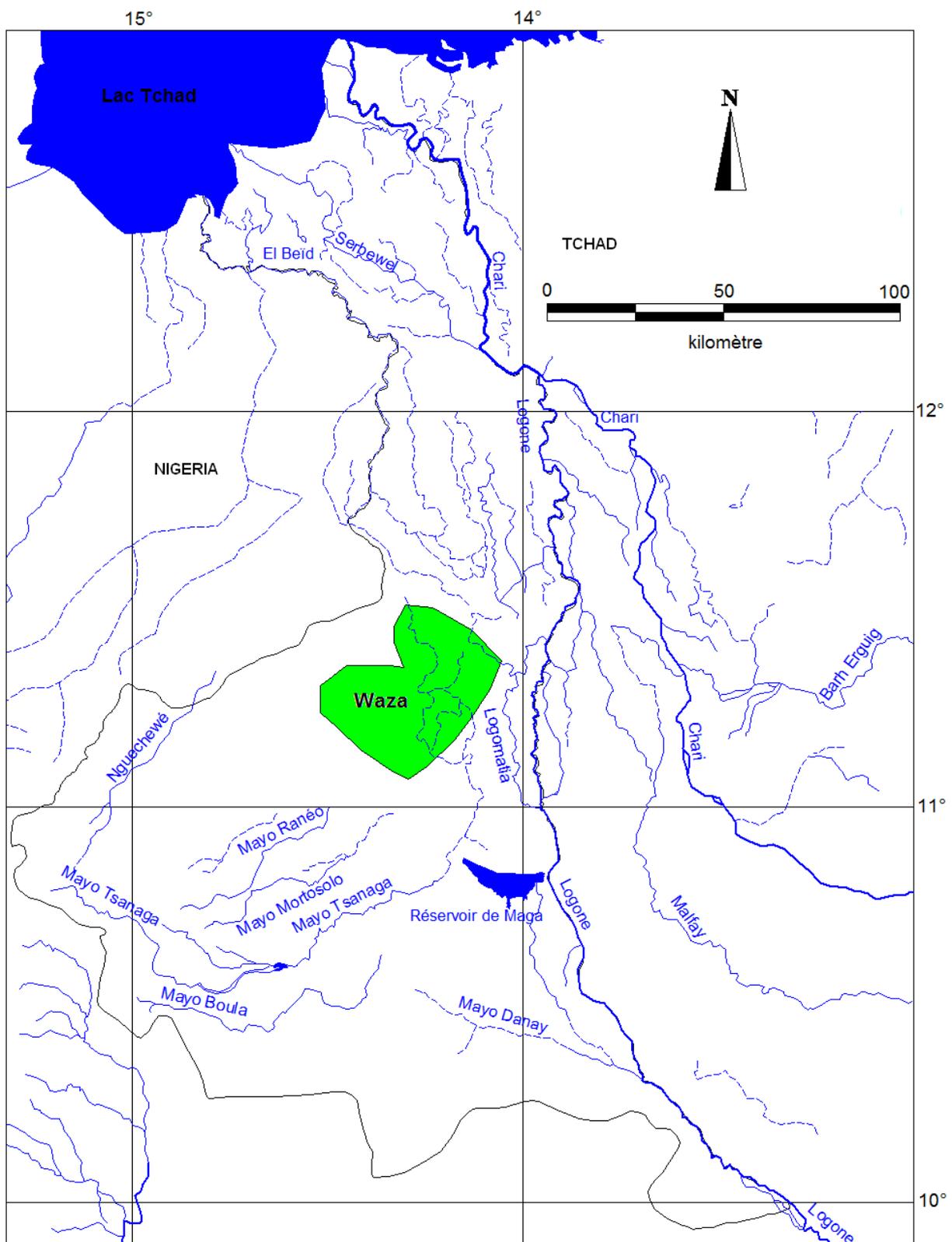


Figure 23 : Ecosystèmes fragiles dans le bassin septentrional du Lac Tchad

Tableau 6 : Caractéristiques, causes et problèmes environnementaux observés dans le bassin du lac Tchad

| Ecosystèmes | | Caractéristiques | Causes des dégradations | Problèmes environnementaux |
|--|------------------------|---|--|--|
| Monts Mandara | | pentcs fortes, zone bien arrosée | pression démographique, déforestation, saturation foncière | érosion hydrique et éolienne des sols, difficulté de mobilisation de l'eau, exode rural |
| Parcs (Waza, Kalamaloué, Mozogo) | | biodiversité riche et variée | déforestation, braconnage, pâturage | assèchement des mares, divagation des pachydermes, perte de la biodiversité |
| Zones humides à eaux courantes | Logone et Chari | écoulement permanent | climat, pression démographique, érosion, mauvaises pratiques piscicoles | ensablement du lit des cours d'eau, modification du régime hydrologique, conflits entre les différents utilisateurs de l'eau, perte de la biodiversité, pollutions |
| | Mayos | écoulement temporaire | forte évaporation, érosion | sédimentation et assèchement, perte de la biodiversité |
| Zones humides à eaux dormantes (Yaérés et les lacs) | Yaérés | plaines périodiquement inondées, biodiversité riche et variée | érosion, forte évaporation, pression démographique, prolifération des canaux de pêche | diminution des surfaces inondées, les migrations, perte de la biodiversité, divagation des pachydermes |
| | Lacs | pisciculture | pression démographique, forte érosion, techniques de pêches inadaptées, mauvaise gestion des barrages de retenue | sédimentation, pollutions diverses, perte de la diversité et de la richesse ichtyque |
| Zones sédimentaires | | localisées dans la majeure partie du bassin (81 %) | forte évaporation, produits chimiques employés dans les activités agro-sylvo pastorales | diminution de la recharge des nappes souterraines, pollutions |
| Zones transfrontalières | | proximité avec le Nigeria et le Tchad | migrations, conflits frontaliers (cas de Darak) | conflits pour l'utilisation des ressources, saturation foncière |

III.1.2.2 Les zones montagneuses

Le relief du bassin méridional du lac Tchad est caractérisé par des altitudes hautes qui décroissent du Sud-Ouest vers le Nord-Est du bassin versant. En amont du bassin, 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. C'est au niveau des versants de cette zone montagneuse que naissent les cours d'eau Vina et Mbere qui vont confluer ensuite pour donner naissance au Logone. Ce dernier constitue avec le Chari les seuls cours d'eau à écoulement permanent qui alimentent le lac Tchad.

III.1.2.3 Les zones sédimentaires

Les formations sédimentaires sont très peu représentées et n'affleurent que sur 9,1 % de cette partie du bassin méridional du Lac Tchad (dépôts dans le fossé tectonique de la Mbéré). Elles occupent surtout le Nord et la zone médiane du bassin (figure 22). Les autres ensembles sont constitués de formations volcaniques qui représentent 21,3 % du bassin et de formations précambriennes (69,6 % de la superficie totale) représentées par des granites (majoritaires), et des migmatites (minoritaires)

III.2- Le bassin du Niger

Le bassin du Niger est constitué de deux parties, une partie septentrionale et une partie méridionale.

III.2.1 Le bassin septentrional du Niger

De par sa situation géographique, ses caractéristiques climatique, physique, abiotique et biotique, le bassin septentrional du Niger est une zone à écologie fragile.

III.2.1.1 Les grands traits caractéristiques du bassin septentrional du Niger

a)- Le climat

Le climat du bassin septentrional du Niger est du type Soudanien caractérisé par une saison de pluie qui dure environ six mois et une saison sèche de six mois. La pluviométrie moyenne annuelle est d'environ 1000 mm. On peut distinguer deux zones climatiques dans le bassin avec au Nord le climat tropical et au Sud le climat tropical d'altitude de l'Adamaoua. La pluviométrie, enregistrée dans différents secteurs de cette région, est caractérisée par des variations relativement importantes liées aux conditions topographiques locales. Cette saison pluvieuse est surtout concentrée sur quatre mois : juin, juillet, août et septembre avec des maxima presque identiques enregistrés en août et septembre. Dès octobre, l'affaiblissement des pluies est très rapide et la faible altitude de la région entraîne une augmentation sensible des températures moyennes. Les températures moyennes mensuelles (températures minimales moyennes mensuelles et températures maximales

moyennes mensuelles) montrent des variations d'une amplitude relativement importante. Le maximum des températures maximales moyennes mensuelles s'observe dès le mois de mars pour la station de Garoua et marque ainsi la fin de la saison sèche. Le minimum des températures maximales moyennes mensuelles s'observe en août, 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. Ces paramètres climatiques favorisent la forte évaporation des eaux, l'assèchement des cours d'eau et des sols.

b)- Le relief

Le relief du bassin septentrional du Niger 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 Kapsiki 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 qui culminent dans l'Adamaoua 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, de l'Ouest à l'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.

c)- La géologie

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 24). 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. 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 la puissance 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 plupart des alluvions d'origine fluvio – lacustre. 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 et des comblements argilo – sableux occupent les zones inondables.

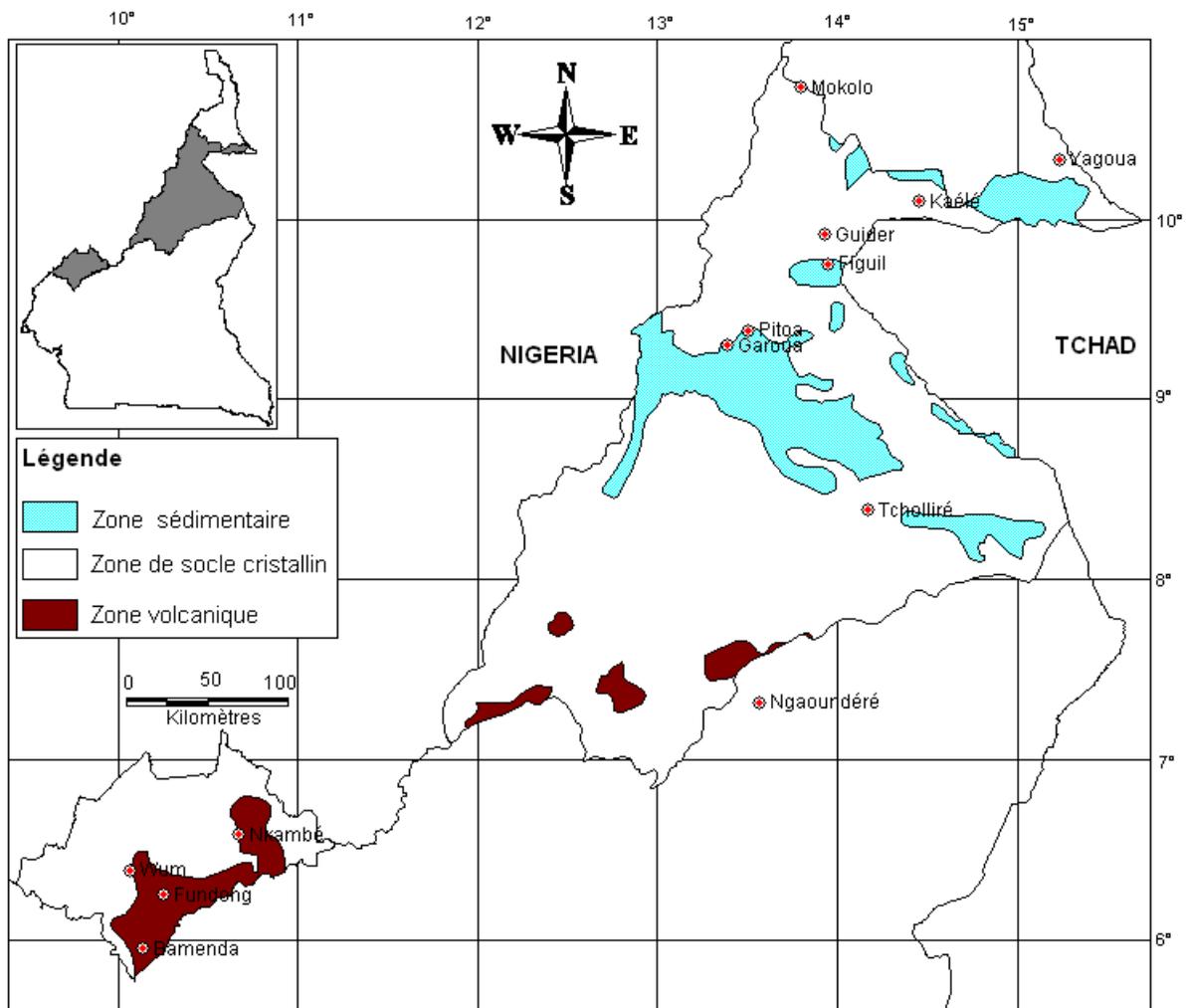


Figure 24 : Grands ensembles pétrographiques du bassin du Niger

d)- La pédologie

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 des 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.

e)- La démographie

On observe une forte croissance de la population dans ce bassin (tableau 7). Elle décroît ainsi du Nord au Sud du bassin avec des densités de 157,7 hab. /km² au sud des monts Mandaras, 146,4 hab. / km² dans la plaine de Diamaré, 50,3 hab. / km² autour de Garoua. De fortes concentrations sont également observées tout autour du barrage de Lagdo. Cette forte densité de la population en majorité rurale (69%) est la

résultante des nombreuses migrations observées dans la zone ces dernières années et entraînant la dégradation des ressources naturelles (eau, sol, flore et faune).

Tableau 7 : Données démographiques du bassin du Niger en 2008

| Région | Département | Pourcentage du département dans le bassin | Population en 2008 | Densité de la population en 2008 (hab/km ²) |
|---|-----------------|---|--------------------|---|
| a) Bassin septentrional du Niger | | | | |
| Nord | Bénoue | 100 | 685 405 | 50,3 |
| Extrême – Nord | Diamaré | 7,28 | 49 716 | 146,4 |
| Adamaoua | Djerem | 0,18 | 196 | 8,1 |
| Nord | Faro | 100 | 98 130 | 8,3 |
| Adamaoua | Faro - Et - Déo | 83,36 | 66 769 | 7,7 |
| Adamaoua | Mayo-Banyo | 3,01 | 4 899 | 19,1 |
| Extrême – Nord | Mayo-Danay | 27,48 | 173 087 | 118,8 |
| Extrême – Nord | Mayo-Kani | 45,38 | 185 074 | 81,0 |
| Nord | Mayo-Louti | 100 | 402 827 | 96,8 |
| Extrême – Nord | Mayo-Tsanaga | 64,03 | 443 560 | 157,7 |
| Nord | Mayo - Rey | 62,58 | 182 901 | 8,0 |
| Adamaoua | Vina | 27,16 | 81 000 | 17,3 |
| b) Bassin méridional du Niger | | | | |
| Nord – Ouest | Boyo | 99,55 | 203 604 | 128,5 |
| Nord – Ouest | Bui | 24,95 | 97 051 | 169,4 |
| Nord – Ouest | Donga - Mantung | 84,14 | 342 206 | 95,1 |
| Sud – Ouest | Manyu | 11,86 | 25 365 | 22,4 |
| Nord – Ouest | Menchum | 100 | 189 398 | 42,4 |
| Nord – Ouest | Mezam | 65,22 | 365 974 | 321,5 |
| Nord – Ouest | Momo | 29,01 | 74 610 | 143,5 |
| Nord – Ouest | Ngoketunjia | 0,01 | 15 | 186,4 |
| Population totale du bassin du Niger | | | 3 671 788 | |

f)- L'hydrographie

Si l'on prend l'exutoire à la frontière Cameroun – Nigeria, le réseau hydrographique du bassin septentrional de la Bénoué (figures 25) est constitué de trois sous 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 et le 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.

En dehors des aléas climatiques qui favorisent l'évaporation des eaux, ces cours d'eau sont également soumis à une forte pression des populations.

g)- La végétation

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 Mandara. 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 Yarées sont de vastes prairies à *Hyparrhenia* et *Vetveria nigriflora*. 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. On note également la présence des parcs nationaux de la Bénoué, du Faro et de Bouba Djida (figure 25).

III.2.1.2- Les principaux écosystèmes fragiles et les problèmes environnementaux

Les écosystèmes fragiles (figure 25) et leurs principaux problèmes environnementaux sont présentés dans le tableau 8 et les annexes 5 et 6.

III.2.2- Le bassin méridional du Niger

À cause de son relief, sa lithologie, son réseau hydrographique et sa démographie, le bassin méridional du Niger héberge plusieurs écosystèmes fragiles dont les plus représentés sont :

- les zones humides (cours d'eau, plusieurs lacs de cratères dont celui de Nyos) ;

Tableau 8 : Caractéristiques, causes et problèmes environnementaux des écosystèmes fragiles du bassin septentrional du Niger

| Ecosystèmes fragiles | | Caractéristiques | Causes de la dégradation | Problèmes environnementaux |
|---|-------------------------|--|---|--|
| Les zones de montagne du plateau de l'Adamaoua et de la ligne du Cameroun | | Zone mobile | Pression de la population | Erosion hydrique, glissement de terrain |
| Les bassins sédimentaires | | Nappes d'eau souterraine abondante | Forte évaporation, produits chimiques employés dans les activités agro-sylvo pastorales | Diminution de la recharge des nappes souterraines, pollutions |
| Les zones humides (Benoué, lacs, Lagdo, vallée de la Bénoué) | Bénoué, Mayo Kébi, Faro | Cours d'eau à écoulement permanent | Climat, migrations, mauvaises pratiques piscicoles et agricoles | Ensablement du lit des cours d'eau, modification du régime hydrologique, conflits entre les différents utilisateurs de l'eau, pollutions |
| | lacs | Richesse halieutique, Irrigation, pisciculture | Erosion des berges, forte évaporation, pression démographique, technique de pêche inadaptée | Sédimentation, baisse des niveaux d'eau, perte de la biodiversité |
| Les aires protégées | | Diversité biologique | Déforestation, braconnage, pâturage | Assèchement des mares, perte de la biodiversité, divagation des pachydermes |
| Les grands centres urbains | | Relief plat | Urbanisation galopante, assainissement approximatif, fortes migrations | Inondations, pollutions diverses |

- les zones de montagne de la ligne du Cameroun aux sols fertiles et dont la géologie présente une importante phase volcanique qui a façonné le relief (figure 25) ; la densité de la population dans cette région (tableau 7) est très élevée (100 à 325 habitants/km²) par rapport aux ressources disponibles et à la géomorphologie de la zone d'où la tendance rapide à la dégradation des ressources naturelles ;
- les centres urbains (Bamenda, Wum, Nkambe) de par les pollutions et inondations qui y sont générées ;
- les réserves forestières (figure 25) et annexes 4, 5 et 6.

III.3- Le bassin de la Sanaga

Dans le bassin de la Sanaga, les zones à écologie fragile rencontrées sont : les zones humides ; la zone de transition forêt savane de l'Adamaoua ; la zone montagneuse du bassin, les aires protégées et les formations sédimentaires.

III.3.1- La zone de transition forêt savane de l'Adamaoua

Le plateau de l'Adamaoua (château d'eau du Cameroun) est situé au centre du pays avec une altitude moyenne de 1100 m. Ce plateau est entaillé par des vallées et constitue une zone tampon entre les savanes soudano-sahéliennes du Nord et les forêts humides du Sud. Les caractéristiques de cette zone sont présentées ci-dessous.

III.3.1.1- Le climat

Le climat est de type soudanien tropical humide avec l'alternance d'une saison des pluies et d'une saison sèche de durée plus ou moins égale. Les températures moyennes mensuelles sont de l'ordre de 20 à 26°C. L'analyse de la pluviométrie dans la zone montre deux périodes humides (1930-1937 et 1950-1967) et deux périodes sèches (1937-1950 ; 1967-2001) indiquant une tendance à la diminution de la pluviométrie ces dernières années (MINEP et PNUD, 2006).

III.3.1.2- La pédologie

Les sols de la région sont ferrugineux avec des intrusions de sols ferrallitiques qui recouvrent les roches basaltiques, granitiques et sédimentaires. Ces sols ont une structure fine, de porosité élevée (50 à 60%) avec des perméabilités de surface très élevées (sous forêt : 100 à 1000 mm/h) et qui diminuent rapidement en profondeur pour atteindre 10 mm/h. Les capacités d'échange sont de l'ordre de 10 cmol/kg et ils sont généralement dénaturés en cations, sauf dans le cas des rajeunissements par érosion où ils sont moyennement dénaturés. Le pH est compris entre 4 et 5,5 (GWP et PNUD, 2007). Les systèmes de culture traditionnels intègrent de plus en plus les cultures de rentes telles que le maïs et surtout le coton avec l'avancée rapide du front cotonnier venant du Nord. Mais la culture du coton consomme beaucoup d'intrants et d'espace et favorise ainsi une dégradation rapide des terres. Dans la

zone de savane humide, parmi les principales causes de la dégradation des sols on relève : l'agriculture (agriculture sur brûlis), les feux de brousse, la pratique de l'écobuage⁴, l'exploitation minière, la recherche du bois de chauffe.

III.3.1.3- La végétation

La végétation est constituée de savane d'altitude de l'Adamaoua (savanes boisées et forêts claires sèches), les savanes basses du Centre et de l'Est et la plaine Tikar. La transition de la végétation se fait par une mosaïque où alternent savanes herbeuses ou arbustives et forêts galeries. Tous les ligneux des environs immédiats de la ville de N'Gaoundéré sont coupés y compris les périmètres de reboisement et surtout la réserve forestière qui a complètement disparue. La végétation est dégradée par la coupe du bois pour le chauffage, le fumage du poisson, le pâturage. La consommation de bois pour la seule ville de Douala est évaluée à 275000 stères par an (Aladoum, 2003 cité par MINEP et PNUD, 2006). Dans cette zone la diversité biologique est également mise en évidence par la présence du Parc National du Mbam et Djerem. Il est soumis à de nombreuses pressions anthropiques telles que les activités agro-pastorales, l'avancée du front cotonnier, le braconnage...

III.3.1.4- Le réseau hydrographique

Le plateau de l'Adamaoua est le château d'eau du pays. C'est de là que naissent tous les cours d'eaux qui sillonnent le Sud et une partie du Nord Cameroun. Malgré l'importance stratégique des sources d'eau de ce plateau, on y observe d'importants problèmes d'érosion des berges et d'envasement liés à la déforestation et la surexploitation des galeries forestières.

III.3.1.5- La démographie

La population a connu une forte croissance démographique ces dernières années à cause de nombreux mouvements migratoires enregistrés dans la zone (populations du Sud, Nord et Extrême Nord, République de Centrafrique, Tchad et Nigeria à la recherche d'espaces et de ressources encore inexploitées). La densité de la population se situe actuellement entre 7 et de 20 hab./km² (tableau 9). Cette zone considérée comme château d'eau du pays (présence de nombreuses sources de grands cours d'eau du Cameroun) est propice aux activités agro-pastorales. Elle abrite également un Parc National et nécessite une attention particulière et une surveillance étroite de ces ressources exposées aux activités des populations dont la densité ne fait que s'accroître.

Les principaux problèmes environnementaux enregistrés dans l'Adamaoua sont :

⁴ Opération qui consiste à brûler par petits tas les végétaux tels que les bruyères avec leurs racines et leurs mottes afin d'en répandre les cendres sur le sol.

- l'avancée du front cotonnier, le déboisement et la déforestation, l'empiètement des aires protégées par les populations et les conflits pour l'occupation de l'espace causées par la croissance de la population en majorité rurale ;

Tableau 9 : Données démographiques du bassin de la Sanaga en 2008

| Région | Département | Pourcentage du département dans le bassin | Population en 2008 | Densité de la population en 2008 (hab/km ²) |
|---|----------------------|---|--------------------|---|
| Ouest | Bamboutos | 99,42 | 381 993 | 327,5 |
| Nord - Ouest | Boyo | 0,45 | 921 | 128,5 |
| Nord - Ouest | Bui | 75,05 | 291 998 | 169,4 |
| Adamaoua | Djerem | 99,82 | 107 529 | 8,1 |
| Nord - Ouest | Donga - Mantung | 15,87 | 64 553 | 95,1 |
| Adamaoua | Faro - Et - Déo | 16,64 | 13 330 | 7,7 |
| Est | Haut - Nyong | 3,75 | 9 808 | 7,2 |
| Centre | Haute - Sanaga | 97,86 | 136 018 | 11,7 |
| Ouest | Hauts-Plateaux | 48,86 | 68 898 | 339,8 |
| Ouest | Koung-Khi | 100 | 146 766 | 415,8 |
| Sud - Ouest | Lebialem | 0,15 | 269 | 282,3 |
| Centre | Lékié | 96,68 | 413 397 | 143,1 |
| Est | Lom - Et - Djerem | 71,52 | 197 067 | 10,5 |
| Adamaoua | Mayo-Banyo | 96,99 | 157 626 | 19,1 |
| Centre | Mbam - Et - Inoubou | 75,89 | 139 964 | 25,9 |
| Centre | Mbam - Et - Kim | 75,89 | 58 992 | 3,0 |
| Adamaoua | Mbéré | 78,44 | 175 303 | 15,7 |
| Centre | Méfou - Et - Afamba | 62,80 | 67 946 | 32,4 |
| Centre | Méfou - Et - Akono | 3,70 | 2 541 | 51,7 |
| Ouest | Ménoua | 21,36 | 95 817 | 325,0 |
| Nord - Ouest | Mezam | 21,36 | 119 857 | 321,5 |
| Centre | Mfoundi | 6,94 | 104 411 | 5064,5 |
| Ouest | Mifi | 100 | 350 369 | 871,6 |
| Ouest | Nde | 81,47 | 121 396 | 97,8 |
| Nord - Ouest | Ngoketunjia | 99,99 | 209 858 | 186,4 |
| Littoral | Nkam | 2,13 | 1 721 | 12,8 |
| Ouest | Noun | 100 | 523 635 | 68,1 |
| Centre | Nyong - Et - Kélé | 25,18 | 44 050 | 27,5 |
| Centre | Nyong - Et - Mfoumou | 4,47 | 7 025 | 25,4 |
| Littoral | Sanaga - Maritime | 56,48 | 114 134 | 21,7 |
| Adamaoua | Vina | 45,30 | 135 079 | 17,3 |
| Population totale du bassin de la Sanaga | | | 4 262 270 | |

- l'érosion des berges, l'envasement des cours d'eau et la perte du couvert végétal dus à la déforestation ;
- le projet d'exploitation de la bauxite de Ngaoundal et de Minim – Martap qui nécessite une bonne étude d'impact environnemental.

III.3.2- Les zones montagneuses du bassin de la Sanaga

Les zones montagneuses du bassin de la Sanaga couvrent surtout une partie de la zone des Hauts plateaux de l'Ouest et du Nord-Ouest.

III.3.2.1- Le relief

Le relief est varié et comprend le plateau Bamoun vers 1240 m d'altitude, le plateau Bamiléké qui le surplombe et s'étend jusqu'au pied des monts Bamboutos (2740 m).

III.3.2.2- Le climat

Le climat de cette zone de montagne de moyenne à haute altitude est de type «camerounien d'altitude», marqué par deux saisons d'inégales longueurs : une courte saison sèche qui va de la mi-novembre à la mi-mars et une longue saison des pluies qui dure de la mi-mars à la mi-novembre. Les températures moyennes sont basses (19 – 20°C) et les pluies abondantes (1500 – 2000 mm) tombent suivant une configuration monomodale. Au-delà de 1800 m d'altitude, les températures nocturnes peuvent atteindre 0 à 5°C (GWP et PNUD, 2007 ; MINEP et PNUD, 2006).

III.3.2.3- Les sols

Les sols de l'ensemble de la région sont fertiles et propices aux activités agricoles. Ils sont constitués des sols peu évolués sur les fortes pentes, les sols ferrallitiques plus ou moins enrichis en argile dans les dépressions fermées, les sols ferrallitiques à recouvrement cendreux dans les plateaux et les andosols. Ces différents groupes de sols développent des caractéristiques physico-chimiques qui conditionnent leur susceptibilité vis-à-vis de l'érosion.

Les risques élevés d'érosion sont en relation avec le climat, la topographie (fortes pentes), la nature du sol et les activités humaines. Il suffit de quelques pluies d'intensité moyenne à forte pour déclencher le processus érosif qui donne lieu à une perte continue de terre et de matière organique fine et à la diminution de la fertilité des sols (GWP et PNUD, 2007). Au niveau des forêts de montagne, l'érosion hydrique est prépondérante. Dans la Mémé, la vallée du Mungo et le Nkam, l'exploitation forestière et l'extension des plantations industrielles sont responsables de la dégradation des terres.

III.3.2.4- La géologie

La géologie est caractérisée par la prédominance du socle précambrien qui occupe 89 % du bassin (figure 26) et présente deux séries : la série du Lom et le complexe de base. Ce dernier est discordant sur la série du Lom. Dans cette partie, on note la présence des roches intrusives et effusives récentes qui occupent 8,3 % du bassin.

III.3.2.5- La végétation

La végétation apparaît dans cette zone comme étant le résultat des activités anthropiques. Les formations naturelles sont en recul permanent au profit de la colonisation agricole. Ce recul est estimé à 25% entre 1987 et 1995 à Oku (Check *et al.*, 2000 cité par MINEP et PNUD, 2006). On retrouve néanmoins une forêt naturelle au niveau des réserves forestières (le sanctuaire d'Oku, environ 34 réserves forestières et les forêts sacrées). Mais, la pression anthropique se fait toujours ressentir sur les ressources naturelles. La nécessité de disposer du bois de chauffage pousse la population à reboiser la zone par des eucalyptus et des pins. Mais, cette végétation est observée même au niveau des points de captage d'eau et elle a pour inconvénient d'assécher ces zones d'approvisionnement.

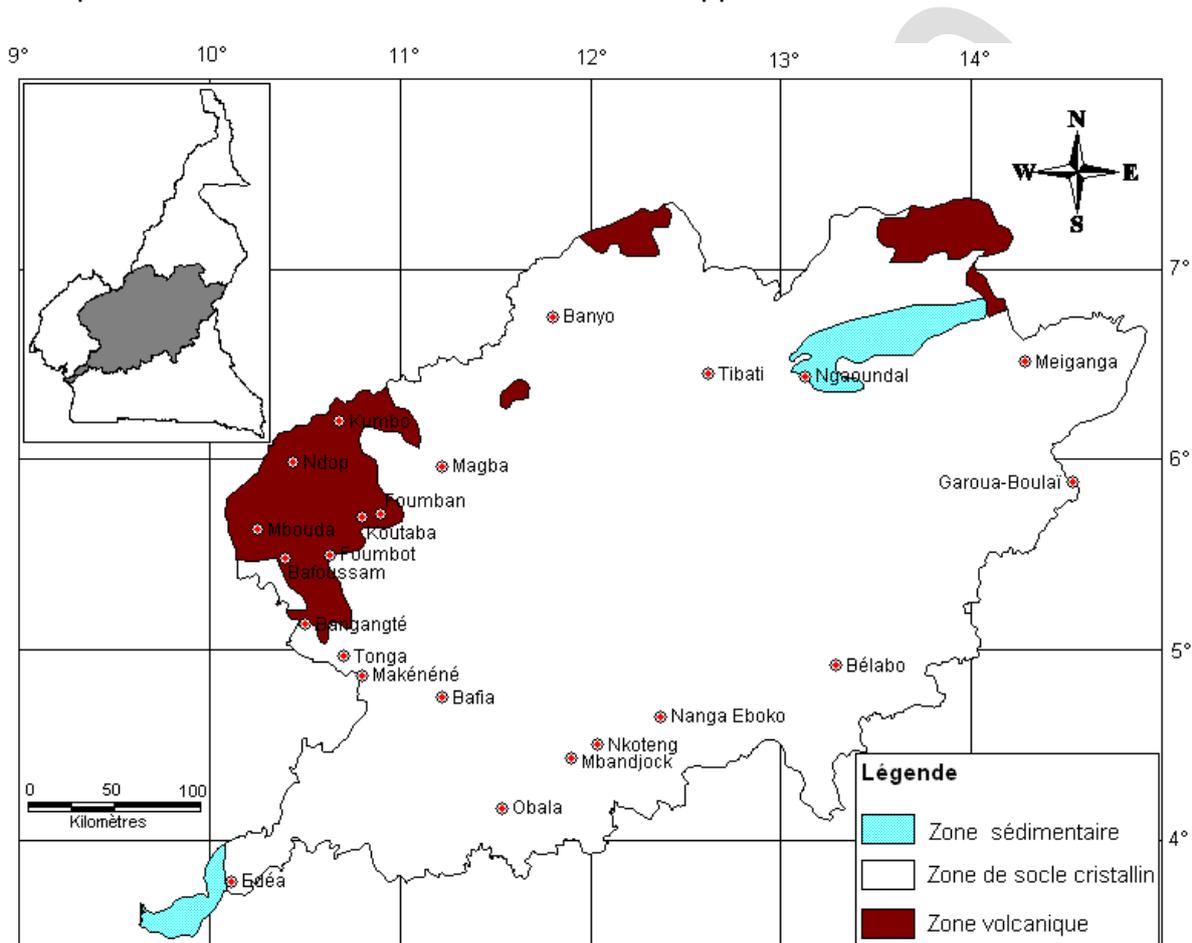


Figure 26 : Grands ensembles pétrographiques du bassin de la Sanaga

III.3.2.6- Le réseau hydrographique

La zone montagneuse du bassin de la Sanaga est considérée comme étant le deuxième château d'eau du Cameroun. En effet les monts Bamboutos qui séparent les régions du Nord-Ouest et de l'Ouest collectent des cours d'eau qui alimentent les bassins du Golfe de Guinée à l'Ouest et du Niger à l'Est. On y rencontre également plusieurs lacs de cratère et ceux résultant des barrages de régularisation (Bamendjing et Mape). La déforestation des bassins versants et le défrichement des forêts galeries et forêts de raphia au niveau des bas-fonds contribuent fortement à

diminuer la capacité de rétention en eau des sols créant des problèmes d'indisponibilité en eau. Ainsi, la protection des sources de captages d'eau apparaît prioritaire pour la pérennisation de la ressource. On constate un amenuisement des ressources en milieu rural.

III.3.2.7- La démographie

La densité de la population est très élevée dans les hauts plateaux de l'Ouest du Cameroun (tableau 9). On enregistre ainsi des densités de l'ordre de 416 hab. / km² dans le département de Koung – Khi, 114 hab. / km², de l'ordre de 330 hab. / km² dans les départements des hauts plateaux, de Bamboutos, Mezam et Menoua. Ce qui entraîne une forte pression sur les ressources disponibles (eau, sol, couvert végétal, faune). Ainsi, la recherche des zones plus fertiles et l'éloignement des zones à risques entraînent un fort exode rural des populations dans la zone la rendant fragile.

Les principaux problèmes observés sont :

- l'indisponibilité en eau causée par les difficultés de mobilisation et l'assèchement des sources de captage par la présence des eucalyptus ;
- le déboisement et la déforestation, l'empiètement des aires protégées, la mauvaise occupation des terres et les conflits entre les différents utilisateurs causés par une saturation foncière ;
- l'érosion hydrique qui est due à la mauvaise occupation des terres, la déforestation des flancs de colline et une pluviométrie abondante ;
- les migrations causées par la présence des zones à risques et la saturation foncière.

III.3.3- Les aires protégées

Dans le bassin de la Sanaga les aires protégées existantes ou en création sont : le Parc National du Mbam et Djerem qui est situé dans la zone de transition forêt savane de l'Adamaoua, les parcs nationaux du Mpem et Jim et d'Ebo en création ; les réserves fauniques de Deng Deng, une partie de la réserve de Douala – Edéa et la réserve des chimpanzés de Sanaga - Nyong en création (figure 27 et annexes 4, 5 et 6).

Le bassin de la Sanaga recouvre plusieurs paysages représentés par la zone de transition forêt-savane et la forêt. Les ressources naturelles dans ce bassin sont soumises à de nombreuses pressions anthropiques. On distingue entre autres l'urbanisation, la multitude de barrages existants ou en projet, le projet industriel d'extraction de la bauxite au Nord-Ouest du parc du Mbam et Djerem, les activités agro - sylvo - pastorales ; la pêche et la chasse.

III.3.4- Les formations sédimentaires

Les formations sédimentaires représentent 2,7 % du bassin (figure 26), on distingue :

l'ordre de 23 à 27°C. L'humidité relative et moyenne est supérieure à 80% (MINEP et PNUD, 2006).

III.4. 2- Les sols

Les sols sont ferrallitiques, rouges et argileux. Ils sont généralement profonds et riches en matière organique. Une fois défriché, ces sols sont très fragiles et facilement dégradables. L'agriculture est pratiquée par de petites exploitations familiales ; on y trouve également les grandes exploitations agro-industrielles et des sociétés d'exploitation forestière fortes consommatrices d'espaces et destructrices des écosystèmes naturels.

III.4.3- La faune et la flore

Le bassin du Congo abrite une faune et une flore diversifiée dont la présence est mise en exergue par plusieurs aires protégées (figure 28). Les principales sont les Parcs Nationaux Boumba-Bec (2330 km²), Nki (1950 km²), Lobeké (6000 km²) et la réserve floristique du Dja (5260 km²) (Annexes 4, 5 et 6). On y distingue également de nombreuses Unités Forestières Aménagées (UFA).

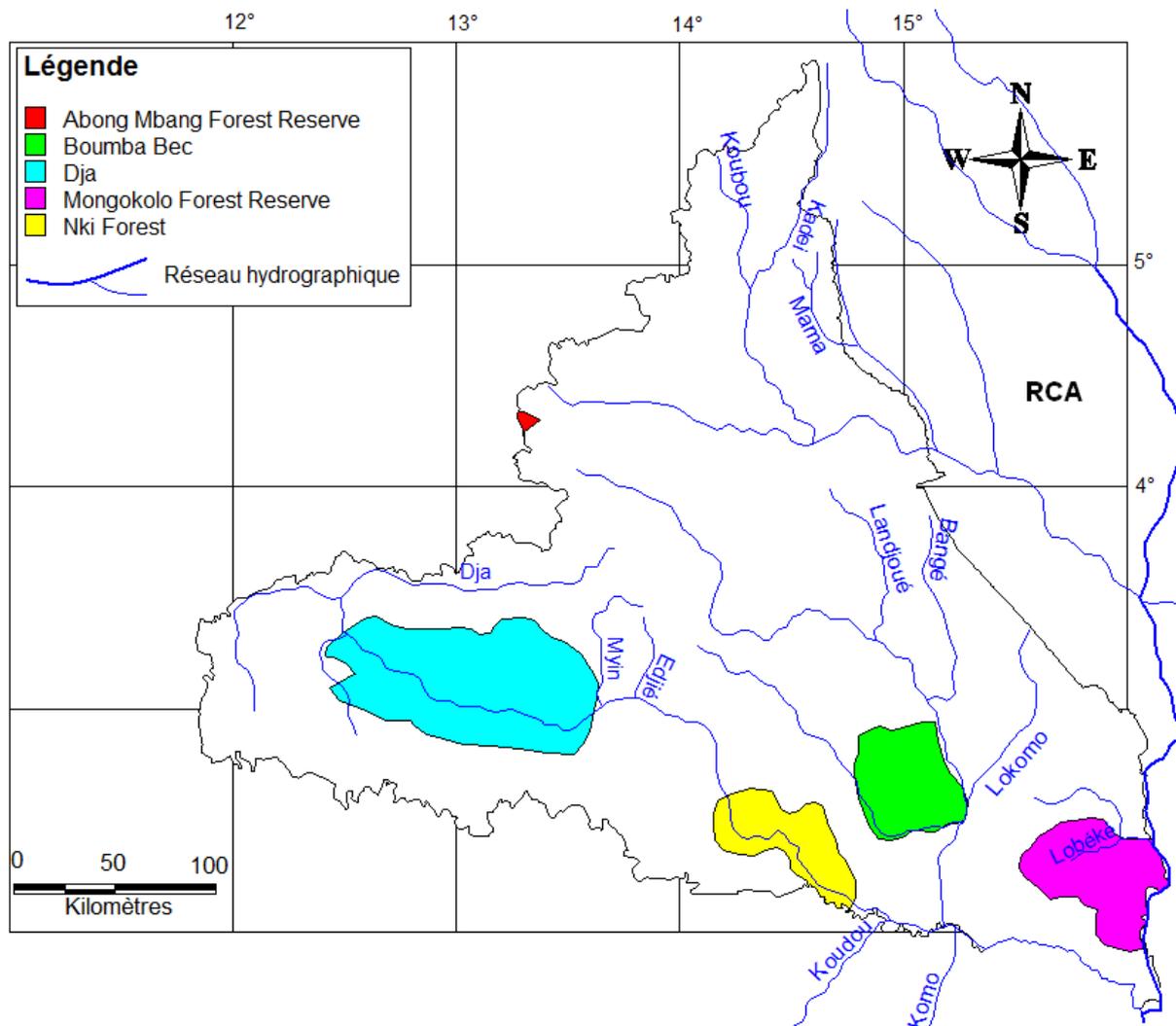


Figure 28 : Zones humides et réserves forestières dans le bassin du Congo

Au fil du temps ce couvert biologique est soumis à de nombreuses pressions anthropiques telles que : l'exploitation inégale de la forêt par les sociétés forestières et agro - industrielles, l'exploitation minière et pétrolière (passage de l'oléoduc Tchad - Cameroun) et l'avancée de l'occupation des terres (constructions routières, pression démographique). Afin de mieux gérer les ressources naturelles de ces aires, et limiter les menaces, le Cameroun a signé des accords avec les pays transfrontaliers à la zone. On distingue :

- la trinational Dja – Odzala – Minkébé qui s'étend sur le Congo, le Gabon et le Cameroun ; Elle comprend au Cameroun les Parcs Nationaux de Boumba Bek et Nki et la réserve du Dja ;
- la trinational de la Sangha qui s'étend sur le Congo, le Cameroun et la République centrafricaine ; au Cameroun elle comprend le Parc National de Lobéké.

Le bassin du Congo est bien arrosé et recouvre un réseau hydrographique très riche mais, l'exploitation forestière et l'occupation humaine constituent les principales menaces dans la préservation des ressources hydriques.

III.4. 4- La démographie

La densité de la population est dans l'ensemble très faible et inégalement répartie comme le montre le tableau 10. On note néanmoins une légère urbanisation en faveur des migrations autour de quelques industries forestières, minières et agricoles.

Tableau 10 : Données démographiques du bassin du Congo en 2008

| Région | Département | Pourcentage du département dans le bassin | Population (2008) | Densité de la population en 2008 (hab/km ²) |
|---|----------------------|---|-------------------|---|
| Est | Boumba - Et - Ngoko | 99,96 | 140 564 | 4,6 |
| Sud | Dja - Et - Lobo | 57,09 | 119 161 | 10,5 |
| Est | Haut - Nyong | 79,36 | 207 368 | 7,2 |
| Est | Kadey | 100,00 | 232 557 | 14,6 |
| Est | Lom - Et - Djerem | 28,48 | 78 480 | 10,5 |
| Centre | Nyong - Et - Mfoumou | 12,33 | 19 357 | 25,4 |
| Centre | Nyong - Et - So'o | 0,08 | 137 | 48,1 |
| Population totale du bassin du Congo | | | 797 624 | |

Dans la zone de forêt, les principales causes de la dégradation des ressources sont :

- l'exploitation forestière ;
- l'agriculture sur brûlis ;
- la réduction du temps de jachère ;
- l'exploitation minière.

Les principaux problèmes rencontrés dans cette zone sont :

- la déforestation et l'émission des Gaz à Effet de Serre (GES) qui favorisent les changements climatiques ;
- l'érosion et le lessivage du sol par les eaux de ruissellement favorisant l'envasement des rives et la turbidité des cours d'eau ;
- la fragilisation des berges des cours d'eaux ; l'ouverture des cours d'eaux et l'accumulation des dépôts éoliens ;
- la modification du débit des cours d'eau ;
- la perte des eaux par évaporation ;
- la faible capacité de rétention des eaux par le sol.

III.5- Le bassin des Fleuves côtiers

Le bassin des Fleuves côtiers est situé au Nord – Ouest et au Sud du bassin de la Sanaga.

III.5.1- Les grands traits caractéristiques

Le bassin des Fleuves côtiers est une zone à écologie fragile en raison de la présence de la façade atlantique du Cameroun qui présente un réseau hydrographique très riche et la zone côtière.

La côte du Cameroun (figure 29) longe l'océan atlantique en arc de cercle sur une longueur d'environ 400 Km. Elle est située entre 2° 10' à 4° 50' Nord de latitude et 8° 30' à 10° 00' Est de longitude et recouvre les régions du Littoral, du Sud-ouest et la bordure côtière de la région du Sud.

III.5.1.1- Le relief

Le relief plat dans l'ensemble comprend deux secteurs : 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 qui 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 2100 m d'altitude et correspondent à la dorsale camerounaise qui 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).

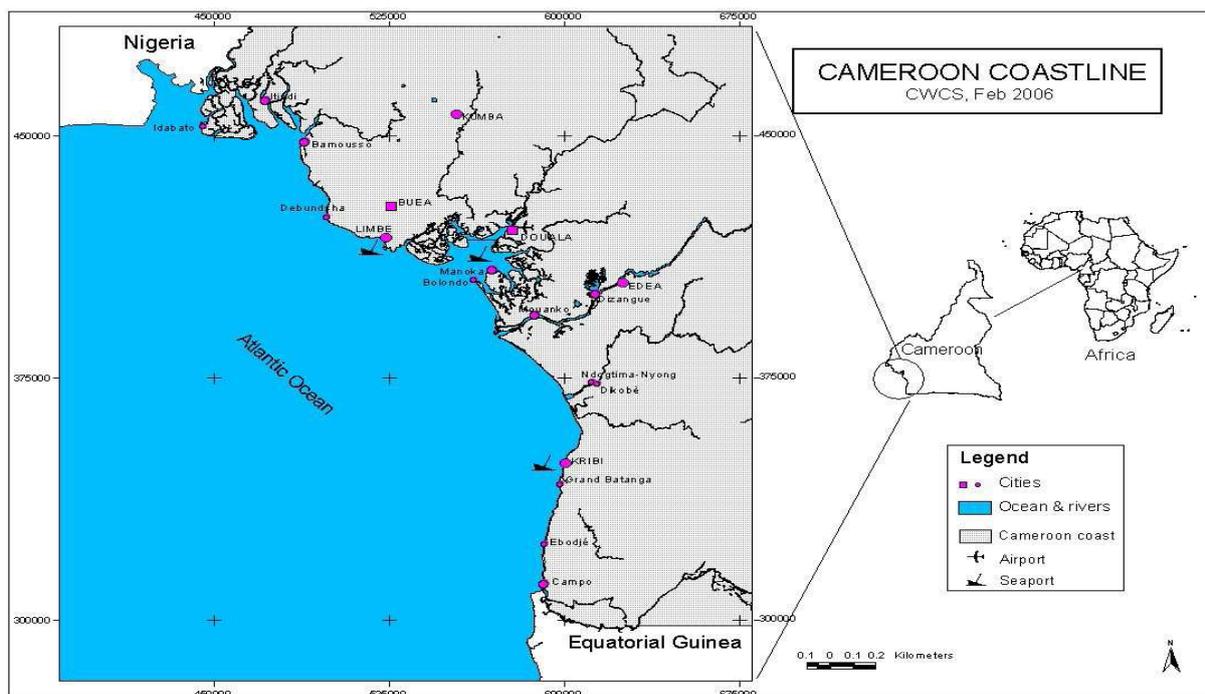


Figure 29 : Carte de la zone côtière

III.5.1.2- Le climat

Le climat est équatorial de type camerounais, très humide et chaud. Il comporte deux saisons, à savoir une saison de pluie qui dure huit mois (mars à octobre) et une saison sèche qui dure quatre mois (novembre à février). Les précipitations moyennes se situent autour de 4000 mm par an. Sur la pente du mont Cameroun du côté de l’océan atlantique, la pluviométrie est d’environ 10000 mm par an à Debunsha, faisant de ce point le deuxième lieu du monde le plus humide. Les températures moyennes sont assez stables, de l’ordre de 25°C. L’humidité relative est maintenue de 70 à 80% pratiquement toute l’année (GWP et PNUD, 2007 ; MINEP et PNUD, 2006).

Le bassin des Fleuves côtiers appartient à des zones humides qui caractérisent le domaine des forêts, 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 ampleurs 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.

III.5.1.3- La géologie

Le « complexe de base » du socle précambrien est prépondérant dans le bassin des Fleuves côtiers (figure 30) 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 Moungo, 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.

III.5.1.4- 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 celles du Mungo 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 Mungo et le Rio del Rey. Il existe également 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).

Aux deux types de sols précédemment cités, 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. Ces sols subissent une influence des remontées d'eau marine et du balancement des marées à l'origine de l'érosion côtière. Cette érosion est accentuée par l'urbanisation anarchique du littoral dans les zones touristiques (non respect de la bande des 50 m du Domaine Maritime de l'Etat, absence de Commission d'Urbanisme, ...). Sur la partie Nord du littoral, les sols des aires de volcanisme présentent une forte susceptibilité à l'érosion de part leur texture légère et sont très fertiles. On y distingue de grandes plantations industrielles de banane plantain, hévéa, thé, palmier à huile et également les cultures vivrières et maraîchères. Dans la partie Sud, on trouve également des plantations industrielles d'hévéa et de palmiers à huile. Environ 55% de la superficie

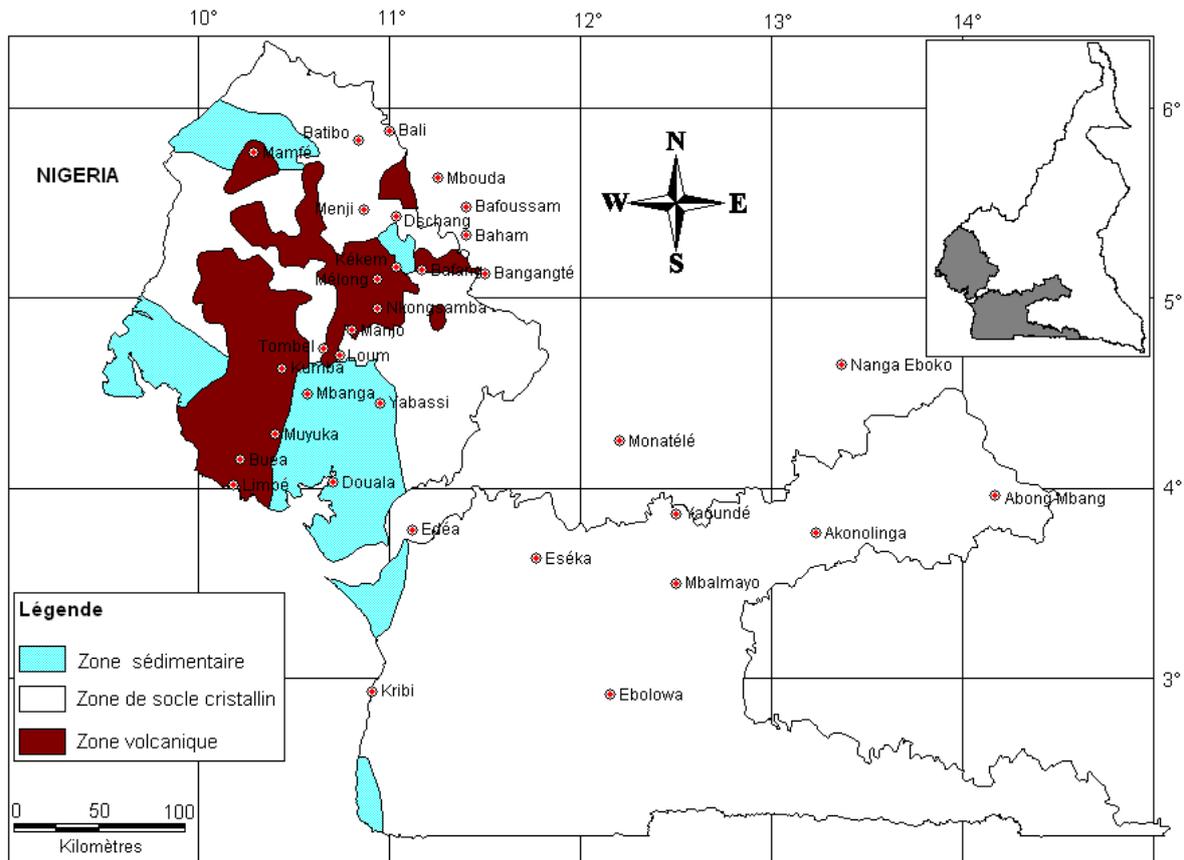


Figure 30 : Grands ensembles pétrographiques du bassin des Fleuves côtiers

cultivable est mise en valeur et 60% de cet espace est occupé par les plantations industrielles (GWP et PNUD, 2007 ; MINEP et PNUD, 2006).

III.5.1.5- Le réseau hydrographique

Le réseau hydrographique est très dense. Il comprend quatorze principaux cours d'eau qui se jettent dans la mer à travers des mangroves et une large zone estuarienne (figure 31). Ces cours d'eau sont exposés aux pollutions diverses de par les activités anthropiques exercées aux alentours.

III.5.1.6- La végétation

Le bassin des Fleuves côtiers appartient au domaine de la forêt dense humide 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.

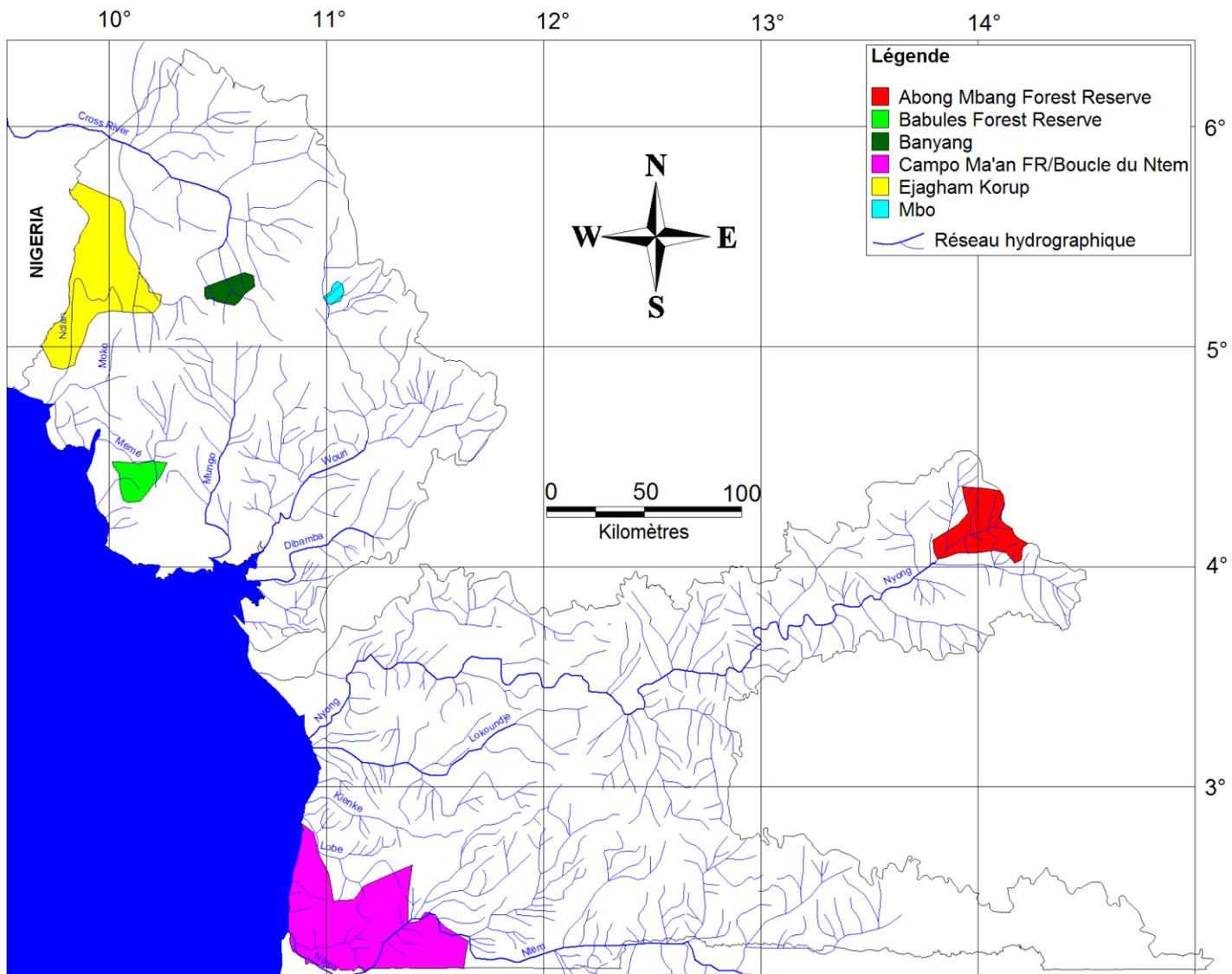


Figure 31 : Zones humides et aires protégées dans le bassin des Fleuves côtiers

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) ;
- la forêt dense humide semi – décidue de moyenne altitude (forêt héli – ombrophile congolaise, forêt héli – ombrophile à sterculiacées).

La mangrove constitue la zone de frayère pour les poissons, réduit le courant des marées vers le continent, protège les berges des cours d'eau contre l'érosion et possède une diversité faunique et floristique. Mais, cette zone est aujourd'hui dégradée par de nombreuses activités anthropiques (pêche, déforestation, extraction du sable, etc.) (Annexe 2).

La diversité biologique de la zone est mise en évidence par la présence des aires protégées suivantes : le Parc National de Campo Ma'an (2640 km²), le Parc National de Korup (1259 km²) et de nombreux autres en création (figure 31 et Annexes 4, 5 et 6).

III.5.1.7- La démographie

Avec une population estimée à 7 642 493 habitants sur un total d'environ 19 047 185 habitants en 2008 (40 % de la population totale camerounaise), le bassin hydrographique des Fleuves côtiers est le plus peuplé du Cameroun. On y enregistre les densités les plus élevées (tableau 11) comme dans les départements du Mfoundi (5064 hab./km²) et du Wouri (1978 hab./km²). Ce bassin est le poumon économique du pays. On y retrouve des entreprises de pêche, des industries (portuaires, pétrolières, chimiques...) et de grandes plantations agro-industrielles. Toutes ces activités engendrent diverses pollutions qui dégradent les ressources et accroissent le taux d'immigration dans la région. De même, la multiplication de l'implantation de complexes touristiques sur le littoral sableux, immédiatement en arrière plage, sans étude d'impact sur l'environnement, ni épuration des eaux adaptée fait craindre, des risques sur la qualité des eaux de baignade et un impact direct sur le tourisme.

III.5.2- Les écosystèmes fragiles et les problèmes environnementaux

Les principaux écosystèmes fragiles sont présentés dans le tableau 12.

Conclusion

De par sa diversité physique et sa position géographique, le Cameroun possède plusieurs écosystèmes fragiles naturels que sont les zones humides, flancs de collines et montagnes, forêt, zone sédimentaire, falaise, vallées, zone de savane, aires protégées...). Il possède aussi des écosystèmes fragilisés par les activités anthropiques qui y sont développées dans les grands centres urbains, les zones transfrontalières où règnent des trafics et de conflits armés, le tracé du pipe line

Tchad – Cameroun, etc.). Ces écosystèmes sont inégalement représentés dans les différents bassins hydrographiques du Cameroun et l'ampleur de leur dégradation

Tableau 11 : Données démographiques du bassin des Fleuves côtiers en 2008

| Province | Département | Pourcentage du département dans le bassin | Population en 2008 | Densité de la population en 2008 (hab/km ²) |
|--|----------------------|---|--------------------|---|
| Ouest | Bamboutos | 0,58 | 2 227 | 327,5 |
| Sud | Dja - Et - Lobo | 42,90 | 89 548 | 10,5 |
| Sud - Ouest | Fako | 100 | 443 209 | 211,8 |
| Ouest | Haut-Nkam | 100 | 244 919 | 255,7 |
| Est | Haut - Nyong | 16,88 | 44120 | 7,2 |
| Centre | Haute - Sanaga | 2,14 | 2 968 | 11,7 |
| Ouest | Hauts-Plateaux | 51,15 | 72 127 | 339,8 |
| Sud - Ouest | Kupé Manenguba | 100 | 151 113 | 44,4 |
| Sud - Ouest | Lebialem | 99,84 | 173 923 | 282,3 |
| Centre | Lékié | 31,12 | 133 075 | 143,1 |
| Sud - Ouest | Manyu | 88,13 | 188 419 | 22,4 |
| Centre | Mbam - Et - Inoubou | 24,10 | 44 450 | 25,9 |
| Centre | Méfou - Et - Afamba | 37,20 | 40 255 | 32,4 |
| Centre | Méfou - Et - Akono | 96,30 | 66 208 | 51,7 |
| Sud - Ouest | Meme | 100 | 361 885 | 116,5 |
| Ouest | Ménoua | 78,64 | 352 754 | 325,0 |
| Nord - Ouest | Mezam | 10,27 | 57 611 | 321,5 |
| Centre | Mfoundi | 93,06 | 1 399 732 | 5064,5 |
| Nord - Ouest | Momo | 70,99 | 182 557 | 143,5 |
| Littoral | Moungo | 100 | 545 531 | 146,5 |
| Sud | Mvila | 100 | 197 444 | 22,7 |
| Ouest | Nde | 18,53 | 27 607 | 97,8 |
| Sud - Ouest | Ndian | 100 | 156 256 | 23,6 |
| Littoral | Nkam | 97,87 | 79 014 | 12,8 |
| Centre | Nyong - Et - Kélé | 74,82 | 130 895 | 27,5 |
| Centre | Nyong - Et - Mfoumou | 83,18 | 130 601 | 25,4 |
| Centre | Nyong - Et - So'o | 99,92 | 172 075 | 48,1 |
| Sud | Océan | 100 | 160 393 | 14,2 |
| Littoral | Sanaga - Maritime | 43,52 | 87 948 | 21,7 |
| Sud | Vallée - Du - Ntem | 100 | 78 058 | 10,7 |
| Littoral | Wouri | 100 | 1 825 571 | 1977,9 |
| Population totale du bassin des fleuves côtiers | | | 7 642 493 | |

Tableau 12 : Caractéristiques, causes et problèmes environnementaux des écosystèmes fragiles du bassin des Fleuves côtiers

| Ecosystèmes | caractéristiques | Causes de la dégradation | Problèmes environnementaux |
|--------------------------|---|---|--|
| Zone Montagneuse | Zone mobile, sols fertiles et bien arrosés | Forte pression démographique, occupation anarchique de l'espace | Volcanisme, dégradation des sols et des eaux, éboulements de terrain et sédimentation des cours d'eau, érosion hydrique, manque d'eau |
| Zone côtière | Plages, présence des mangroves, proximité des grandes villes, estuaires | Pression démographique, destruction des mangroves, forte industrialisation, échanges internationaux, exploitation des sables des plages | Erosion (hydrique et côtière), pollutions, remontées d'eau salée sur le continent |
| Mangrove | Zone de frayère, biodiversité riche et variée | Déforestation, extraction de sable, pêche | Destruction des frayères, pollutions diverses, remontées d'eau salée sur le continent |
| Centres urbains | Densité élevée de la population | Urbanisation, industrialisation, migrations | Pollutions diverses, pression foncière |
| Zones humides | Cours d'eau, lacs, plages | Erosion, déforestation, industries, urbanisation | Envasement des cours d'eau, changement des régimes hydrologiques, eutrophisation, pollutions diverses, perte de la biodiversité (flore et faune) |
| Zone sédimentaire | nappe recouvrant une partie de la zone côtière | Forte pression anthropique, prélèvements anarchiques, variabilité climatique | Pollutions diverses, légère baisse des volumes |

peut rendre le bassin entier concerné à écologie fragile. C'est le cas du bassin septentrional du lac Tchad, le bassin septentrional du Niger et le bassin des Fleuves côtiers.

Chapitre IV : La désertification et les inondations

Introduction

De nos jours, les défis liés à l'eau tels que les phénomènes climatiques extrêmes (la désertification et les inondations) affectent sérieusement les ressources en eau. Dans certaines régions, ils prennent même une envergure catastrophique compte tenu des phénomènes de variabilité et de changements climatiques auxquels s'ajoute l'anthropisation. Au Cameroun, si l'ampleur de la désertification paraît critique dans les zones tropicales sèches du Nord Cameroun où sévit la sécheresse, tout le territoire camerounais par contre enregistre des phénomènes des inondations qui se manifestent différemment d'un bassin à l'autre. Ce chapitre a donc pour objectifs d'identifier et d'analyser les défis liés à l'eau que sont la désertification et les inondations dans les différents bassins hydrographiques du Cameroun.

IV.1- La désertification

IV.1.1 Généralités

Le terme désertification signifie une dégradation des terres survenant dans les régions arides, semi-arides et sub-humides sèches et résultant de divers facteurs, incluant les variations climatiques et les activités humaines. Le principal élément dans la désertification est la non disponibilité ou la quasi-absence d'eau ou des ressources en eau, ce qui rend les écosystèmes fragiles dans les régions affectées. Il existe cependant plusieurs autres causes qui peuvent créer des situations susceptibles de conduire à la désertification à savoir le déplacement des réfugiés pendant les périodes de conflits, une utilisation des sols ou une protection de l'environnement inadaptée, des facteurs socio-économiques et politiques spécifiques.

Pour le cas des variations du climat, lorsque les températures sont élevées pendant plusieurs mois, elles provoquent des sécheresses qui empêchent la végétation de se développer. C'est le cas des sécheresses observées au Cameroun. Pour ce qui est des activités humaines, celles qui entraînent la désertification sont principalement liées à l'agriculture. On distingue entre autres :

- le surpâturage détruit le couvert végétal (celui-ci protège pourtant les sols contre l'érosion et il maintient l'équilibre du cycle de l'eau) ;
- la surexploitation épuise les sols et les ressources en eau souterraine ;
- le déboisement détruit les arbres qui maintiennent la terre sur le sol, accentue l'érosion et perturbe le cycle de l'eau. Le bois est la principale source d'énergie domestique dans de nombreuses régions arides ;
- les mauvaises pratiques en matière d'irrigation entraînent une augmentation de la salinité, et assèchent les cours d'eau qui alimentent les lacs.

L'intensification des activités agricoles est due à la présence d'une population pauvre en majorité rurale. Ainsi la pauvreté oblige les populations dont la subsistance dépend de la terre à surexploiter celle-ci pour s'alimenter, se loger et disposer des sources d'énergie et de revenus. D'où la désertification qui est en même temps la cause et la conséquence de la pauvreté.

Le Cameroun, malgré sa grande diversité écologique et climatique est de plus en plus exposé à la désertification dont l'ampleur est décroissante du Nord au Sud. Ainsi en tenant compte de l'importance du phénomène de désertification sur la dégradation des terres, le MINEP et PNUD (2006) a délimité trois zones prioritaires qui couvrent les bassins suivants :

- le bassin septentrional du lac Tchad et le Nord du bassin septentrional du Niger qui constituent la zone septentrionale la plus touchée en raison de la fragilité du milieu naturel et des conditions climatiques plus sévères ; c'est la zone prioritaire I ;
- le bassin méridional du lac Tchad, le Sud du bassin septentrional du Niger et le Nord du bassin de la Sanaga (Adamaoua) qui constitue une zone de transition progressive entre la zone la plus touchée et la zone forestière la moins touchée, c'est la zone prioritaire II ;
- l'Ouest du bassin de la Sanaga (régions de l'Ouest et du Nord-Ouest) qui est caractérisée par les phénomènes d'érosion et de dégradation des terres en raison de la géomorphologie et de la forte pression démographique qui y règne ; c'est la zone prioritaire III.

Dans les autres bassins (le reste du bassin de la Sanaga, les bassins du Congo et des fleuves côtiers), on observe plutôt une dégradation des sols. Cette dernière est très accentuée dans les régions du Nord - Ouest et de l'Ouest à cause de la géomorphologie et des différentes activités anthropiques qui y sont exercées.

IV.1.2- Le bassin du Lac Tchad

IV.1.2.1- Le bassin septentrional

C'est la partie de l'Extrême - Nord du pays, soumise au climat soudano sahélien et qui est de loin la plus touchée par la désertification.

Les facteurs de la désertification sont à la fois d'ordre climatique et anthropique et l'action couplée de ces deux facteurs entraîne une forte dégradation des sols et un amenuisement des ressources en eau disponibles.

a)- Le climat

Le processus de la désertification est caractérisé dans cette zone par un climat aride et sec avec des températures moyennes voisines de 28°C, des écarts thermiques moyens de 7,7°C et une saison des pluies étalée sur 4 mois avec un maximum au mois d'août.

b)- La pression démographique

On observe dans le bassin une très forte pression démographique qui est passée de 1,4 millions d'habitants en 1976 à 2,47 millions d'habitants en 1995. Elle sera de 4,16 millions d'habitants en 2015. La répartition de cette population est inégale dans le bassin, les populations sont concentrées sur les pentes (monts Mandara), en disposition auréolaire autour des reliefs résiduels et le long des cours d'eau. La population en majorité rurale et pauvre est focalisée dans les activités agro-sylvo pastorales qui contribuent à la dégradation du milieu.

c)- L'agriculture

L'activité agricole contribue pour beaucoup à la désertification et à la dégradation des sols. On observe notamment une extension des terres cultivées et l'avancée du front pionnier à la recherche de nouvelles terres, au détriment des jachères et des ressources pastorales. L'analyse d'images satellitaires de la zone périphérique de Maroua montre que 34% des superficies ont été défrichées à des fins agricoles (Fotsing, 2006). Ce phénomène est lié à la pression démographique et à la saturation foncière.

La culture du coton, autrefois le pilier du développement agricole dans la zone, est aujourd'hui remplacée par d'autres cultures (sorgho, oignon, céréales, niébé...). En effet cette culture a contribué à la dégradation du sol par l'emploi des labours chimiques (emploi des herbicides suivi d'un semi direct) pour accroître la production. Selon Dongmo (2005), on est passé de 18500 ha en 1985 à plus de 129000 ha traités en 2000. On note aujourd'hui l'émergence de la culture du sorgho dans la zone (Babu et Muskuwari). En 1996, les Muskuwari couvraient près de 57000 ha et fournissaient la moitié de la production de sorgho de la zone. Cet agro-système développé en premier dans le Diamaré est en voie d'être adopté partout, depuis les piémonts des monts Mandara jusqu'au Logone (MINEP et PNUD, 2006).

Les cultures en terrasse sur les monts Mandara aujourd'hui abandonnées du fait de l'exode rural entraînent une forte exposition des sols à l'érosion hydrique.

d)- L'élevage

On note une surexploitation des écosystèmes naturels par le pâturage. Avec les caprices du climat, les éleveurs en principe sédentaires font de la transhumance un recours essentiel en saison sèche. Les résidus de récolte estimés à 0,5 million de tonnes de matière sèche par an n'assurent la nutrition du cheptel estimée à un million d'Unités Bovines Tropicales (UBT), que pendant deux mois pour une ration d'entretien, pourtant la saison de soudure est longue (MINEP et PNUD, 2006). On assiste à un dépassement de la capacité des charges des pâturages à plusieurs endroits entraînant la formation des hardés et le manque d'infiltration des eaux de ruissellement avec pour conséquence l'insuffisante recharge des eaux souterraines.

e)- L'exploitation forestière

La forte exploitation des ressources forestières s'effectue pour la recherche du bois de chauffe et de service. En effet plus de 80% des ménages utilisent du bois de feu

alors que la quantité de biomasse ligneuse diminue par rapport au niveau d'exploitation des peuplements forestiers. La capacité de production totale du bois dans la zone est passée de 2,78 millions de stères par an en 1987 à 4,1 millions de stères par an en 1995 et la demande atteindrait environ 6,7 millions de stères par an en 2010 (Madi *et al.*, 1996 ; Truye, 1995 ; MINEP et PNUD, 2006). Cette exploitation a pour conséquence de modifier la richesse et la diversité floristique de la zone entraînant ainsi un déséquilibre dans le cycle de l'eau et la formation des hardés. Les pressions climatique et démographique observées dans la zone mettent l'équilibre des ressources en eau disponibles en péril. Le tableau 13 présente les zones dégradées et les problèmes environnementaux observés.

Tableau 13 : Caractéristiques et problèmes hydriques rencontrés dans les zones de désertification du bassin septentrional du Lac Tchad

| Zones dégradées | Caractéristiques | Problèmes hydriques |
|----------------------------------|---|--|
| Bassin du Lac Tchad | Périodiquement inondée, végétation dégradée, zone de conflit (proximité avec le Nigeria et le Tchad), zone de pêche, élevage, agriculture et commerce, population à dominance étrangère | Forte évaporation des eaux et ensablement du lac dû à la coupe anarchique des arbres, assèchement du lac due à la forte évaporation des eaux, transhumances causées par l'assèchement des mares et la réduction de l'espace pastoral |
| Rives du Logone | Frontalière au Tchad, zone de pêche, riziculture et du maraîchage, transhumance, migrations | Réduction des surfaces inondables causée par la forte évaporation et la prolifération des canaux de pêche, divagation des pachydermes |
| Yaérés et aires protégées | Richesse de la biodiversité, zone de pâturage, riziculture, culture du mil et du maïs | Diminution des surfaces inondées, modification des écosystèmes par le barrage de Maga, baisse du rendement de pêche, prolifération des canaux de pêche, braconnage, divagation des pachydermes due à l'assèchement des mares |
| Plaine du Diamaré | Réserves forestières, zone d'accueil et de départ des migrants | Forte consommation du bois de chauffe entraîne, changement du régime des cours d'eau, assèchement et /ou ensablement des rivières et des points d'eau |
| Monts Mandara | Endémisme climatique, forte densité de la population, source des Mayos, cultures en terrasse sur brûlis | Erosion hydrique, déficits en eau potable |

IV.1.2.2 Le bassin méridional du Lac Tchad

Le bassin méridional du Lac Tchad appartient à la zone de transition entre la partie la plus touchée par la désertification et la zone de forêt. On y observe une avancée du désert favorisée par un climat sec de type tropical d'altitude et une population de plus en plus croissante dont les migrations entraînent une forte dégradation des ressources naturelles qui est cause de la désertification.

On y observe une forte croissance de l'exploitation forestière. La consommation de bois dans la ville de N'Gaoundéré est évaluée à environ 275.000 stères par an, tous les ligneux des environs immédiats de cette ville sont attaqués y compris les périmètres de reboisement et surtout la réserve forestière qui a complètement disparue (MINEP et PNUD, 2006). La zone des ranchs autour de N'Gaoundéré, est plus affectée par ce phénomène car Il y règne une intense activité pastorale.

En résumé, le principal facteur physique qui contribue à la désertification dans le bassin du Lac Tchad est le facteur climatique, marqué par une baisse régulière de la pluviométrie. Il est suivi de la pédologie, dominée par les vertisols à prépondérance d'argile, caractérisés par une aridité climatique forte.

IV.1.3- Le bassin du Niger

Pour une meilleure prise en compte des spécificités de la désertification, le bassin du Niger a été subdivisé en deux ; le Nord et le Sud avec pour limite physique la Bénoué.

IV.1.3.1- Le Nord du bassin septentrional du Niger

Le Nord du bassin septentrional du Niger présente les mêmes caractéristiques physiques et la même problématique de la désertification que celles du bassin septentrional du lac Tchad. Les indices de la désertification sont :

- un climat aride sec de type Soudano-sahélien ;
- une pression démographique élevée.

La population est passée de 448000 habitants en 1987 à 2,54 millions en 2000 et serait de 3,57 millions en 2010 et de 5,06 millions d'habitants en 2015 (MINPAT, 1999). La forte croissance de la population inégalement répartie dans la zone est le résultat des migrations spontanées des agriculteurs, pêcheurs et artisans camerounais et des pays voisins à cause de la saturation foncière dans l'Extrême Nord. Cet afflux entraîne une forte pression sur les terres agricoles et les pâturages avec une incidence significative sur les aires protégées et les zones d'intérêt cynégétique (ZIC). La population en majorité rurale et pauvre est focalisée dans les activités agro-sylvo pastorales.

En agriculture on observe :

- une extension des terres cultivées et l'avancée du front pionnier à la recherche de nouvelles terres, au détriment des jachères et des ressources pastorales ;
- la pratique des feux de brousse et à de brefs intervalles qui favorise l'érosion des sols et l'envahissement des espèces épineuses ;
- la culture du coton y demeure le moteur de l'agro-système. On distingue également d'autres cultures (sorgho, oignon, céréales, niébé...). La production du niébé aurait doublé ces dernières années à côté du recul de la riziculture et de la culture à grande échelle de l'arachide.

Le pâturage dans la zone est similaire à celui observé dans le bassin septentrional du lac Tchad avec une surexploitation des ressources naturelles due au dépassement de la capacité de charge. En effet, dans ces deux bassins, en 1974 la superficie pâturable s'élevait à 7 millions d'ha pour 160000 UBT, elle est à présent réduite à 3,5 millions d'ha y compris les 800 000 ha de terre hardé et abrite un effectif de 1 080 000 UBT plus important que celui de 1974 (MINEP et PNUD, 2006).

L'exploitation forestière se fait de plus en plus croissante dans la zone. La distance moyenne à parcourir pour trouver du bois s'allonge au fil des ans et est en moyenne de 60 km pour la ville de Garoua. La demande de bois en l'an 2 000 était estimée à 696 000 stères/an soit une superficie exploitée de 225 000 ha pour une population de 370 000 habitants. Cette forte exploitation des ressources végétales déséquilibre le cycle de l'eau et accroît l'aridité du climat. Le tableau 14 présente les zones dégradées et les problèmes observés au Nord du bassin septentrional du Niger

Tableau 14 : Caractéristiques et problèmes hydriques rencontrés dans les zones de désertification au Nord du bassin septentrional du Niger

| Zones dégradées | Caractéristiques | Problèmes hydriques |
|------------------------|--|---|
| Autour des Lacs | Pression démographique tout autour et dans les ZIC | Ensablement, diminution des surfaces inondables, perte de la biodiversité |
| Mayo Louti | Pluviométrie relativement bonne, zone d'accueil des migrants de l'Extrême Nord, zone agropastorale, zone minière | Inondations dues à l'occupation anarchique des terres par les migrants, pollutions diverses |

IV.1.3.2- Le Sud du bassin septentrional du Niger

Cette zone constitue la zone de transition progressive vers l'Adamaoua. Les caractéristiques de la désertification peuvent être assimilées à celle de l'Adamaoua (Nord du bassin de la Sanaga). En fonction des mouvements des populations, de la biodiversité, du relief, du régime hydrologique et des activités agro-sylvo pastorales, les principales zones affectées par la désertification sont présentées dans le tableau 15.

Tableau 15 : Caractéristiques et problèmes hydriques rencontrés dans les zones de désertification au Sud du bassin septentrional du Niger

| Zones dégradées | caractéristiques | Problèmes hydriques |
|---|--|---|
| aires protégées (parcs nationaux et ZIC) | Zones d'accueil des migrants | Amenuisement des ressources en eau |
| zone de Mbé au Nord de la falaise | Zone de pâturage, expansion de l'agriculture sur brûlis (migrations) | Dégradation des sols entraînant la raréfaction des ressources hydriques |
| Sud-Est de la Bénoué | Principale zone de migration, grand bassin cotonnier. | Dégradation des sols entraînant la raréfaction des ressources hydriques, pollutions. |
| monts Tchabal Mbabbo | Zone de pâturage et moins peuplée, source des cours d'eau. | Amenuisement des ressources en eau par la transhumance, application du ranching, conflits agriculteurs éleveurs |

IV.1.4- Le bassin de la Sanaga

Dans ce bassin, la zone concernée par la désertification est celle située au Nord du bassin de la Sanaga (au niveau de l'Adamaoua). Dans le reste du bassin on assiste plutôt à de fortes dégradations du sol surtout dans la partie Ouest. Le climat qui y règne (climat montagneux de type subéquatorial avec des précipitations annuelles variant de 1500 à 2600 mm) ne saurait conduire à une indisponibilité des ressources en eau.

IV.1.4.1- Le Nord du bassin de la Sanaga (région de l'Adamaoua)

C'est la zone de transition entre le Nord plus aride et les forêts humides du Centre et Sud. Le climat est du type soudanien. Château d'eau du Cameroun, elle est caractérisée par une longue saison pluvieuse (avril à novembre) et une courte saison sèche (novembre à mars) qui réduisent ainsi l'acuité du phénomène de désertification. Toutefois, les nombreuses migrations des populations en provenance de l'extrême Nord et des pays voisins entraînent actuellement l'avancée du front cotonnier. De même, l'intensification des activités agropastorales et d'exploitation forestière expose de plus en plus cette zone à la désertification.

Les caractéristiques de la désertification sont diverses. Au niveau du climat, ce milieu constitue la zone de transition entre le climat soudanien tropical humide du Sud et soudano – sahélien du Nord. C'est alors une zone qui est soumise à des aléas climatiques (variabilité et changement climatiques) qui la rendent fragile à l'avancée de la désertification.

Le Nord du bassin de la Sanaga est une zone d'accueil pour de nombreuses populations de diverses origines venues profiter des nombreuses ressources naturelles inexploitées. Sa population connaît de ce fait une croissance exponentielle. Estimée à 359 334 habitants en 1976 et à 495185 habitants en 1987, elle sera de 947 708 habitants en 2010 (MINEP et PNUD, 2006). Cette population est répartie de manière inégale et est plus concentrée aux abords des zones humides.

L'agriculture passe de plus en plus de l'agriculture de subsistance à l'agriculture de rente. On note l'avancée rapide du front cotonnier venant du Nord, qui est à l'origine des conflits d'occupation de l'espace et d'un défrichement incontrôlé (cultures itinérantes sur brûlis), causes de la dégradation des ressources du milieu.

Le Nord du bassin de la Sanaga regroupe 40% du cheptel national mais, au fil du temps, l'espace pastoral se réduit (conséquence de l'expansion des activités agricoles et des aires protégées). La zone connaît de ce fait des conflits de l'utilisation de l'espace, le surpâturage et l'embuissonnement des aires de parcours. Durant la période d'avril à novembre (saison pluvieuse), on observe une transhumance des bovins en provenance du Nord du pays et des pays voisins ; c'est ainsi qu'on estime que le rapport est d'environ 2 000 000 UBT pour 1 000 000 ha ce qui est loin de satisfaire les besoins qui sont de 17 UBT pour 100 ha.

On assiste à une baisse de la production et de la diversité halieutique autour du barrage de Mbakaou et dans la plaine Tikar. Les causes sont l'envasement des cours d'eau et les mauvaises pratiques de pêche.

L'exploitation des ressources forestières est de plus en plus croissante. On estime que 80 à 90% des populations utilisent le bois ou ses dérivés comme source d'énergie dans la zone.

Le tableau 16 présente les zones dégradées et les problèmes environnementaux observés (Annexes 7 et 8).

Tableau 16 : Caractéristiques et problèmes hydriques rencontrés dans les zones de désertification au Nord du bassin de la Sanaga

| Zones dégradées | Caractéristiques | Problèmes hydriques |
|---------------------------|---|---|
| Barrage de Mbakaou | Zone de pêche et de pâturage, présence de galeries forestières | Envasement du barrage et du cours d'eau due au déboisement des berges et des forêts galerie. Cet envasement entraîne une baisse de la production et de la diversité halieutique |
| Plaine Tikar | Basses terres de savane arborée à la transition entre la forêt dense humide et la savane d'altitude | Envasement des cours d'eau due à la déforestation, influencée par le barrage de la Mapé. L'envasement du cours d'eau entraîne une baisse de la production et de la diversité halieutique. |

IV.2- Les inondations

IV.2.1- Généralités

Selon l'Institut international de l'eau de Stockholm (SIWI), pour la période 1996-2005, environ 80% des catastrophes naturelles étaient d'origine météorologique ou hydraulique, et les inondations auraient lors de cette décennie affectée en moyenne 66 millions de personnes par an entre 1973 et 1997. Ce sont les catastrophes naturelles qui produisent le plus de dégâts.

Les inondations peuvent avoir de nombreuses causes, cumulables dont les plus importantes sont :

- les causes naturelles, liées aux aléas climatiques et phénomènes météorologiques extrêmes ou à la morphologie du terrain qui empêche l'écoulement habituel de l'eau ;
- les causes anthropiques directes ; le drainage, l'irrigation, l'imperméabilisation et la dégradation des sols, certaines pratiques agricoles intensives et le phénomène de l'urbanisation peuvent accélérer le ruissellement de l'eau et en limiter l'infiltration ;
- les causes humaines indirectes, liées aux modifications climatiques globales (émissions de gaz à effet de serre qui entraîne la fonte des glaciers et qui provoque une montée du niveau des océans, des cours d'eau, ou encore cela pourrait entraîner des cyclones plus intenses).

Le Cameroun n'est pas épargné de nos jours par cette catastrophe d'origine naturelle et anthropique. Tous les bassins hydrographiques sont soumis à des inondations qui se manifestent différemment d'un bassin à l'autre. Toutefois celles-ci sont liées aux aléas climatiques, au relief et aux facteurs anthropiques. Pour une meilleure analyse, l'exposé relatif aux inondations sera présenté par bassin hydrographique.

IV.2.2- Le bassin du lac Tchad

La partie septentrionale du bassin du lac Tchad est la plus touchée par les phénomènes climatiques extrêmes des inondations en raison de son relief majoritairement plat qui ne facilite pas l'écoulement des eaux pluviales. Les principales zones d'inondations identifiées dans ce bassin sont :

- les barrages de retenue ;
- les mares ;
- les mayos qui sont des cours d'eau temporaires ;
- les rives du Logone ;
- la plaine d'inondation de Waza Logone ou "Yaérés" ;
- les zones d'inondation des localités de Yagoua, Mokolo, Kolofata et Maroua.

IV.2.2.1- Les barrages de retenue

Les barrages de retenue d'eau sont au nombre de 18. Les plus importants sont ceux de Maga, Mokolo, Chidfi, Tourou ou sont observées les inondations pendant certaines années.

IV.2.2.2- Les mares

Il y'a environ 71 mares Elles sont naturelles ou artificielles. Ces dernières ont été réalisées par différents projets de la place et le MINEPIA pour constituer des réserves d'eau qui serviront au moment opportun à l'élevage, l'agriculture et autres.

IV.2.2.3- La plaine d'inondation de Waza Logone ou "Yaérés"

La plaine d'inondation de Waza Logone ou "Yaérés" est une entité géographique rattachée au bassin du Lac Tchad, qui elle-même est une zone d'inondation d'environ 2.5 millions de km². D'une superficie de près de 800 000 ha, la plaine de Waza fait partie d'une vaste unité géomorphologique que l'on retrouve également au Nigéria, au Niger et au Tchad. Encore appelée "Yaéré" (ou plaine périodiquement inondable en langue locale), elle reçoit des eaux issues des cours d'eau torrentiels et temporels des monts Mandara et une partie des eaux issues de débordements du cours d'eau Logone. Elle est donc extrêmement importante pour son écologie particulière, influencée à la fois par des contraintes naturelles et anthropiques. Cette zone appartient donc à l'ensemble des écosystèmes dits zones humides (cf chapitre. II), appelés à remplir des fonctions vitales sur les plans écologiques, socio-économiques et culturelles (UICN et CBLT, 2007).

L'abondance des ressources naturelles de cette plaine lui confère une grande valeur économique, sociale et culturelle. Plus de 200 000 personnes, constituée par une multitude de communautés ethniques vivent dans cette zone et dépendent des activités de pêche, d'élevage et d'agriculture.

Il faut signaler que les eaux permanentes (Logone et lac de Maga) et celles des inondations temporaires favorisent une pêche abondante dans la région. Les pâturages riches en espèces fourragères se développent en saison sèche (après le retrait des eaux de crues). Ces pâturages nourrissent à la fois la faune sauvage et les troupeaux de bétail appartenant aux bergers sédentaires nomades ou transhumants. L'agriculture s'appuie sur la riziculture et sur le sorgho de contre saison.

Lorsque les inondations sont exceptionnelles, elles peuvent créer des dégâts matériels, la destruction de certaines cultures et la baisse des rendements de certaines céréales et légumineuses. Mais compte tenu de la raréfaction des eaux dans la région (pluies, eaux de surface et souterraine), les impacts des inondations dans les Yaérés, ainsi que dans certains barrages et certaines mares peuvent être considérés comme positifs car, lorsque les inondations sont bien gérées et lorsqu'elles arrivent au bon moment, elles permettent la survie de plusieurs personnes, des animaux et des végétaux.

En effet, sur le plan de la biodiversité, la plaine de Waza Logone a une richesse reconnue sur les plans national, régional et international. Elle abrite les Parcs Nationaux de Waza (170 000 ha de superficie) et qui est reconnu par l'UNESCO comme une réserve de la Biosphère ; Kalamaloué (4 500 ha). Ces deux parcs et leurs zones environnantes contiennent un grand nombre d'espèces de plantes, de mammifères et d'oiseaux qui dépendent des inondations annuelles.

Malgré ce potentiel naturel, la plaine d'inondation connaît des problèmes importants. L'insuffisance des inondations récurrentes observées ces dernières années dans les Yaérés sont synonymes d'une diminution de la biodiversité (flore, faune, productions agricoles et halieutiques, etc) et des activités de la population. Cette baisse couplée à la mauvaise gestion de la plaine est indirectement à l'origine des différents conflits entre agriculteurs, éleveurs, pêcheurs, etc.

Cette baisse des inondations est surtout causée par la variabilité et les changements climatiques qui ont pour corollaire la baisse de la pluviométrie, l'augmentation des températures et de l'évaporation, la diminution des ruissellements et des écoulements dans le cours d'eau Logone et les mayos, la perturbation du régime hydrologique dans la plaine. On peut également citer le barrage de Maga et les phénomènes de canaux de pêche qui diminuent les apports d'eau dans les Yaérés ; Enfin le déboisement dans le bassin amont (feux de bois, agriculture, constructions humaines) qui a pour conséquence une augmentation de l'érosion hydrique donc de l'envasement et la sédimentation des mayos et des Yaérés.

IV.2.2.4- Les zones d'inondation de Yagoua, Mokolo, Kolofata et Maroua

D'après le Rapport sur l'Etat de la Protection Civile au Cameroun établi par le MINATD /DPC (2008), Plusieurs villes du bassin septentrional du lac Tchad sont touchées par les inondations.

a)- Les inondations dans la localité de Yagoua

A la suite des pluies diluviennes qui s'y sont abattues en août 2007, cette localité a été en proie à des inondations qui ont entraîné la destruction des cases, des plantations et des récoltes stockées dans les greniers entraînant ainsi des risques de famine dans cette région. C'est ainsi que l'arrondissement de Guémé, situé à environ 25 km de Yagoua avec ses villages et les arrondissements de de Doukoula et Maga se sont retrouvés les pieds dans l'eau du fait des crues à cinétique rapide des mayos (mayo Danay).

Cette inondation a été ainsi accentuée par la topographie plane et la pédologie de la région où les sols argileux et très peu perméables entraînent une longue stagnation des eaux. Les routes desservant la région ont été coupées, toutes les activités arrêtées pendant quelques jours. Les plus téméraires allaient récolter les produits épargnés par les eaux perchés sur des pirogues. La localité de Maga a été coupée pendant plusieurs jours des localités voisines, que ce soit Pouss à l'Est vers la frontière du Tchad, ou Guirvidig à l'Ouest.

b)- Les inondations dans la localité de Mokolo

Les inondations de Mokolo ont été causées par l'accumulation des pluies au début du mois d'août 2007 qui ont entraîné les crues du Mayo Louti. La forte densité de la population de la ville de Mokolo expliquerait en grande partie l'ampleur des dégâts enregistrés. Les eaux du Mayo Louti ont détruit de nombreuses habitations, faisant ainsi des centaines de sans – abri. Ces inondations ont aussi momentanément coupé Mokolo du reste de la région de l'Extrême – Nord. Elles avaient mis hors d'usage la quasi-totalité des puits des quartiers affectés. L'approvisionnement en eau devenait donc quasi – impossible pour des nombreuses personnes qui n'avaient d'autre choix que de consommer ces eaux souillées avec tous les risques de maladie. Les inondations ont également détruit des greniers contenant les réserves alimentaires de plusieurs familles. Le petit bétail a également été emporté par les eaux en furie d'où un risque de suraccident qui concerne la survenue de la famine dans la localité. Au-delà des dégâts matériels, les services de la préfecture du Mayo Tsanaga font état de ce que ces inondations ont causé plusieurs morts. Six personnes ont en outre été portées disparues.

c)- Les inondations dans la localité de Kolofata

Les inondations de Kolofata (département du Mayo Sava) ont été causées par l'accumulation des pluies diluviennes du 04 au 05 septembre 2007 qui ont entraîné les crues du Mayo Gancé. Les zones les plus affectées par cette catastrophe sont les villages Chéripouri, Mbanari, Gancé et Gouzoudou. Le bilan est lourd et fait état de 1405 cases détruites, 713 familles sinistrées, 251 ha de cultures détruites, et un stock de produits agricoles disparu. Pour ce qui est du bétail, on déplore : la perte de 121 têtes de petits ruminants et 167 têtes de volaille. Presque toutes les cases ont été détruites. Au total, la catastrophe a causé de nombreux dégâts matériels et laissé de nombreuses familles sans abri. Les dégâts matériels sont estimés à près de 1 119 398 750 FCFA.

Les pertes attribuables à ces inondations vont bien au – delà des seules pertes économiques. Outre les besoins physiques, on a noté que les victimes éprouvent plusieurs troubles : anxiété, craintes, impression d'être sans recours, confusion. Bien qu'il ne soit pas possible d'en faire un bilan formel, on constate sur le terrain que ces inondations ont créé des dommages psychologiques énormes au sein des populations.

d)- Les inondations dans la localité de Maroua

Durant la période comprise entre juillet 1994 et août 2006, la ville de Maroua (chef lieu de la région de l'Extrême – Nord) a été frappée par une série de six inondations de grande ampleur (tableau 17). Les dégâts humains et matériels évalués par la commission de recensement fait état de 129 morts, 4812 personnes sans abris et une perte d'environ 2 257 735 860 FCFA (Bouba, 2009).

Ces diverses catastrophes interviennent à la faveur de plusieurs causes dont les unes sont d'origine naturelle et les autres d'origine anthropique. Parmi les causes naturelles, on distingue la pluviométrie, le relief. Les causes anthropiques concernent

le mauvais système d'occupation des espaces et la mauvaise gestion des déchets solides domestiques.

Dans les villes du bassin septentrional du bassin du lac Tchad, les inondations récurrentes ont pour conséquences : la destruction des habitations et des infrastructures, la pollution des sources et cours d'eau, l'accroissement des maladies hydriques, des dommages psychologiques et des pertes en vie humaine. Deux facteurs conjugués expliquent cette catastrophe à savoir :

- les facteurs naturels que sont : la pluviométrie, un relief très plat qui ne facilite pas l'écoulement des eaux pluviales (plaine du Diamaré jusqu'au Logone et pédiplaine de Kaélé) et un niveau piézométrique sub-affleurant à certains endroits ;
- les facteurs anthropiques que sont : la mauvaise occupation de l'espace due à la forte densité de la population, le manque de canalisation des eaux pluviales, le mauvais dimensionnement des ouvrages quand ils existent, les rejets sauvages dans la nature, etc.

Dans ce dernier facteur, la population joue un grand rôle dans l'ampleur de ces catastrophes. En effet, la population est très inégalement répartie dans le bassin septentrional du Lac Tchad. Les zones de fort peuplement telles que la région du Diamaré et la vallée moyenne du Logone contrastent avec le vide démographique du reste de la plaine. C'est précisément dans ces zones de fort peuplement que le bât blesse. La croissance démographique est telle que les populations occupent les champs d'expansion des cours d'eau de la région (mayos et Logone). Elles partent ainsi des secteurs exondés de la plaine du Nord vers ces plaines d'inondation devenues fertiles du fait des limons qui y sont charriés et déposés depuis des années par les cours d'eau saisonniers.

IV.2.3- Le bassin du Niger

Dans le bassin septentrional du Niger, les inondations sont surtout liées à la dynamique urbaine et à celle du barrage de Lagdo. Le barrage de Lagdo permet entre autres la production d'électricité destinée aux utilisateurs des provinces de l'Adamaoua, du Nord et de l'Extrême Nord. Elle est aussi utile pour les activités dans un périmètre irrigué d'environ 1000 ha qui a été aménagé en aval du barrage. Ces activités agricoles permettent la production de riz et d'autres cultures vivrières. La pêche se pratique dans la retenue elle-même ainsi que dans les étangs aménagés à l'aval.

Les principales zones d'inondation du bassin septentrional du Niger sont :

- les zones situées en amont et en aval du barrage de Lagdo dans les vallées alluviales de la Bénoué. Ces dernières sont semblables aux Yaérés ;
- la ville de Tcholliré ;
- la ville de Garoua ;
- la ville de Pitoa.

Tableau 17 : Récapitulatif des catastrophes d'inondations dans la ville de Maroua

| Inondations | Quartiers sinistrés | Nombre de personnes concernées | Dégâts matériels enregistrés | Coût des dégâts estimés |
|------------------------------|---|--|---|-------------------------|
| 21 juillet 1994 | Domayo – Pont | 35 morts par noyade, 50 ménages (d'environ 500 personnes) sans abri | 15 villas, 40 cases, 500 m de clôtures complètement endommagées | 30 850 000 Fcfa |
| 17 août 1997 | Domayo – Hardé | 07 morts, 46 ménages (d'environ 500 personnes) sans abri | 30 villas, 92 cases détruites. 01 troupeau de 52 chèvres emportées par les eaux | 750 100 000 Fcfa |
| 17 août 2000 | Domayo – Hardé, Doursoungo | 13 morts, 86 ménages (d'environ 600 personnes) sans abri | 120 maisons (dont 30 villas détruites, 03 sociétés (NOTACAM, SODECOTON, SIPHRAMA) endommagés | 134 000 000 Fcfa |
| 15 août 2005 | Baouliwol | 03 morts (dont tous sont des enfants) et une famille de 7 personnes sans abri | 01 villa, 01 studio et 200 m de mûr de clôtures détruites | 8 136 000 Fcfa |
| 25 au 27 juillet 2005 | Pallar I, Pallar II, Domayo, Zokok, Ouro Tchédé, Founangue, Doualare, Djarengol | 11 morts par noyade et 411 victimes de cholera parmi lesquels 58 rendent l'âme, 512 paysans perdent leur culture | 76 maisons en terre battue, 02 mosquées, 670 m de clôtures détruites, endommagement de la NOTACAM (36 000 peaux détruites, 03 essoreuses endommagées, 03 tonnes de chrome, 03 tonnes de sulfure de sodium versé, 900 ha de cultures détruites | 1 158 013 860 Fcfa |
| 05 août 2006 | | 02 morts et environ 150 personnes sans abri | 15 maisons en terre battue et 03 villas complètement détruites, 68 balles de fibre de coton endommagées. | 125 000 000 Fcfa |
| Bilan | | 129 morts et environ 4812 personnes affectées | | 2 257 735 860 Fcfa |

(Source : Bouba, 2009)

Ces inondations proviennent d'une part à la morphologie plane des villes qui ne permettent pas l'évacuation rapide des eaux pluviales, et d'autre part à l'occupation anarchique des espaces liée à la forte migration enregistrée dans ces zones, aux rejets domestiques sauvages qui s'y accompagnent, au manque d'assainissement et à l'incivisme de la population, etc.

La croissance démographique est telle que les populations occupent les champs d'expansion des eaux de débordement de la Bénoué et des mayos (pour ce qui est de la zone rurale) et des canaux d'évacuation des eaux pluviales et de rejets divers (dans la zone urbaine).

L'ensablement du lit de la Bénoué surtout en amont du barrage de la retenue de Ladgo explique également les inondations récurrentes observées dans le bassin amont de Lagdo.

Dans le bassin méridional du Niger, les inondations récurrentes sont observées dans les villes de Bamenda et de Nkambe. Celles-ci sont liées à la géomorphologie et à la dynamique urbaine. En effet les inondations sont observées dans les parties basses des villes et on estime actuellement une densité moyenne comprise entre 300 et 400 hab/km² pour Bamenda, 100 à 200 hab/km² pour la ville de Fundong et 50 à 100 hab/km² pour Nkambé. Ceci correspond à une population moyenne comprise entre 300 000 et 400 000 habitants pour la seule ville de Bamenda en 2008.

IV.2.4- Le bassin de la Sanaga

Quatre types d'inondations peuvent être observés dans le bassin de la Sanaga :

- les inondations liées à une dynamique morphométrique ;
- les inondations liées à la dynamique urbaine ;
- les inondations liées aux lacs de retenue ;
- les inondations liées à la dynamique côtière.

L'ampleur de ces inondations est relative d'une zone à une autre. 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 qui ne permettent pas d'observer les inondations. L'une des parties les plus élevées de la Dorsale camerounaise correspond au pays bamiléké.

On note également dans le bassin de la Sanaga, plusieurs inégalités du relief qui prennent de plus en plus d'importance de l'Est vers l'Ouest. Dans la moyenne Sanaga, il se creuse une dépression assez marquée où 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. C'est dans ces zones basses limitées par des massifs que l'on observe certaines inondations au niveau des vallées occupées par des lits de cours d'eau. 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. La Sanaga se jette alors dans l'Océan au niveau de l'estuaire de la Sanaga. Ici, on observe des inondations qui sont surtout liées aux remontées marines.

Quelques inondations sont également rencontrées dans les grandes villes du bassin de la Sanaga comme Edéa, Bafoussam, Bafia, etc ; mais ce sont des phénomènes cycliques qui ne créent pas de vrais dégâts. Par contre au niveau des surfaces situées en amont des zones d'impact des barrages de retenue de Bamendjing, Mapé et Mbakaou, les inondations sont importantes et sont surtout liées à la fermeture et à l'ouverture des vannes de ces barrages. Les impacts parfois prévisibles sont caractérisés par des dégâts matériels, les pertes au niveau des cultures, la dévastation des champs, des pollutions des sources d'eau, etc.

IV.2.5- Le bassin du Congo

La majorité de cette zone appartient au plateau de Sud Cameroun d'altitude moyenne comprise entre 600 et 900 m. Elle comprend une succession des collines arrondies et convexes (structures en demie - orange) parsemées parmi les régions à basse altitude, couvertes de plusieurs bas fond marécageux. Ces dernières généralement occupées par des cours d'eau temporaires (ceux qui n'apparaissent qu'en saison de pluies) et permanents sont le lieu des inondations récurrentes.

Les dégâts causés par ces inondations ne sont pas très importants puis qu'ils sont prévisibles. On peut ainsi citer la vallée de la Kadey (partie camerounaise) à l'Est avant la frontière congolaise qui est soumise aux inondations récurrentes. C'est une des zones humides les plus importantes après celles de Waza Logone et de Barombi à cause de sa biodiversité.

Il y'a également la vallée du Dja au niveau de la ville de Mintom qui est une zone régulièrement inondée. L'intérêt de cette zone est la présence des gisements de calcaires de Mintom qui présente de bons indices miniers mais dont l'exploitation est difficile à cause de la présence de l'eau (figure 32). En effet, la montée des eaux de la rivière Dja et de ses affluents dans cette région rend difficile la mise en œuvre d'un projet minier à plusieurs niveaux dont les plus cruciaux sont l'exploitation proprement dite et le transport des produits.



(Source : photo Ndam Ngoupayou)

Figure 32 : Affleurement de calcaire sur le ruisseau Faya, affluent du Dja

IV.2.6- Le bassin des fleuves côtiers

Les inondations sont très importantes et apparaissent de façon récurrente dans le bassin des fleuves côtiers. Elles sont surtout observées au niveau de :

- la zone côtière ;
- les grandes agglomérations du bassin des fleuves côtiers comme Douala, Yaoundé, Limbé, Kribi, Edéa, Mbalmayo, Mundemba, Kumba, Nkongsamba, Yabassi ;
- la partie amont du Nyong (vallée du Nyong) entre la source du Nyong à Abong-Mbang et le village d'Olama situé à la limite de la zone côtière ;
- la partie amont de la vallée du Ntem ;
- la vallée de Yabassi sur le fleuve Nkam.

Les cas des inondations enregistrées ces dernières années dans les villes de Yaoundé et de Douala sont exposés ci-dessous. Ces deux villes font partie du bassin des fleuves côtiers et correspondent aux cas les plus extrêmes.

a)- Les inondations à Yaoundé

Les inventaires des risques naturels, réalisés par la Direction de la protection civile camerounaise en 2002, classent la ville de Yaoundé dans les zones exposées aux risques de mouvement de masse, tremblement de terre et d'inondations. Tout au long des décennies 1980, 1990 et 2000, plus de 50 inondations plus ou moins dramatiques et spectaculaires ont été recensés, quelques unes parmi les plus importantes sont (Zogning, 2005) :

- le 15 mai 1983 ; une grande inondation survenue au centre ville a causé des dommages évalués à 5 millions de Fcfa (Cameroun Tribune n°2668) ;
- le 26 août 1986, une pluie diluvienne (87 mm) a emporté le pont construit à la Voirie Municipale par l'office du Transcamerounais (Cameroun Tribune n° 3656) ;
- le 27 septembre 1990, des inondations et glissements de terrain ont causé d'énormes dégâts et tué 08 personnes, après une pluie de 46.8 mm (Cameroun Tribune n° 4730) ;
- le 12 septembre 1997 et le 08 février 2000, la ville a été coupée en deux et la circulation bloquée par le Mfoundi qui a inondé la Poste Centrale et la Rue Mfoundi avec plus d'un mètre de hauteur (Cameroun Tribune n° 6432) ;
- le 26 février 2003, 05 personnes ont trouvé la mort dans la vallée de SHELL Obili, à la suite d'une inondation nocturne ;
- le 29 mai 2007, la ville a été coupée et la circulation bloquée par les crues du Mfoundi qui a inondé la Poste Centrale, l'Avenue Kennedy. Le bilan estimé même s'il n'y a pas eu de morts est : activités arrêtées, magasins fermés, marchandises endommagées, bureau hors de service. Les pertes estimées à plusieurs millions de francs Cfa par les propriétaires des magasins de la zone sinistrée (figure 33) ;
- les 04 et 26 avril 2008, le quartier Nkolbisson, situé à la périphérie de Yaoundé, a subi des inondations spectaculaires (figure 34) ; on a enregistré 03 morts, 500 âmes sans abri, des pertes estimées à plusieurs millions de francs Cfa et le déguerpissement des riverains (Encadré 6).

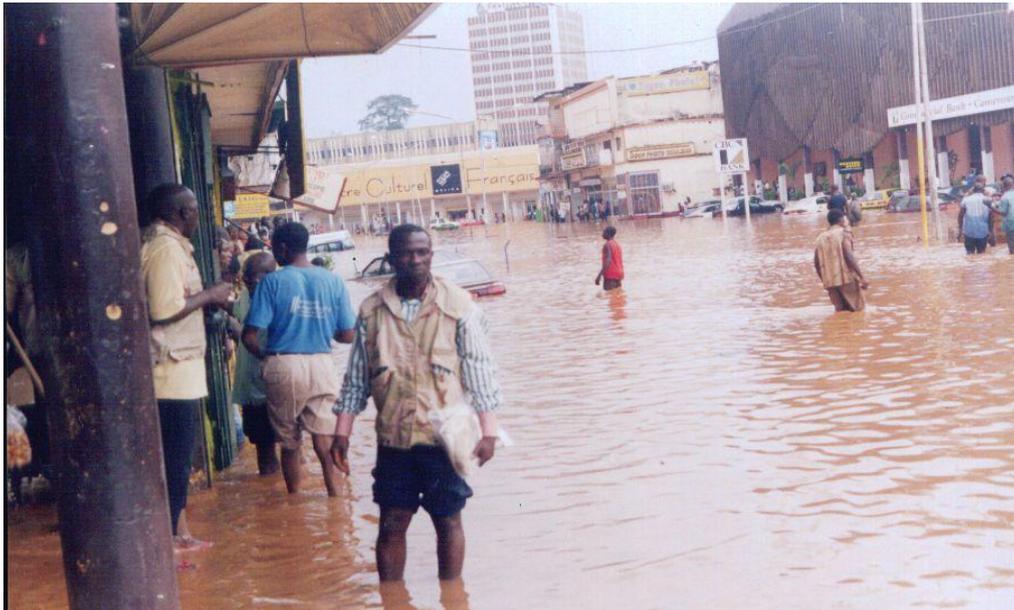


Figure 33 : Inondation du 29 Mai 2007 à l'avenue KENNEDY de Yaoundé



Figure 34 : Inondation du 04 Avril 2008 à Ekorozock – Yaoundé 5 Nkolbisson

Encadré 6 : Trois morts et près de 500 âmes sans abris après les inondations du 04 et 26 Avril 2008 à Nkolbisson

La ville de Yaoundé à ce jour est victime des phénomènes telle que des inondations ayant déjà causés des pertes en vie humaines et beaucoup de dégâts matériels. Durant le mois d'Avril 2008, la ville a été marquée par deux inondations à Nkol-Bisson et plus précisément aux lieux dits Ekorozok et Nkoumassi juste après l'échangeur dans l'arrondissement de Yaoundé VII, suite aux précipitations ayant causé le débordement des ruisseaux Afeme et Manzam tous deux affluents de la Méfou. La première inondation fût meurtrière en causant la mort à trois personnes. Les dégâts matériels très importants par la destruction des maisons ne sont pas en reste. D'aucun accuse l'étroitesse de la buse installée par la communauté urbaine de Yaoundé pour faciliter l'assainissement des eaux de pluies ; et d'autres à leur tour accusent les populations de déverser les ordures ménagères dans le lit des cours d'eau dans la zone. Bien que la principale cause ne soit pas encore éclaircie jusqu'à ce jour, il reste sans ignorer qu'elle tourne autour de l'équipement d'assainissement et de son entretien.

b)- Les inondations de Douala

Les inondations sont également des phénomènes récurrents à Douala. Les mois de juin et août 2007 ne sont pas de tout repos pour les populations de cette localité qui ont également fait face à des inondations.

Au cours de cette période, les fortes pluies observées dans la région côtière du Cameroun amènent les rivières locales, qui coulent déjà presque à fleur de surface compte tenu de la topographie des lieux, à sortir de leur chenal d'écoulement et à étendre leur espace d'inondation. A titre illustratif, dans les nuits du 26 au 27 juin 2007 et du 05 au 06 août 2007, des pluies diluviennes se sont abattus sur la ville de Douala et il s'est formé des lacs, produits des inondations empêchant les populations de se déplacer et de vaquer à leurs occupations. Tout récemment encore, dans la nuit du 11 septembre 2009, une importante inondation a été observée dans le quartier Bonapriso à Douala (figure 35).

Les drains, déjà encombrés par les habitations et les débris divers sont débordés par les eaux d'inondations. Les rivières passent par – dessus les ponts. Les eaux ont ainsi rapidement raison des murets et des sacs de sables déposés par les populations pour servir de rempart. Maisons, magasins, routes, sont envahis. Les quartiers Bonantoné – Mboppi, Ngangué, Bonaloka, Bonadiwoto, Brazzaville, “BP Cité“, New Deido, Bépanda, Akwa au lieu dit “ Dekage“, Saint Thomas, ... sont sous l'emprise des eaux et les dégâts matériels sont très importants.

Dans ce bassin les inondations sont liées aux causes naturelles que sont les pluies exceptionnelles (intensité de la pluie, durée, fréquence, forme, répartition spatiale) ; le relief (pente, lithologie, état du sol) et aux causes anthropiques (occupation anarchique des bas fonds et des versants, obstruction des canaux d'évacuation par les ordures, mauvais dimensionnement des ouvrages d'art, accident des ouvrages d'art, etc).



Figure 35 : Inondation du 11 septembre 2009 dans le quartier Bonapriso à Douala

En résumé les bassins hydrographiques les plus sensibles aux inondations sont les bassins du lac Tchad, de la Bénoué et des fleuves côtiers avec la présence de ces grandes villes. Cette catastrophe qui cause des dégâts importants sur le territoire national nécessite une prise de conscience et des mesures appropriées pour sa gestion.

Conclusion

De nos jours, les défis liés à l'eau tels que les phénomènes climatiques extrêmes (la désertification et les inondations) affectent sérieusement les ressources en eau du Cameroun. Dans certains bassins, Ils prennent même une envergure catastrophique compte tenu des phénomènes de variabilité et de changement climatiques auxquels s'ajoute l'anthropisation.

Trois des cinq bassins hydrographiques que compte le Cameroun sont bien touchés par le phénomène de désertification. Il s'agit des bassins septentrionaux du lac Tchad, du Niger et de la Sanaga. L'ampleur du phénomène est décroissante en allant du Nord au Sud.

Le Cameroun a été marqué depuis les années 1990, par des inondations à répétition d'une rare ampleur. Elles ont envahi les régions du Centre, le littoral, le Nord, l'Extrême Nord et même l'Est du Cameroun. Chaque fois, c'est le même scénario dans les mêmes localités ou presque ; inondations, dégâts humains et matériels, intervention de la puissance publique en vue de gérer la catastrophe, efforts de reconstruction par les populations victimes, etc. Les inondations sont ainsi devenues

de plus en plus fréquentes et dévastatrices et ont un effet cumulatif négatif sur le Cameroun. Les grandes plaines dans la partie septentrionale et méridionale du pays, sont régulièrement soumises aux phénomènes d'inondation du fait des fortes précipitations et d'une morphologie relativement plane. Ces phénomènes s'observent aussi à la traversée de certaines vallées de cours d'eau par des déblais ou remblais d'ouvrages mal calibrés. Ces derniers créent de sortes de barrages artificiels qui provoquent des inondations dans la zone amont avec dégradation de la flore et de la faune environnantes, réduisant de ce fait l'espace exploitable.

Provisoire

Chapitre V : L'eau, l'aménagement du territoire et le développement

Introduction

L'eau, symbole de vie est gérée de plusieurs manières par l'Homme dans le cadre de son économie ; d'abord il la boit, ensuite, il l'emploie dans ses activités domestiques, agricoles et industrielles. Cette eau lui permet encore la production d'énergie et la navigation. Enfin, elle joue un rôle de plus en plus important dans l'organisation de ses loisirs et reste le facteur de base de la pêche en eau douce, si importante dans d'autres continents pour l'alimentation de certaines populations privées de viande. Ces actions posent un effet direct sur la disponibilité et la qualité des eaux. Aux effets directs s'ajoutent les effets indirects, c'est-à-dire ceux qui ne sont pas liés à l'usage de l'eau mais qui engendrent néanmoins une modification de sa quantité et de sa qualité, dans un espace donné. Ce chapitre a pour objectifs d'identifier et d'analyser par bassin hydrographique les impacts des phénomènes anthropiques sur les ressources en eau au Cameroun à savoir : l'urbanisation, l'industrialisation, l'agriculture, l'élevage, la pêche, la déforestation, les transports, le tourisme et les loisirs.

V.1- Urbanisation et ressources en eau

V.1.1- Caractéristiques générales

Au Cameroun, la population urbaine est très inégalement répartie suivant les bassins hydrographiques (figure 36). A l'échelle nationale, elle représente environ 55 % de la population totale (tableau 18) estimée à environ 17,9 millions d'habitants en 2007 (INS et ECAM 3, 2008 ; BEAC *et al.*, 2008). Il faut noter qu'il y'a deux décennies, cette population était plutôt en majorité rurale (62 %). Le Cameroun est aujourd'hui l'un des pays les plus urbanisés d'Afrique au Sud du Sahara. Il dispose d'une armature urbaine équilibrée avec deux pôles principaux : Yaoundé et Douala. D'après la Banque Mondiale (2004 ; 2007), la croissance très rapide de la population urbaine de plus de 6 % par an alors que la population totale du pays n'augmente que de 2,9 %, avec des pics de croissance à Yaoundé (7 %) et à Douala (6,5 %), provoque un doublement de la population urbaine tous les treize ans. Ainsi, plus de 12 millions habitants vivront en ville en 2020. Cette croissance démographique des centres urbains est le résultat et la combinaison de plusieurs facteurs :

- un taux de croissance démographique accéléré et une migration à large échelle des ruraux vers les villes à la recherche d'emplois et de services ;
- la création d'une base agricole solide capable de produire des excédents alimentaires pouvant nourrir à la fois la population rurale et urbaine ;
- un système de transport efficace permettant aux ruraux de se rendre facilement en ville.

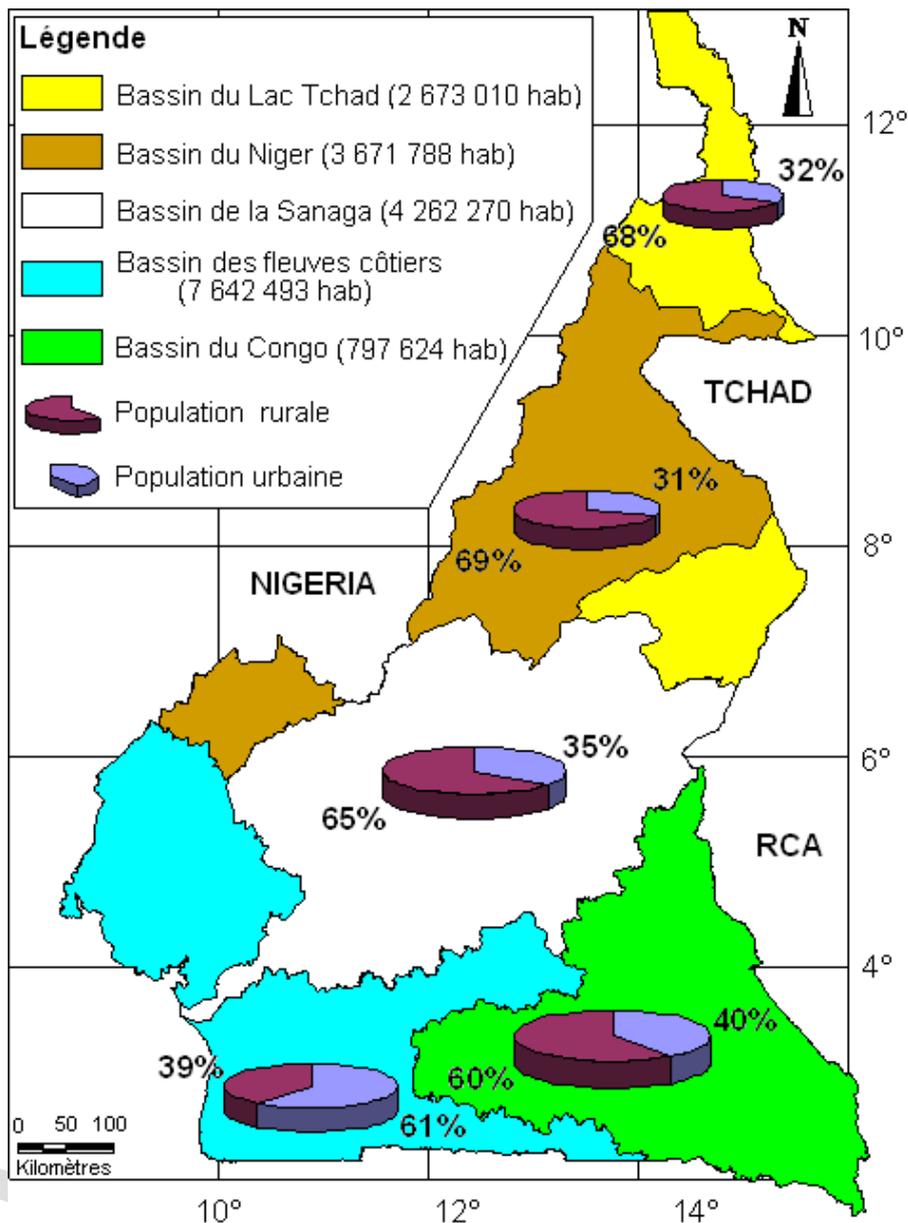


Figure 36 : Répartition du réseau urbain camerounais par bassin en 2008

Tableau 18 : Evolution de la population camerounaise

| Type de population | 1976 | 1987 | 2001 | 2004 | 2007 |
|-------------------------|---------|----------|----------|----------|----------|
| Urbaine | 2184242 | 3968919 | 8023000 | 9086000 | 9887206 |
| Rurale | 5479004 | 6524736 | 7708000 | 7914000 | 7992009 |
| Total Pays | 7663246 | 10493655 | 15731000 | 17000000 | 17900000 |
| Taux d'urbanisation (%) | 28,5 | 37,8 | 51 | 53,4 | 55,3 |

(Source : INS, 2006 ; INS et ECAM 3, 2008)

La densité démographique moyenne du Cameroun est d'environ 33 hab/km². Cette densité cache de fortes disparités régionales. La zone de très faible densité de populations occupe la majeure partie du territoire national. Tandis que de fortes concentrations humaines sont observées dans les zones rurales de hautes terres de l'Ouest, de l'Extrême Nord et du Littoral.

Cette importante croissance des zones urbaines constitue un facteur de risque de paupérisation et de dégradation de l'environnement urbain et rural (besoins en eau potable, en bois de feu, traitement des déchets urbains solides et liquides, habitat spontané, insalubrité, enclavement de certains quartiers, chômage, insécurité, etc.).

V.1.2- La répartition urbaine dans les différents bassins hydrographiques du Cameroun

V.1.2.1- Le bassin du lac Tchad

Ce bassin de par la présence de plusieurs aires protégées présente un faible taux d'urbanisation. La population urbaine ne représente que 32 % contre 68 % pour la population rurale (figure 36). Les villes sont très dispersées mais elles ont aussi une forte croissance démographique. On y rencontre même les densités les plus élevées du pays dans la zone montagneuse des monts Mandara et dans la plaine de Diamaré (figure 37). Les principales villes sont :

- Maroua où l'artisanat est très actif et qui vient d'accueillir sa jeune université ; c'est la ville la plus peuplée du bassin du lac Tchad ;
- Mokolo dans les monts Mandara avec ses nombreux sites touristiques ;
- Kousséri qui ne cesse d'accueillir les flux migratoires des ressortissants tchadiens pendant les Week-End et les vacances ; etc.

Les autres villes sont Yagoua et Mora.

La partie septentrionale de la ville de N'Gaoundéré est située dans le bassin méridional du lac Tchad. Cette ville est ainsi le point d'aboutissement actuel du transcamerounais. Son importance dans les circuits commercial, touristique et universitaire s'affirme au fil de temps surtout au niveau du transit international vers le Tchad et la RCA.

Malgré son faible taux dans le bassin du lac Tchad, l'urbanisation est une source de nombreux problèmes pour les ressources en eau. On y rencontre les inondations spectaculaires et dévastatrices. En effet la topographie plane de la région couplée au manque d'un réseau d'évacuation des eaux pluviales et des eaux de rejets divers contribuent négativement à cette catastrophe.

Les eaux de surface et souterraines sont dans l'ensemble de bonne qualité, en dehors de certaines pollutions ponctuelles des eaux de surface causées par les produits de traitement des peaux des tanneries de Maroua. Par ailleurs les eaux souterraines de certaines zones du département du Logone et Chari (Hilé Alifa et Kousséri) sont assez minéralisées ou salées.

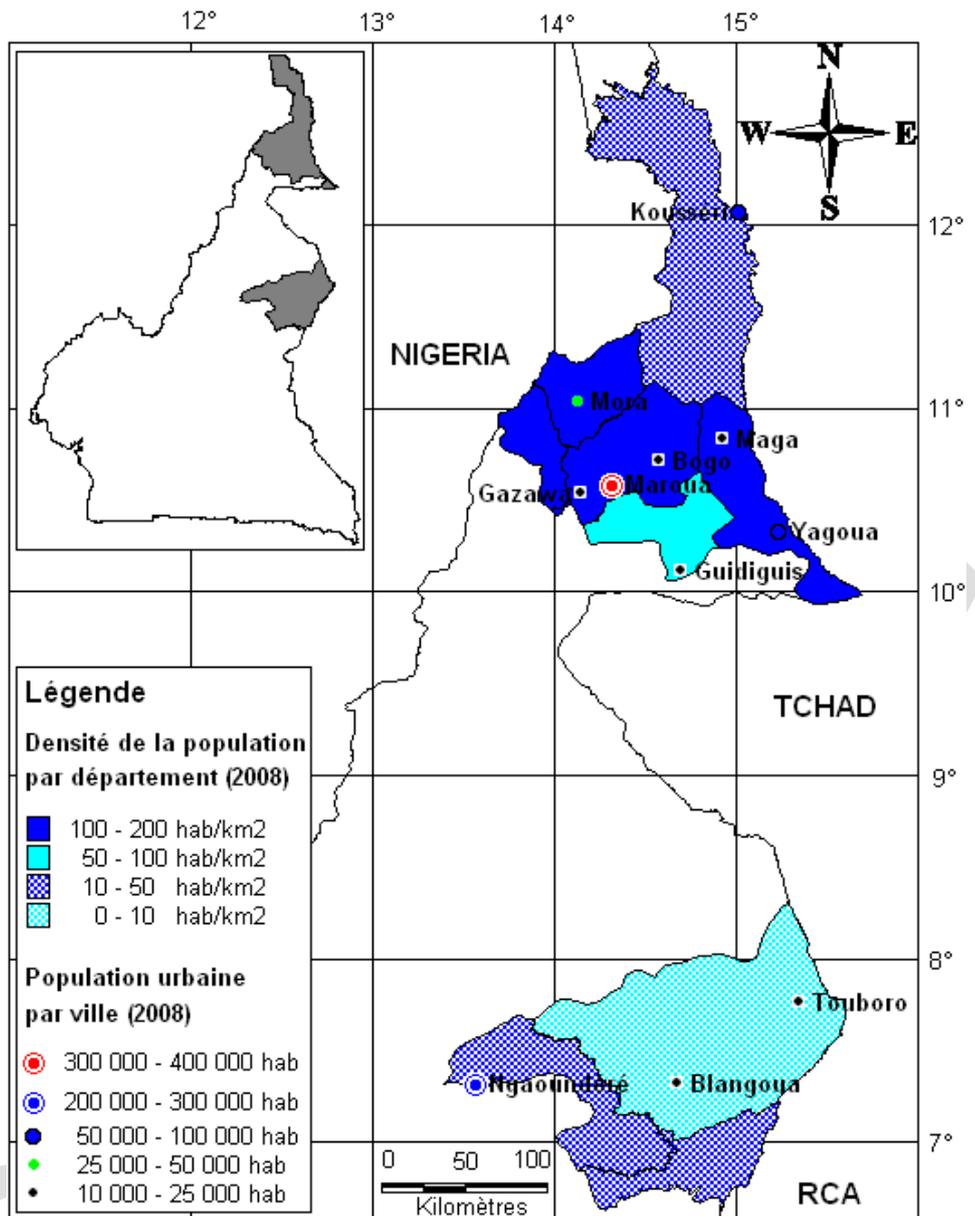


Figure 37 : Répartition de la densité de la population totale dans le bassin du lac Tchad en 2008

V.1.2.2- Le bassin du Niger

Le bassin du Niger, comme celui du lac Tchad présente un taux d'urbanisation faible qui est de l'ordre de 31 % (figure 36).

Les principales villes rencontrées dans la partie septentrionale du bassin du Niger sont :

- Garoua avec son industrie textile et qui ne cesse d'accueillir les flux migratoires des populations de la sous région (figure 38) ;
- Guider et Lagdo ;
- une partie de Mokolo et kaélé

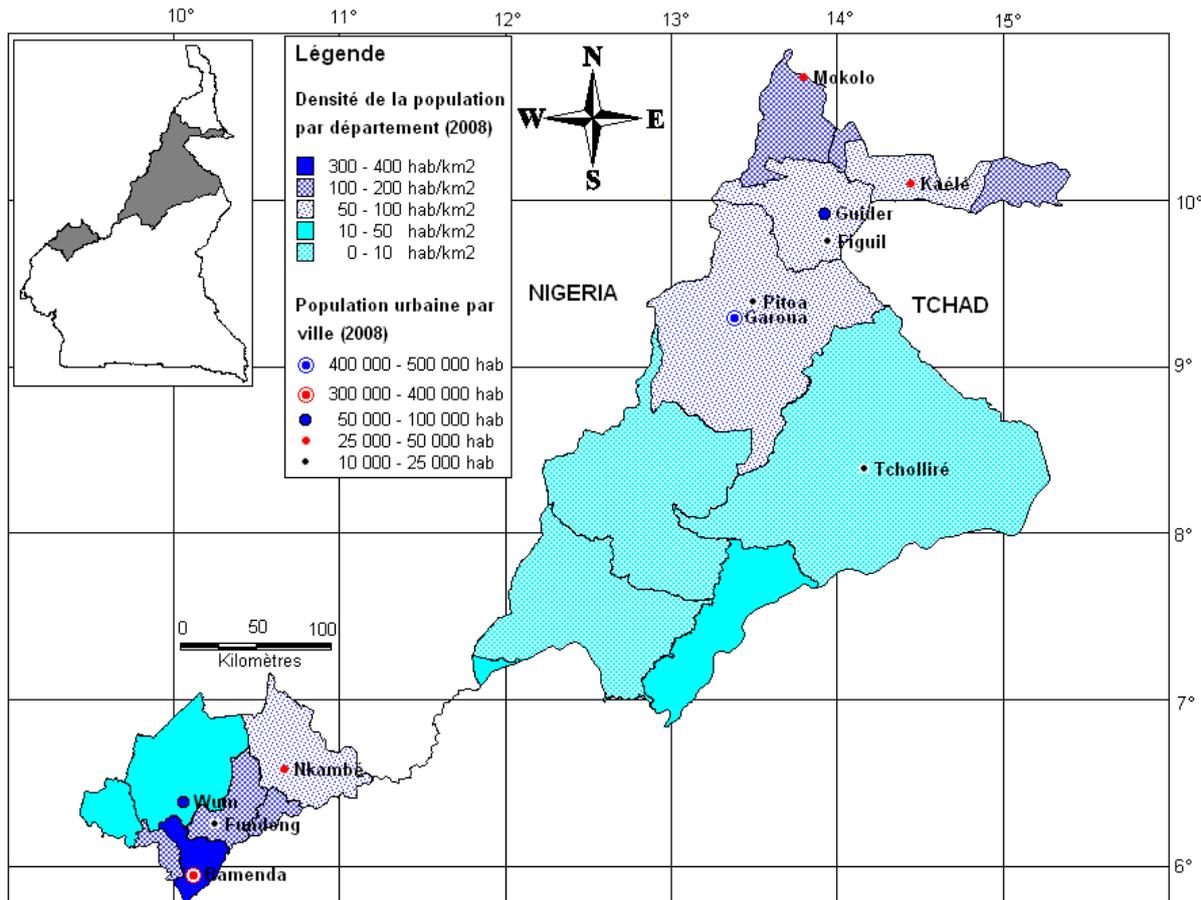


Figure 38 : Répartition démographique dans le bassin du Niger en 2008

Cette urbanisation ainsi couplée à la morphologie plane des villes (qui ne permet pas l'évacuation rapide des eaux pluviales), la présence du barrage de Lagdo et l'occupation anarchique des espaces liée à la forte migration enregistrée dans cette zone, est à l'origine des inondations répétées et de la dégradation des ressources en eau (pollution, érosion hydrique et sédimentation des plans d'eau) observées dans le bassin septentrional du Niger.

Dans la partie méridionale du bassin du Niger, la densité de la population est très élevée et les villes sont beaucoup plus concentrées. Les principales agglomérations rencontrées sont Bamenda, Wum et Nkambe (figure 38). Les principaux impacts de l'urbanisation sur les ressources en eau sont :

- les inondations ;
- la dégradation des ressources en eau à cause d'un manque de plan d'assainissement.

V.1.2.3- Le bassin de la Sanaga

Le bassin de la Sanaga recouvre la zone des grassfields et le plateau de l'Adamaoua. La population urbaine est de 35 % contre 65 % pour la population rurale. Les villes sont dispersées. C'est ainsi que dans les grassfields située à

l'Ouest du bassin de la Sanaga, les villes sont généralement très peuplées et liées au régime des chefferies (figure 39). Le plateau de l'Adamaoua est moins urbanisé à cause de la faible densité de la population qui y règne.

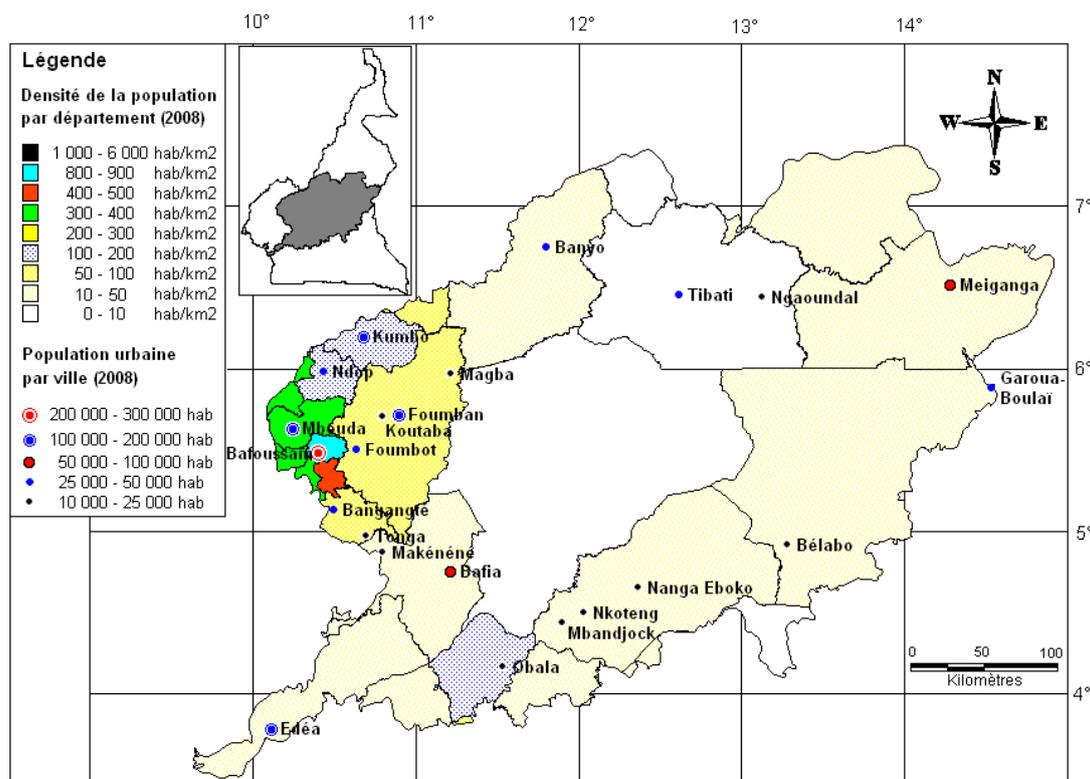


Figure 39 : Répartition démographique dans le bassin de la Sanaga en 2008

Dans ce bassin, les villes les plus urbanisées sont : Bafoussam (capitale de la région de l'Ouest) qui sert de relais entre les petites villes de l'Ouest et Douala, Mbouda, Foumban et Kumbo. Dans ces grandes agglomérations, on retrouve les mêmes problèmes liés à l'urbanisation tels que des constructions anarchiques au niveau des bas fonds et des versants, une pression démographique, les inondations récurrentes, la pollution des eaux due à un manque de plan d'assainissement, l'érosion hydrique et la sédimentation des cours d'eau, etc.

V.1.2.4- Le bassin du Congo

Le bassin du Congo est le moins affecté par l'urbanisation à cause de sa relative inaccessibilité et l'absence presque complète de toute activité économique importante (hormis quelques exploitations forestières). Pour une population totale estimée à seulement 800 000 habitants, la population urbaine ne représente que 40 % (figure 36). Avec une densité de la population comprise entre 4,6 et 48 hab/km², elle reste ainsi l'une des plus faibles du Cameroun (figure 40).

Les principales agglomérations rencontrées dans ce bassin sont Bertoua, Sangmélina, Batouri et Yokadouma. L'impact de l'urbanisation sur les ressources en eau reste encore négligeable excepté dans la ville de Sangmélina.

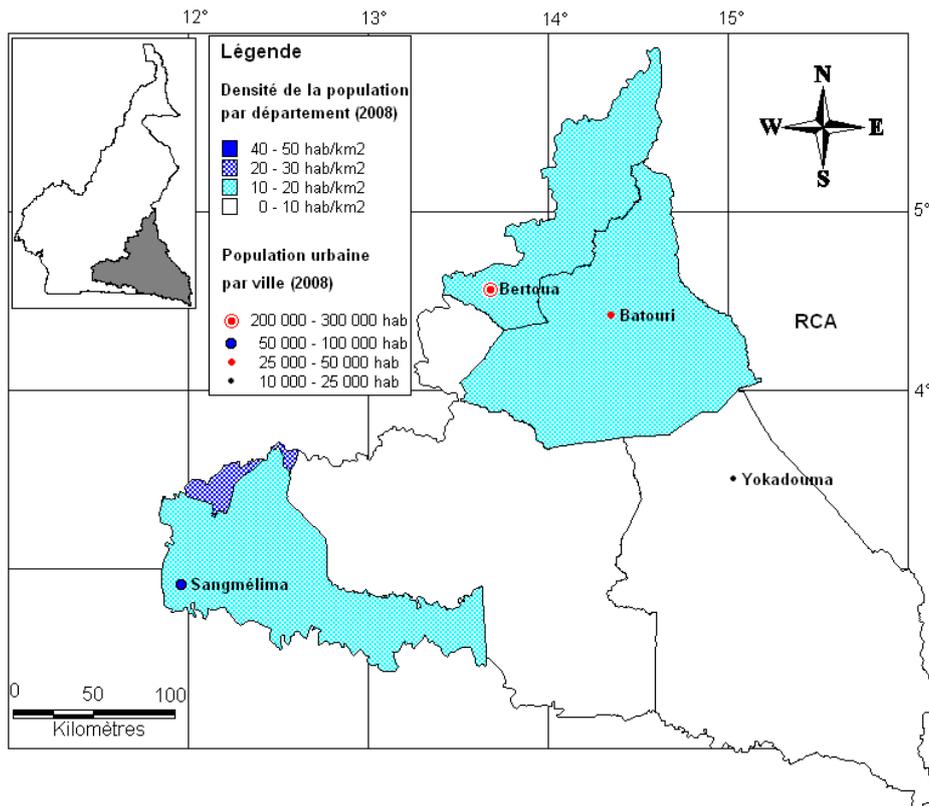


Figure 40 : Répartition démographique du bassin du Congo en 2008

V.1.2.5- Le bassin des fleuves côtiers

a)- Généralités

Avec une population totale estimée à presque 8 millions d'habitants en 2007, le bassin des fleuves côtiers est le plus peuplé du Cameroun. La population urbaine représente actuellement 61 % de la population totale contre seulement 39 % pour la population rurale (figure 36). La figure 41 présente la démographie du bassin des fleuves côtiers pour l'année 2008. On estime que cette population urbaine, atteindra 70 % en 2020 à cause de l'exode rural. Les villes de ce bassin sont caractérisées par une expansion démographique très rapide et des paysages urbains presque identiques qui dépendent surtout des villes de Douala (capitale économique) et de Yaoundé (capitale politique).

b)- Un exemple d'urbanisation dans le bassin des fleuves côtiers : Douala et Yaoundé

Depuis 1970 jusqu'à ce jour, les agglomérations urbaines africaines, en particulier celles des villes côtières, ont connu une évolution démographique très rapide, mais peu contrôlée, due essentiellement à la natalité, à l'exode rural, à l'industrialisation, à l'évolution des marchés de l'emploi et aux modifications accélérées de la situation culturelle, sociale et politique dans les pays concernés. Les activités anthropiques liées au développement de ces villes exposent sérieusement chaque jour les ressources en eau.

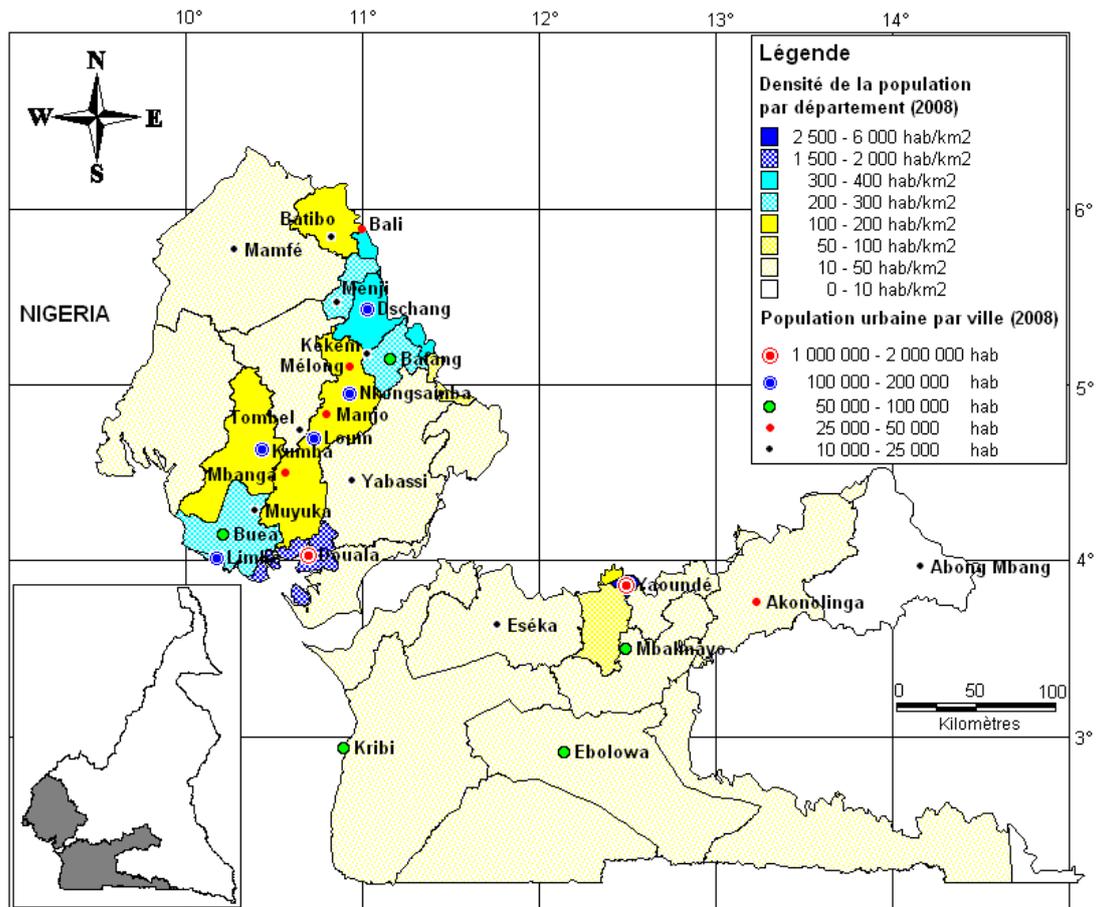


Figure 41 : Répartition démographique dans le bassin des fleuves côtiers en 2008

La poussée démographique dans les villes camerounaises notamment Yaoundé et Douala entraîne le surpeuplement des quartiers existants avec pour conséquences essentielles, la conquête de nouveaux espaces qui se fait souvent de manière désordonnée et anarchique et la dégradation de l'environnement dont le cas des ressources en eau demeure le plus pertinent.

La pauvreté grandissante ainsi que la faible capacité d'anticipation des autorités municipales poussent les populations qui arrivent à s'installer spontanément dans les zones non aménagées que constituent les bas fonds marécageux et les flancs de montagnes. Cette installation spontanée provoque un assainissement individuel exécuté de manière approximative avec des latrines sommairement aménagées dont les fonds sont très souvent ouverts directement sur les cours d'eau, ainsi que des fosses d'aisance dont la profondeur expose la nappe phréatique. Les villes de Douala et Yaoundé sont donc identifiées comme étant des régions à forte intensité d'atteinte aux ressources en eau. Dans ces deux villes, les manifestations criardes de l'activité anthropique sont surtout de deux ordres : les pollutions et les inondations.

Qu'elles soient physiques ou chimiques, les pollutions ont deux principales sources dans les villes de Douala – Yaoundé ainsi que les autres grandes métropoles camerounaises. Ce sont l'habitat et les industries. L'extension mal maîtrisée des grands centres urbains a engendré la prolifération des quartiers à habitat spontané

dense. Ces quartiers se sont développés pour la plupart des cas dans les zones de bas fond, généralement drainés par un petit cours d'eau (figure 42). Dans ces zones dites « à risques », des tranches de populations les plus représentées sont les démunis, n'ayant pour principal moyens d'approvisionnement en eau que les puits d'eaux, creusés non loin des latrines. Ces latrines sont plus souvent aménagées au bord des drains et les déchets fécaux y sont soit directement évacués ou alors vidangés à l'aide de tuyaux par temps pluvieux (Ngnike, 2007). Ces zones sont caractérisées par l'absence ou l'insuffisance de voiries (dessertes), et on assiste au déversement des déchets solides ménagers dans les drains, en raison de l'incivisme des populations et l'inaccessibilité des véhicules de collecte des ordures (figure 43). Cette situation, en plus de dégrader la qualité des eaux entraîne le rétrécissement du lit des cours d'eau et il s'en suit parfois des inondations spectaculaires dans les bas fonds pendant les périodes de fortes pluies.



Figure 42 : Construction de maison dans le lit du drain



Figure 43 : Dépôt sauvage d'ordures ménagères sur la berge des drains

L'incident le plus grave qui naît de ces inondations et pollutions est le risque sanitaire. En effet, pendant les périodes d'inondation, les eaux débordent les latrines et les puits et il s'en suit un échange de pollution entre les effluents de latrines et les eaux de puits. Après l'inondation, le cours de vie redevient normal et les populations, peu sensibilisées s'alimentent de nouveau en eau dans les puits contaminés, s'exposant aux différentes maladies hydriques dont la plus redoutée est sans doute le choléra (tableaux 19 et 20).

Tableau 19 : Répartition des principales maladies d'origine hydrique à Douala en 2003

| Désignation des maladies et classement par ordre d'importance | Nombre de cas enregistrés | Pourcentage par rapport à l'effectif total |
|---|---------------------------|--|
| 1-Paludisme | 178 969 | 41,71 |
| 2-Diarrhées graves, Choléra ou Dysenterie | 115 786 | 26,98 |
| 3-Vers intestinaux, Bilharziose | 52 977 | 12,35 |
| 4- Typhoïde | 41 624 | 9,71 |
| 5- Poliomyélite | 21 787 | 5,08 |
| 6- Maladie de la peau | 13 998 | 3,27 |
| 10-Onchocercose | 3 864 | 0,90 |
| Total | 429 005 | 100% |

(Source : Délégation Provinciale du Ministère de la Santé pour le Littoral – Statistique de 2003)

Tableau 20 : Répartition des maladies d'origine hydrique en fonction des différentes sources d'approvisionnement en eau à NEW-BELL (Douala)

| Maladies | Source | Borne fontaine | Puits individuel | Puits collectif | SNEC à domicile | SNEC chez le voisin |
|-------------------------|---------------|----------------|------------------|-----------------|-----------------|---------------------|
| Fièvre typhoïde | Pas de source | 17,45% | 14,03% | 24,22% | 22,82% | 21,48% |
| Diarrhées graves | 16,25% | 17,50% | 3,75% | 27,50% | 16,25% | 18,75% |
| Dysenterie | 15,69% | 23,53% | 3,92% | 16,66% | 20,59% | 19,61% |

(Source : Délégation Provinciale du Ministère de la Santé pour le Littoral – Statistique de 2003)

Située en amont de la station de traitement des eaux de la CAMWATER à Akomnyada (Mbalmayo), la ville de Yaoundé est pourvoyeuse de pollutions

physicochimiques et bactériologiques (tableaux 21 et 22), principalement drainées par les eaux du Mfoundi qui reçoivent les effluents de toutes superstructures (immeubles ministériels, hôtels, centre commercial, hôpitaux, etc.), des stations de traitement d'eaux usées, entrées en dysfonctionnement depuis de nombreuses décennies déjà (Ngnike, 2007).

L'absence de stations de traitement appropriées des boues de vidange sanitaire dans toutes les villes du Cameroun confirme la gravité des atteintes portées aux ressources en eau. Dans les grandes agglomérations, les boues sanitaires vidangées et les déchets hospitaliers sont déversés indécemment dans la nature, sur des sites non aménagés (champs, cours d'eau, marécage, etc.) et sans aucun traitement préalable (figure 44). Ces eaux dites hors classe s'écoulent vers les bas fonds et contaminent toutes les ressources en eau disponibles. Or généralement, les bas fonds des villes et leurs environs sont le siège de cultures maraîchères, dont les produits sont vendus sur les marchés urbains.

Tableau 21 : Valeurs moyennes des paramètres d'évaluation des cours d'eau de la ville de Yaoundé

| Cours d'eau | Ph | T°C | Conductivité (µs/cm) | MES (mg/l) | O ₂ (mg/l) | DBO ₅ (mg/l) | DCO (mg/l) | NO ₃ - (mg/l) | NH ₄ ⁺ (mg/l) | PO ₄ ³⁻ (mg/l) | Coliformes fécaux UFC/100 ml | Streptocoques fécaux | Classe de pollution |
|----------------|-------|------|----------------------|------------|-----------------------|-------------------------|------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|----------------------|---------------------|
| Abiergué | 7,14 | 25,9 | 494,5 | 75,7 | 3,12 | 65,7 | 124,8 | 3,7 | 18,2 | 20,6 | 49.10 ⁵ | 26.10 ⁴ | V |
| Abieurgueu | 9,90 | 25,4 | 432,7 | 85,2 | 1,84 | 33 | 51,5 | 1,3 | 6,6 | 9,5 | 14.10 ⁵ | 14.10 ⁴ | V |
| Akee | 6,98 | 24,3 | 313,8 | 31,5 | 1,68 | 47,5 | 55,3 | 1,1 | 4,2 | 8,1 | 60.10 ⁵ | 14.10 ³ | IV |
| Biyeme | 7,245 | 25,7 | 293 | 7 | 3,01 | 29,2 | 60,8 | 1,1 | 1,3 | 5,83 | 69.10 ⁴ | 48.10 ³ | V |
| Djougolo | 7,02 | 25,9 | 716,5 | 956 | 1,13 | 271 | 739 | 8,9 | 59,4 | 50 | 15.10 ⁴ | 14.10 ⁴ | IV |
| Ebama | 6,90 | 25,9 | 218 | 35 | 3,45 | 8,5 | 12 | 0,9 | 5 | 5,5 | 15.10 ² | 1.10 ² | V |
| Ebogo | 6,76 | 25,9 | 259,5 | 38,5 | 3,43 | 13 | 16,5 | 0,7 | 6,2 | 17,3 | 12.10 ³ | 9.10 ³ | IV |
| Ekozoa | 7,0 | 26,7 | 254,7 | 23 | 2,15 | 8 | 5,3 | 0,7 | 3,5 | 1,7 | 79.10 ² | 1033 | III |
| Ewoué | 7,16 | 26,6 | 371 | 42,8 | 3,39 | 19,4 | 23,8 | 2,5 | 8,4 | 2,6 | 31.10 ⁴ | 24.10 ⁴ | IV |
| Mfoundi haut | 6,46 | 25,5 | 127 | 98,3 | 2,73 | 7,4 | 22,3 | 0,9 | 2,7 | 1,7 | 87.10 ⁴ | 92.10 ³ | IV |
| Mfoundi milieu | 7,01 | 26,3 | 233,7 | 61,2 | 3,02 | 17 | 25,5 | 0,6 | 5,8 | 2,3 | 88.10 ⁴ | 60.10 ³ | V |
| Mfoundi Bas | 7,31 | 25,1 | 279,0 | 34,5 | 3,53 | 46 | 69,5 | 0,8 | 5,7 | 2,6 | 75.10 ⁴ | 52.10 ³ | V |
| Mingoa | 6,99 | 27,3 | 499,9 | 94,6 | 2,24 | 101 | 131,3 | 1,5 | 22,4 | 8,9 | 82.10 ⁵ | 13.10 ⁶ | V |
| Olézoa | 6,58 | 27,4 | 133,2 | 53,8 | 3,26 | 48,9 | 65,4 | 2,2 | 0,991 | 7,9 | 14.10 ⁵ | 11.10 ⁴ | V |
| Tongwala | 6,71 | 25,5 | 192 | 91 | 2,06 | 14,7 | 25 | | 5,2 | 2,5 | 57.10 ⁴ | 24.10 ³ | V |

(Source : Lami 2002)

Classe IV : pollution forte, eau dans laquelle la vie est fortement perturbée, impropre à l'alimentation humaine.

Classe V : pollution très forte, eau avec laquelle aucun usage n'est normalement possible.

Tableau 22 : Composition des eaux vannes ménagères à Yaoundé

| Nom de la station | DCO (mg/l) | DBO ₅ (mg/l) | Variation de la mesure de DBO ₅ |
|-------------------------|------------|--------------------------|--|
| Université de Yaoundé I | 573 | 198 | 25% |
| CUSS | 198,1 | 151,3 | 43% |
| Grand Messa | 1105 | 416 | 7,5% |
| Cité verte | 1079 | 405 | 15% |
| Biyem-assi | 1087 | 413 | 13% |

(Source : SOGREAH, 1993)



Figure 44 : Déversement sauvage des boues de vidange dans la nature dans la localité de Nomayos (banlieue de Yaoundé)

V.1.3- Problèmes urbains et conséquences sur les ressources en eau

La ville camerounaise est caractérisée par une densification excessive tant des zones inconstructibles que du périurbain non structuré. Les dysfonctionnements dus à l'occupation spontanée et illégale de l'espace urbain ont été favorisés par l'insuffisance de l'offre de parcelles équipées (80 % du marché foncier contrôlé par des filières informelles). La promiscuité observée peut être justifiée par les coûts élevés des parcelles, la suspension des programmes d'aménagement urbain, la forte croissance démographique des zones urbanisées, la chute des revenus des ménages et la paupérisation croissante des couches populaires défavorisées. La situation économique ne permet pas encore de dégager des tendances fermes vers l'amélioration de la gestion de l'espace urbain, tant que les causes relevées n'auront pas été suffisamment diagnostiquées et traitées. Au demeurant, les villes camerounaises continuent d'afficher une image de désordre mais la tendance qui se confirme est la création de zones d'habitat moderne à la lisière de la campagne conduisant ainsi à l'abandon progressif de la vieille ville. L'espace urbain est

ponctué, en général, par des équipements collectifs qui posent des problèmes matériels et d'utilisation optimale et témoignent de la nécessité d'améliorer l'environnement économique (équipement des centres de santé, surcharge des salles de classes, gares routières spontanées, marchés spontanés mal organisés et saturés,...).

Les principaux problèmes et contraintes rencontrés sont :

- l'urbanisation galopante avec un taux d'accroissement élevé et inégalement reparti ;
- la conquête de l'espace et évolution rapide du périmètre urbain ; avancement du front urbain ;
- l'occupation anarchique de l'espace (bas fonds ou "Elobi", flancs de collines, sommets de collines) ;
- le déboisement et déforestation pour les bâtis ;
- l'insuffisance des services publics ;
- la mauvaise pratique de l'assainissement en zone urbaine (pas de latrines modernes, latrines à fonds perdus et /ou à canons dans les cours d'eau, accumulation des déchets dans la voie publique et dans les cours d'eau) ;
- la presque inexistence des stations d'épuration dans les villes (manque d'entretien, systèmes inadaptés, coûts très élevés pour l'entretien) ;
- l'absence des stations de décharge publiques :
- les rejets anarchiques des déchets ménagers, industriels, hospitaliers (déchets solides, liquides et gazeux) ;
- les rejets d'eaux usées provenant des industries agroalimentaires (brasseries, savonneries, industrie de coton, industries de vin, industries de lait, etc.), des huiles de vidange des moteurs, des eaux de refroidissement et de boues activées ;
- les déversements accidentels des hydrocarbures dans le milieu marin ;
- les conflits de compétence entre plusieurs ministères (MINVILLE, MINDUH, MINEE).

Pour ce qui est de l'assainissement, c'est un problème général et dont l'ampleur est plus ou moins identique à tous les bassins hydrographiques du Cameroun. Les problèmes relatifs à l'assainissement sont les suivants :

- l'incivisme de la population ;
- l'utilisation inadéquate des ouvrages inadaptés ;
- l'ignorance de l'importance des besoins d'assainissement ;
- l'insuffisance des moyens financiers pour réaliser les travaux d'assainissement ;
- l'insuffisance de la sensibilisation ;
- la faible volonté des décideurs en matière d'assainissement ;
- la faible qualification des entreprises chargées des travaux d'assainissement.

Les impacts négatifs de cette urbanisation sur les ressources en eau sont :

- l'imperméabilisation de l'espace et assèchement des nappes ;
- l'augmentation de l'érosion hydrique et du ruissellement ;
- la diminution de l'infiltration et augmentation des pertes d'eau ;

- la sédimentation, comblement, rétrécissement des lits des cours d'eau avec pour incidence directe des inondations au cours des orages ;
- l'eutrophisation et disparition des plans d'eau en zone urbaine ;
- les risques et augmentations des inondations ;
- la pollution physico – chimiques des ressources en eau : pollution de l'air, des eaux souterraines et superficielles ; pollutions chimiques et organiques ;
- la contamination biologique des eaux (algues et bactériologie, etc.) ;
- les émissions de Gaz à Effet de Serre (GES) qui ont des conséquences sur le réchauffement climatique et les changements climatiques

Les déchets (solides et liquides) rejetés sans contrôle dans les villes et la mise en place des décharges sauvages et incontrôlés ont des impacts néfastes sur l'eau avec pour incidences la recrudescence de maladies hydriques. Les pollutions enregistrées sont de plusieurs types :

- les pollutions physiques dont le type le plus rencontré est la pollution mécanique qui, se traduit par la présence dans l'eau des particules et des déchets solides ;
- les pollutions chimiques inorganiques par des métaux lourds provenant des produits à usage ménager (accumulateurs, carcasses d'appareils électroniques...);
- les pollutions biologiques par les organismes et microorganismes animaux et végétaux (bactéries, virus, zoo parasites, algues, macrophytes...) qui sont portés par le tube digestif de l'homme et qui arrivent dans les eaux à travers les matières fécales (tableau 21).

Ces pollutions peuvent être temporaires ou permanentes, diffuses ou directes, insidieuses ou non, chronique et parfois très dangereuses. Les sels nutritifs, principalement les nitrates apportés par les fèces favorisent la prolifération d'algues microscopiques qui meurent et se décomposent, rendant ainsi le milieu putride et finalement peu favorable à la plupart des autres êtres vivants. On remarque aussi que dans les eaux vannes, les DCO et les DBO5 ont des valeurs également très élevées (tableau 22).

V.2- L'eau et les activités agro- sylvo - pastorales

V.2.1- Caractéristiques générales

Tout comme dans la plupart des pays en voie de développement, les activités agro-sylvo-pastorales constituent au Cameroun la principale activité économique de la population. L'agriculture, l'élevage et l'exploitation forestière occupent près de 79 % de la population active et représentent 21 % du PIB (INS, 2006 ; 2007). En 2007, la croissance du PIB réel non pétrolier s'est inscrite à 3,9 % (contre 2,9 % en 2006) et était tirée par l'agriculture et la sylviculture (INS et ECAM 3, 2008). Elles constituent le premier employeur (environ 60/65% de la population active) (MINEF, 1996 ; Commission Européenne, 2004). Le Cameroun est actuellement le plus grand fournisseur de produits vivriers et maraîchers de la sous région d'Afrique centrale. Les exportations de produits agricoles partent vers les pays voisins (viande, fruits et

légumes), ou vers l'Europe et l'Amérique du Nord (banane douce, haricot vert et ananas). Le secteur agricole offre près de 40 % des recettes d'exportation.

Pour l'agriculture, elle occupait en 2001 une superficie d'environ 1 966 800 hectares (ha) sur une superficie totale de 46 541 200 ha, soit environ 4,3 % de terres cultivées du Cameroun (Ntep *et al.*, 2001). Deux types d'exploitation sont généralement utilisés :

- une exploitation traditionnelle ou paysanne qui pratique une polyculture vivrière et commerciale associée généralement à de petites plantations ;
- une exploitation capitaliste (industrielle) localisée dans les zones les plus favorables. Elle couvre souvent de vastes étendues et emploie un outillage et des méthodes modernes où des machines sont utilisées pour l'abattage des arbres, le labour, les semailles, la fertilisation et la récolte.

Les principales cultures rencontrées sont de deux types :

- les cultures vivrières destinées à satisfaire surtout les besoins alimentaires de la communauté. Elles sont surtout constituées de cultures de subsistance ; céréales (mil, sorgho, maïs, ...), tubercules (macabo, ignames, manioc, patates, pomme de terre, bananes, plantain, etc.), légumineuses (haricot, arachides, etc.), fruits (ananas, mangues, papayes, avocats, oranges, citrons, goyaves, pastèques, cannes à sucre, etc.), concombres, divers légumes et condiments ...
- les cultures de rente ou commerciales destinées à l'exportation et à l'agro-industrie concernent les stimulants, des oléagineux, et des fruits tropicaux et autres : cacao, café (Arabica et Robusta), hévéa, coton pour caoutchouc, thé, tabac, palmier à huile, banane, maïs, poivre, ananas, quinquina, Soja, etc).

En ce qui concerne l'élevage, celui du bétail est particulièrement important car les animaux fournissent de la viande (protéines en particulier) dont le rôle n'est plus à démontrer dans le régime alimentaire. Il existe également beaucoup de produits agricoles et industriels qui y sont associés comme le cuir, les peaux, la laine et les produits laitiers.

Les différents types d'animaux rencontrés sont le bétail constitué surtout de bœufs (zébus et taurins) ; les chèvres et les moutons ; les porcs ; les chevaux et les ânes ; la volaille et les aulacodes. Le secteur de l'élevage représente environ 16 % de la production agricole. L'alimentation en eau du cheptel (tableau 23) connaît une demande sans cesse croissante avec les aléas climatiques, mais aussi avec l'accroissement du nombre d'animaux qui ont recours aux eaux superficielles des rivières, des retenues collinaires, des mares artificielles ou naturelles, etc.

Les activités agro – sylvo – pastorales seront identifiées et analysées par bassin hydrographique en tenant compte des principales zones agro écologiques (tableau 24) et des conséquences sur les ressources en eau.

Tableau 23 : Cheptel camerounais et normes actuelles en matière d'alimentation en eau du bétail

| | Cheptel (millions de têtes) | Besoins en eau par tête (litre/jour) |
|------------------|--|---|
| Bovins | 6,1 | 40 |
| Petits ruminants | 8,9 | 08 |
| porcins | 3,7 | 10 |
| volailles | 38,6 | 0,2 |

(Source : MINEPIA, 2008)

Tableau 24 : Couverture des régions et des bassins hydrographiques par les différentes zones agro écologiques

| ZONES | | Régions et pluviométrie moyenne | Bassins hydrographiques |
|--------------|--|--|--|
| I | Soudano sahélienne | Nord et Extrême nord 400 mm à 1200 mm/an | Tchad Niger (partie Nord) |
| II | Hautes savanes guinéennes | Adamaoua et départements du Mbam et du Lom et Djerem 900 à 1500 mm/an | Sanaga (amont) Tchad (partie Sud) |
| III | Hauts Plateaux de l'Ouest | Ouest et Nord Ouest 1500 à 2000 mm/an | Sanaga Niger (Sud) |
| IV | Forêts humides à pluviométrie monomodale | Littoral et Sud-Ouest 2500 à 4000 mm/an 11000 mm à Débundscha | Fleuves côtiers (au nord de la Sanaga) |
| V | Forêts à pluviométrie bimodale | Centre, Sud et Est 1500 à 2000 mm/an | Fleuves côtiers (au sud de la Sanaga). Congo |

(Source : IRAD, 2008 ; modifié)

V.2.2- Activités agro-sylvo-pastorales dans les différents bassins hydrographiques du Cameroun

V.2.2.1- Les bassins du lac Tchad et du Niger

On distingue trois principaux types d'exploitation :

- une agriculture traditionnelle où les céréales, l'arachide et les autres plantes sont cultivées autour des habitations ;
- une agriculture pluviale améliorée qui s'est principalement développée autour de la culture cotonnière et qui a entraîné une forte augmentation de la sole de maïs ;
- une agriculture intensive à vocation commerciale dont la riziculture dans la vallée du Logone et des cultures d'oignons et autres produits maraîchers avec recours à la petite irrigation sur les berges des rivières et des mares.

Dans ce dernier cas on peut citer les grands périmètres rizicoles aménagés en casiers dans les régions de l'Extrême Nord avec la Société d'Expansion et de Modernisation de la Riziculture de Yagoua (SEMRY), du Nord (Lagdo) et du Nord-Ouest avec la Upper Noun Valley Development Authority (UNVDA).

Le système cultural des montagnards (monts Mandara) présente un intérêt particulier. Ces montagnards pratiquent des cultures en terrasses sur les pentes des collines et des monts. Chaque terrasse est soutenue par un mur de petites pierres. Le sorgho et le mil dominent encore la production vivrière du bassin du lac Tchad, mais on trouve des quantités très significatives d'autres céréales, de légumineuses et même de tubercules. Parmi les productions maraîchères, l'oignon tient la première place et les perspectives du marché vers le Sud sont prometteuses. Dans le bassin du Niger, la production de maïs remplace progressivement celle du sorgho et du mil en partie sous l'impulsion de la Société de Développement du Coton (SODECOTON). Les rendements du coton y sont nettement plus élevés que dans le bassin du lac Tchad.

Comme principales sociétés agro industrielles, on peut citer la SODECOTON (lac Tchad et Niger), la SEMRY (lac Tchad), MAISCAM (lac Tchad) et UNVDA (Niger). L'élevage transhumant des bovins (38% du cheptel national) est aussi une des grandes productions des bassins du lac Tchad et du Niger.

Les problèmes et contraintes majeurs liés aux activités agro-sylvo pastorales dans ces bassins sont :

- faible pluviométrie liée aux aléas climatiques de la zone ;
- insuffisance de l'eau ; points d'eau (lacs, mares, cours d'eau, puits traditionnels, digues de retenues, barrages et forages) insuffisants ou fortement influencés par les changements climatiques ;
- la mauvaise gestion des ressources en eau ;
- conflits entre les différents utilisateurs ;
- problème de bois de chauffe ;
- pression démographique élevée.
- mauvaise utilisation des intrants agricoles et des pesticides ;
- pratiques culturales inadaptées ;
- feux de brousse intempestifs ;
- surpâturage.

La pression démographique et la désertification sont deux problèmes majeurs identifiés dans la zone.

La pression démographique entraîne une surexploitation des sols par ailleurs déjà fragiles (perte de fertilité) et une pression accrue sur les ressources naturelles avec l'expansion du front agricole dans les Aires Protégées (AP) et dans les zones de transhumance. Les politiques de transfert des agriculteurs de l'Extrême Nord vers le Nord ont eu un faible impact sur la surexploitation dans les zones d'origines entraînant, par contre, des impacts non négligeables dans les zones de destination, notamment une surexploitation des ressources en bois de feu, les ressources disponibles ayant été mal évaluées par rapport aux besoins, la « boulimie » foncière des arrivants entraînant également des conflits avec les éleveurs transhumants, traditionnels utilisateurs de l'espace (MINEF, 1996).

La désertification résulte surtout des déficits pluviométriques répétés. A cette principale cause s'ajoutent :

- la pression démographique très élevée (surtout dans les monts Mandara avec 320 hab/Km²) ;
- la gestion déficiente des terroirs villageois ;
- une surexploitation des ressources en bois de feu ;
- de pratiques agropastorales extensives donc consommatrices d'espace et inadaptées entraînant une dégradation des sols ;
- l'exploitation irrationnelle des ressources en eau et des ressources halieutiques ;
- une gestion déficiente des aires protégées (liée à la non mise en œuvre des plans d'aménagement et de gestion adaptés, entraînant des conflits sur l'utilisation des ressources).

Les principaux impacts de ces activités sur les ressources en eau sont :

- le comblement (envasement et ensablement) du lit des plans d'eau ;
- la modification des régimes hydrologiques des cours d'eau ;
- l'augmentation des inondations, de l'érosion hydrique et des pertes d'eau ;
- la diminution de l'infiltration et baisse du niveau de la nappe phréatique ;
- l'assèchement de certains cours d'eau, mares et des nappes phréatiques ;
- l'exploitation des ressources en eau peu efficiente ;
- la dégradation de la qualité des eaux ;
- la pollution diffuse des eaux souterraines par les engrais et les pesticides ;
- la pollution directe des eaux de surface par les engrais, les pesticides et les produits issus des usines agro-industrielles telles que SODECOTON, SEMRY et MAISCAM ;
- l'eutrophisation des points d'eau,...

La pollution des eaux de surface par les engrais et les pesticides est essentiellement imputable à :

- la mauvaise utilisation des pesticides à des fins agricoles dans les bas fonds et/ou les sols en pente, entraînant une contamination par ruissellement en aval ;
- le rinçage dans les cours d'eau d'emballages et appareils ayant contenu des pesticides ;
- le recours abusif aux traitements chimiques par voie aérienne en agriculture et en élevage dans le cadre de la lutte contre les espèces nuisibles ;
- la lutte chimique contre les mauvaises herbes ;
- la mauvaise gestion du site des magasins de stockage des pesticides en pente non loin d'un cours d'eau, ce qui facilite le ruissellement et expose les magasins aux inondations en cours de crue ;
- le choix du transport par voie fluviale, des billes de bois préalablement traitées aux pesticides ;
- la sur utilisation des pesticides qui peut aussi affecter les eaux de surface ;
- les mauvaises pratiques agricoles, pastorales et piscicoles dont les plus courantes sont : la circulation des pesticides inappropriés ; le transport non sécurisé des pesticides ; l'utilisation des pesticides et autres produits toxiques pour la pêche.

V.2.2.2- Le bassin de la Sanaga

Le bassin de la Sanaga présente trois grandes zones climatiques aux caractéristiques particulières :

- le Nord du bassin (partie Sud du plateau de l'Adamaoua) où on a le climat tropical humide de type soudanien. Les précipitations sont comprises entre 900 et 1500 mm et une seule saison agricole est pratiquée. Cette zone englobe les villes de Banyo, Tibati, Meiganga, Garoua Boulaï et la partie Sud de N'Gaoundéré ;
- la basse Sanaga au climat équatorial de type Guinéen. les précipitations sont comprises entre 1500 et 2000 mm avec deux saisons de cultures. On a les villes de Yoko, Bafia, Nanga Eboko, Betare Oya, la partie septentrionale de Bafia ;
- la partie Occidentale du bassin de la Sanaga au climat équatorial de type Camerounien. Les précipitations sont supérieures à 2000 mm et on peut citer les villes de Fouban, Bafoussam, Dschang, Mbouda et Edéa.

Les systèmes de pratique agricoles développés au sein de ce bassin ne sont donc pas identiques à cause de la perception du milieu, la diversité du peuplement, l'inégale répartition des points d'eau et des climats. En effet, les régions forestières à forte pluviométrie sont moins peuplées, l'élevage est moins pratiqué et l'agriculture est surtout extensive. La zone de savanes guinéenne, qui correspond à la partie méridionale du plateau de l'Adamaoua avec une extension vers les savanes basses du Centre et de l'Est et la plaine de Tikar, est propice à l'élevage bovin (à 80% transhumant) qui y regroupe 40% du cheptel national. Récemment on a assisté à une extension du front cotonnier dans la partie Nord de la région de l'Adamaoua. L'absence de zonage de l'espace rural de cette région est une des causes de la gestion déficiente de son potentiel. La nécessité d'un aménagement des espaces est rendue plus urgente si l'on considère la croissance démographique dans les zones voisines et la pression vers le Sud du front cotonnier qui pourrait concourir à une occupation anarchique des espaces.

Dans la zone des hauts plateaux du bassin de la Sanaga, on observe un degré de mise en valeur de plus de 86% des terres exploitables avec l'utilisation du fumier, des engrais verts ou chimiques. Les exploitations agricoles familiales, souvent aménagées en bocages, ont une taille réduite (moins de 2 ha) et on y pratique une agriculture intensive en deux cycles annuels. Dans les zones plus élevées on pratique l'élevage bovin sur des prairies de plus en plus envahies par les cultures. Le problème principal de la zone est la dégradation progressive des ressources agro-sylvo-pastorales à cause de la forte densité démographique et des systèmes de production ne mettant pas suffisamment à profit les synergies entre agriculture et élevage.

Les principales industries agro-alimentaires rencontrées dans le bassin de la Sanaga sont :

- SAFACAM installé à Dizangué qui cultive et transforme le caoutchouc et le palmier à huile ;

- SOCAPALM (Société Camerounaise de Palmeraies) et Ferme Suisse installées dans les environs d'Edéa et Souza cultivent et transforment sur place le palmier à huiles ;
- CAMSUCO (Cameroon Sugar Company) et SOSUCAM (Société Sucrière du Cameroun) qui produisent du sucre à partir de la canne à sucre cultivée dans de vastes plantations de Mbandjock et de Nkoteng ;
- SITABAC (Société Industrielle de Tabac) situé à Ntui qui transforme le tabac en cigarettes.

Dans certaines régions de ce bassin, il existe plusieurs grandes plantations paysannes spécialisées dans les cultures de rente. Ces plantations sont situées près de vastes exploitations pour faciliter la vente des produits aux complexes agro-industriels. A l'Ouest du Cameroun, l'UCCAO (Union Centrale des Coopératives Agricoles de l'Ouest) se charge du café des agriculteurs locaux. Les principales cultures de rente sont : le café, cacao, tabac, banane plantain, maïs, haricot, etc.

Les problèmes et contraintes ainsi rencontrés diffèrent d'une zone écologique à une autre. La végétation et la disponibilité de l'eau conditionnent la pratique culturale alors que les types de sols orientent le choix des cultures. L'agriculture se pratique dans les zones encaissantes et sur les plateaux à cause de l'accès facile à l'eau et la concentration de la population.

L'agriculture et l'élevage affectent alors l'équilibre existant entre la végétation et les sols qui les colonisent. Les variations des paramètres climatiques (pluies, températures, humidité relative) au cours de l'année favorisent d'une part le développement des semis des espèces à courts cycles en deux saisons et d'autre part, celui des cultures saisonnières maïs, aussi celui des cultures annuelles. L'élevage est à la fois intensif (bœufs, poulets, porcs) et extensif (porcs, moutons, chèvres, poulets). Il est inégalement reparti sur l'ensemble du bassin et est beaucoup plus développé dans les régions de savane.

La recherche effrénée des surfaces exploitables, du fait de la pression démographique, de l'exploitation à des fins agro-sylvo-pastorales, a conduit l'intervention humaine à réduire sciemment ou non les lits des cours d'eau. Cela s'illustre dans le bassin de la Sanaga par :

- les plantations des espèces inappropriées (Eucalyptus) dans les zones qui présentent un déficit hydrique ;
- le dessouchement des raphias (essences propices à la conservation des eaux dans les bas fonds), au bénéfice soit des productions végétales, animales, ou la construction d'habitats ;
- les pratiques culturales inadaptées avec la surexploitation des terres, la motorisation inappropriée dans les grandes plantations industrielles comme à la SOSUCAM et à CAMSUCO, l'absence de rotation, la pratique de l'agriculture itinérante sur brûlis, le billonnage dans le sens de la pente dans les régions montagneuses, la pratique de l'écobuage (des résidus de récoltes et des herbes sont rassemblées, enfouies dans le sol et mises à feu lors de la préparation des champs) ;
- les cultures intensives et la déforestation (feux de brousse, surpâturage, déboisement) sur les flancs de versants et sur les vastes surfaces.

En limitant l'infiltration, ces pratiques sont à l'origine du tarissement des cours d'eau situés en aval, de l'augmentation du ruissellement sur les pentes, de l'érosion de ces dernières, ainsi que de la sédimentation dans les bas-fonds avec envasement des cours d'eau et de lacs.

Les conséquences sur les ressources en eau sont :

- la dégradation des ressources en eau ; il faut noter ici que les problématiques de dégradation des sols et de ressources en eau sont très liées. En effet les dégradations des sols (érosion par exemple) diminuent l'infiltration des eaux météoriques. Ce qui entraîne un assèchement des nappes et des sources, ainsi qu'une diminution des cours d'eau ;
- risque de modification des débits de la Sanaga (cours aval de la Sanaga notamment) à cause des apports polluants déversés par les industries chimiques et agro-alimentaires localisées dans cette zone ;
- la pollution des eaux souterraines dus au déversement des produits chimiques (engrais, pesticides) de façon incontrôlée dans la nature ; la mauvaise gestion des pesticides et autres produits chimiques utiles, ou obsolètes ;
- la pollution des cours d'eau peut être due à l'utilisation excessive des produits non biodégradables (pesticides, huiles, etc.), à la contamination des cours d'eau par l'immersion des animaux infectés, au déversement des engrais dans les cours d'eau (ce qui crée souvent des phénomènes d'eutrophisation, responsables de la réduction des lits des cours d'eau par l'enherbement et de la disparition de la flore et de la faune aquatique).

V.2.2.3- Le bassin du Congo

Dans la zone des forêts, les cultures du cacao et du café occupent une place importante bien que les fluctuations des coûts de ces produits, les rendent de moins en moins attractifs avec des conséquences comme l'exode rural des jeunes et l'émergence des activités ayant un fort impact sur la biodiversité tel que le braconnage. Les cultures vivrières sont pratiquées sur défriche forestière avec recours au brûlis. L'agriculture dans cette zone est surtout basée sur la rotation des champs. Ce système est caractérisé par la rotation des champs plutôt que sur celle des récoltes, le défrichage préliminaire, le brûlis et l'alternance de courtes périodes de récolte avec de longues périodes de jachère. Les engrais sont très peu utilisés et les outils principaux sont la machette et la houe. Les principales cultures vivrières rencontrées dans cette zone sont : les tubercules comme le manioc, le macabo, l'igname. Il existe également la banane plantain, la banane douce, le maïs, l'arachide, l'ananas, etc. Les principales cultures de rente sont : le cacao, le tabac, le café Robusta, le palmier à huile, etc.

Les industries agro-alimentaires sont très peu représentées. On peut citer la SCT (Société Camerounaise de Tabac) à l'Est du Cameroun dont le rôle est de stimuler les agriculteurs dans la récolte du thé. Elle aide aussi à l'achat et à la transformation des produits des agriculteurs.

Il existe aussi de grandes plantations de café à travers la province de l'Est et aux environs de Batouri et de Yokadouma. Ces vastes plantations capitalistes fournissent une grande partie des exportations agricoles du Cameroun.

L'exploitation du bois d'œuvre est intense dans le bassin. La difficulté de la zone réside dans le fait que les systèmes de production agricole dont la gestion de la fertilité repose sur l'itinérance à long cycle sont de moins en moins viables en raison de l'augmentation de la population et du classement des grandes surfaces de forêts. A cela il faut ajouter l'éloignement des aires de production rendant difficile la commercialisation.

Les activités pastorales sont minimales car il n'y a pas de pâturage. Ceci est dû au climat équatorial qui favorise la propagation de la mouche tsé-tsé qui donne des maladies aux animaux. On élève des chèvres et des porcs partout dans la zone. L'élevage de la volaille est également commun et se pratique surtout autour des villes.

Les impacts négatifs indirects des activités agro-sylvo-pastorales sur les ressources en eau du bassin du Congo sont surtout liés à la déforestation, à la variabilité et au changement climatiques. Les conséquences sont l'augmentation de l'érosion hydrique qui se manifeste par la mobilisation des éléments fins du sol sous l'impact des eaux météoriques sur les sols dénudés, leur transport et leur dépôt vers les bas fonds. L'érosion hydrique a également pour conséquences la baisse de l'infiltration et donc de la teneur en eau générale du sol, la réduction de la biodiversité tellurique, la baisse de la fertilité organique et minérale, la formation des rigoles et au pire, de ravines rendant difficile la circulation d'engins agricoles, le charriage et le dépôt de divers déchets organiques et inorganiques dans les cours d'eau, les rivières et les lacs.

V.2.2.4- Le bassin des fleuves côtiers

Dans la zone côtière et maritime, approximativement 53% de la superficie cultivable est mise en valeur dont environ 60% constituée de plantations industrielles (palmiers à huile, hévéa, bananiers). En effet c'est dans ce bassin que l'on trouve de vastes plantations capitalistes du Cameroun. Les sols volcaniques fertiles de la basse zone des pentes du Mont Cameroun et de toute la région du Mungo, ajoutés aux bonnes conditions climatiques, rendent cette partie du pays favorable à la production d'une variété de cultures de rapport et de subsistance. On y trouve des plantations de bananiers, d'hévéas, de palmiers à huile, de thé, de fruits créés par de grosses entreprises d'Etat et privées. Il existe également de petites exploitations paysannes consacrées surtout aux cultures de rapport. Les principales agro-industries de la zone sont :

- la CDC (Cameroon Development Corporation) située au Sud-Ouest qui s'occupe de la culture et de la transformation du thé, du caoutchouc et des palmiers à huile ;
- la PAMOL s'occupe de la culture du palmier et du traitement de l'huile de palme. Elle possède des plantations à Ndian, Mundemba, Lobé, Ekondo Titi, Tiko.
- la SOCAPALM possède de vastes palmeraies et deux huileries à Mbongo et Eséka. D'autres sociétés sont situées à Kienké et Dibombari ;
- HEVECAM (Hévéa du Cameroun) s'occupe de la culture et de l'exploitation de l'hévéa. Ses services sont situés à Kribi ;

On y trouve également de vastes plantations de tubercules, racines (manioc, macabo,...) et de bananes plantain dans la région. Les activités pastorales sont minimales car il n'y a pas de pâturage. On élève surtout des chèvres et des porcs partout dans la zone. L'élevage de volaille est également commun et se pratique surtout autour des villes. Ici le problème principal est celui de la forte urbanisation et de l'industrialisation conjuguée au fait que les plantations industrielles ont un fort impact sur l'environnement à cause des intrants utilisés en phase de production. La réduction de l'espace agro-forestier pour les activités agricoles et de cueillette traditionnelles est un réel problème. L'élevage du bétail n'est pas assez développé dans cette région parce qu'on trouve des moustiques qui piquent le bétail et répandent la trypanosomiase.

Les impacts négatifs des activités agro-pastorales sur le bassin des fleuves côtiers peuvent se résumer par :

- la dégradation des sols et des ressources en eau qui peut entraîner un comblement et une sédimentation des points d'eau. Ceci est surtout dû au développement des grandes plantations qui entraînent une surexploitation des sols et du bois.
- le risque de modification des débits des fleuves côtiers à cause des apports polluants déversés par les industries chimiques et agro-alimentaires localisées dans cette zone
- l'érosion littorale naturelle est amplifiée par la multiplication de ces vastes plantations.
- la pollution des eaux souterraines et des eaux de surface par les rejets directs des effluents (pesticides, huiles) dans la nature ou dans les cours d'eau après des traitements minimes et par la mauvaise utilisation des produits phytosanitaires (Annexe 9).

V.3. Eau et activités industrielles

V.3.1- Généralités sur les différents types d'industries rencontrés au Cameroun

Les industries camerounaises sont nombreuses et diverses. Elles peuvent être classées en plusieurs branches allant des plus petites aux très grandes. On peut ainsi distinguer les industries artisanales locales, les industries manufacturières et les industries minières.

V.3.1.1- Les industries artisanales locales

Elles utilisent des méthodes traditionnelles (secteur plus ou moins informel) et fabriquent elles-mêmes les objets nécessaires d'utilité quotidienne et commerciale. Elles sont spécialisées dans : le tissage de paniers, sacs, rotin, nattes ; la sculpture sur bois et sur ivoire ; la forge et le moulage du fer, du cuivre et du laiton ; la poterie en argiles ou en aluminium) ; la broderie du coton ; le travail de cuir (peaux d'animaux et de reptiles), etc.

V.3.1.2- Les industries manufacturières

Elles sont les plus représentées au Cameroun et elles utilisent déjà des méthodes beaucoup plus modernes (secteur structuré). On peut citer :

- les industries agro alimentaires et alimentaires spécialisées dans la production et / ou la transformation des produits de base ;
- les industries chimiques ;
- les industries métallurgiques ; les industries mécaniques et électriques ;
- l'industrie textile pour la filature et le tissage du coton avec CICAM (Cotonnière Industrielle du Cameroun) installé à Douala et à Garoua ;
- les industries de chaussures et du travail de cuir ;
- les industries de transformation de caoutchouc et de plastique ;
- les industries de fabrication de cigarettes ;
- l'industrie de transformation de la céramique ;
- l'industrie de transformation de papier et de la pâte à papier ;
- les industries de distribution et de raffinage de pétrole.

Le réseau industriel camerounais comporte environ une centaine d'agro industries et chimiques, plus d'une cinquantaine d'industries métallurgiques et assimilées, industries diverses et de centaines d'entreprises diverses dans le secteur informel.

V.3.1.3- Les industries minières

Renforcée ces dernières années avec l'augmentation des cours des matières premières, l'activité minière mondiale est en forte reprise. Le sous-sol du Cameroun recèle une gamme relativement importante de ressources minières pour l'instant très peu exploitées ou valorisées. Les dispositions sont actuellement entrain d'être prises pour la valorisation et le développement de ce secteur. Les principales industries minières du Cameroun sont le pétrole, le calcaire, le marbre.

Le pétrole domine l'industrie minière. Le forage est effectué dans le bassin sédimentaire côtier par Elf Serepca, Shell, Mobil et Gulf Oil Cameroun. Actuellement une bonne demi-douzaine de compagnies détient des permis d'exploration du pétrole au Cameroun. Des indices sont encourageants. La production de pétrole alimente en partie la seule raffinerie du pays qui se trouve à Cap Limboh (Société Nationale de Raffinerie) qui a une capacité de 2 millions de tonnes par an ;

Pour le calcaire les gisements de Figuil dans le Nord sont actuellement exploités par CIMENCAM (Cimenterie du Cameroun) pour la fabrication du ciment. Ces gisements sont évalués à 600 000 tonnes, mais s'épuisent rapidement. Cependant on a détecté la présence de calcaires à Nkompina au nord de Douala, à Ngol au nord de Nkongsamba et dans la région de Mungo-Mbalangui.

Les gisements de marbre de Bizar dans la province du Nord sont exploités par CIMENCAM. La plus grande partie de ce minerai est utilisée pour la fabrication du ciment à l'usine de Figuil (province du Nord). A leur découverte, les réserves étaient évaluées à 2 500 000 tonnes.

Les autres minerais du Cameroun ne sont pas encore exploités. On peut citer le gaz naturel, le rutile du Cameroun, les bauxites, le disthène, la pouzzolane, l'or, l'étain, le nickel, le cuivre, l'uranium et la tourbe.

Les quantités de gaz naturel disponibles dans différents bassins du Cameroun sont importantes : on parle de 115 milliards de mètres cube. Ces quantités sont disponibles surtout dans le bassin des fleuves côtiers (bassins de Kribi, Douala et Rio del Rey).

Le rutile du Cameroun est exploité de manière artisanale. Après un long arrêt des activités, le Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM) vient de démontrer que le potentiel de ce minerai était très intéressant et pouvait générer quelques 40 milliards de FCFA pour une production annuelle de 100.000 tonnes.

Les bauxites sont localisées dans le gisement le Minim-Martap et à Ngaoundal dans l'Adamaoua. D'autres gisements ont été découverts à Dschang (Fongo Tongo) dans la Menoua. C'est un minerai indispensable dans la fabrication de l'aluminium. Pour faire fonctionner son usine d'Aluminium d'Edéa, le Cameroun importe une bonne partie de sa bauxite de la République de Guinée.

Le disthène est localisé dans la région du Centre (Nanga Eboko) et dans la région du Littoral près d'Edéa. Le fer. Depuis fort longtemps, des gisements d'hématite ont été découverts à Kribi. D'autres gisements existent notamment dans les localités de Ndop et de Nwa. Le plus important gisement en cours d'exploration est celui de Mbalam dans le bassin de la Dja.

Pour la pouzzolane, des gisements évalués à plusieurs millions de tonnes se trouvent dans les provinces du Sud-Ouest et du Littoral. Cette substance d'origine volcanique est actuellement utilisée par CIMENCAM dans la fabrication du ciment.

L'extraction de l'or se fait encore de façon artisanale à Bétaré-Oya. L'étain a été découvert dans le Mayo-Darle (Adamaoua). Le nickel et le cobalt ont été trouvés dans la région de Lomié (bassin du Congo). Le cuivre et l'uranium. Des gisements ont été découverts à Poli près de Garoua, les recherches se poursuivent actuellement dans les régions de Maroua et de Tcholliré. La tourbe est abondante dans la plupart des secteurs marécageux du Cameroun.

V.3.2- Principales zones industrielles dans les bassins hydrographiques

V.3.2.1- Le bassin du lac Tchad et du Niger

Cette zone est caractérisée par un bas niveau d'industrialisation. Avec la production industrielle du coton se sont installées les usines d'égrenage de Kaélé, Maroua, Garoua, Mora et Touboro. La CICAM file et tisse le coton dans un complexe textile qui est installé à Garoua. Il existe également à Maroua et à Garoua une huilerie qui utilise le coton comme matière première. Il faut noter que la SODECOTON joue un très grand rôle dans ces activités cotonnières car son rôle est de promouvoir la production du coton dans le grand Nord. Elle supervise ainsi toutes les activités relatives à la production, à la commercialisation et à la consommation de ce produit. Elle s'occupe aussi du transport et de l'égrenage du coton ainsi que de la vente des

fibres aux industries locales comme la CICAM. Les huiles de table qu'elle produit sont appelées Diamoor pour l'huile de coton et Abbia pour l'huile d'arachide.

D'autres installations industrielles comprennent l'huilerie de Pitoa, qui utilise l'arachide comme matière première, l'usine de décortilage de riz de Yagoua qui est sous la coordination de la SEMRY, la conserverie à Maroua – Salack. L'usine de la Société Anonyme des Brasseries du Cameroun (SABC) installée à Garoua produit de la bière, des boissons alcoolisées, ainsi que plusieurs tonnes de barres de glace. D'autres industries spécialisées dans la parfumerie, la laiterie et le cuir et peaux sont localisées dans la partie septentrionale de l'Adamaoua à N'Gaoundéré (bassin méridional du Lac Tchad). On peut également citer la Tannerie Industrielle du Cameroun (TANICAM), STPC (Société des Tanneries et Peausseries du Cameroun)) et le moulin à maïs (MAISCAM) de N'Gaoundéré.

L'industrie artisanale est très développée dans les bassins du Lac Tchad et du Niger. On trouve plusieurs centres artisanaux dans les petites villes, et particulièrement à Maroua et N'Gaoundéré. On peut également citer des petites entreprises artisanales spécialisées dans la broderie, le travail de cuivre, du rotin, du raphia et du bois dans la région de Bamenda (bassin méridional du Niger). L'une des principales industries minières du Cameroun se trouve dans cette région. Il s'agit de la CIMENCAM qui utilise comme principales matières premières le calcaire, l'argile et le marbre de Figuil et Bidzar.

La principale contrainte liée à ces activités industrielles est le problème d'assainissement. En effet toutes les entreprises industrielles déversent leurs effluents quasiment sans traitement dans la nature (sols, fleuves et rivières). Ce qui est un risque de la pollution des nappes phréatiques et des cours d'eau par les produits toxiques issus de ces activités. D'autres sources de pollution proviennent des plantations agro-industrielles qui rejettent également leurs effluents (pesticides, huiles) dans la nature sans ou après des traitements minimes et par la mauvaise utilisation des produits phytosanitaires (engrais, pesticides).

Les impacts environnementaux de l'exploitation minière sont très importants surtout quand l'exploitation est réalisée à ciel ouvert (coupe à blanc étoc et décapage du sol). La plupart du temps, ces exploitations ont été réalisées sans étude d'impact, dont sans mesures de réduction des impacts, et l'éloignement des sites d'exploitation des centres administratifs interdit les contrôles environnementaux, l'administration n'ayant généralement pas les moyens de se déplacer. Dès lors, les impacts sont multiples : déversement des stériles et des effluents de lavage directement dans la nature, non remise en état des sites, braconnage, pollution par les engins d'excavation (vidange des huiles dans la nature), etc. Il est connu que lors de la plupart des exploitations minières, de grandes quantités de déchets (terril) riches en éléments toxiques (Pb, Cd, As,...) sont déversés sans traitement dans l'environnement immédiat entraînant ainsi des pollutions diverses de l'air, des sols et de l'eau. On peut également signaler l'augmentation des surfaces destinées aux productions agro-industrielles et industrielles qui se fait au détriment de la végétation ou d'autres cultures vivrières. Ceci peut avoir des répercussions indirectes sur les ressources en eau : fort déboisement, forte érosion hydrique et augmentation du ruissellement, ensablement et comblement des lits de cours d'eau et de mares, assèchement progressif des cours d'eau et de points d'eau.

V.3.2.2- Le bassin de la Sanaga

Ce bassin hydrographique est également pauvre en industries, excepté au niveau de l'estuaire de la Sanaga (Edéa) où l'on rencontre des importantes industries manufacturières et agro-industrielles. On peut citer :

- ALUCAM (Aluminium du Cameroun) à Edéa qui transforme de la bauxite importée de Guinée en aluminium ;
- SAFACAM installé à Dizangué cultive et transforme le caoutchouc et le palmier à huile ;
- SOCAPALM et Ferme Suisse installées dans les environs d'Edéa et Souza cultivent et transforment sur place le palmier à huiles ;
- CAMSUCO et SOSUCAM qui produisent du sucre à partir de la canne à sucre cultivée dans de vastes plantations de Mbandjock et Nkoteng ; cultivent et transforment le sucre sur place ;
- UNVDA dans la plaine de Ndop qui produit le riz ;
- SITABAC situé à Ntui transforme le tabac en cigarettes ;
- SABC installée à Bafoussam produit de la bière, des boissons alcoolisées, ainsi que de barres de glace ;
- une unité de viandes et volailles à Mbouda,
- des savonneries à Bafoussam et Mbouda ;
- une unité à extrusion et de papier de toilette, de papier aluminium à Bafoussam ;
- plusieurs entreprises artisanales spécialisées dans la broderie, le travail du cuivre, du rotin et du bois dans les villes de Foumban, Bafoussam, Dschang.

Ces entreprises industrielles déversent leurs effluents quasiment sans traitement dans l'environnement. Ce qui est un risque de la pollution des nappes phréatiques et des cours d'eau et affluents de la Sanaga par les produits toxiques issus de ces activités. L'usage intensif des pesticides (polluants organiques persistants) et des engrais dans l'agriculture est préjudiciable. En effet les traitements phytosanitaires mal contrôlés (en type de produit et en quantité) et le rejet des effluents sans (ou avec un faible) traitement, constituent autant de menaces pour les équilibres biologiques et l'environnement humain.

V.3.2.3- Le bassin du Congo

Ce bassin hydrographique est très pauvre en industries. Ceci est dû à l'inaccessibilité relative de la forêt qui est très dense. Cela est aussi dû à la faible urbanisation de la zone, de l'éloignement de la mer. Les principales industries rencontrées dans cette région sont surtout des industries artisanales locales (bois, cuir, recherche des minerais, etc.). Les industries agro-alimentaires sont très peu représentées.

L'exploitation du bois d'œuvre est intense dans la zone. En ce moment, de nombreux détenteurs de permis exploitent plusieurs hectares de forêt. Beaucoup d'entre eux possèdent des scieries et certains d'entre eux possèdent des complexes industriels intégrés produisant du bois de sciage, des contre-plaqués, du bois de charpente équarri et des placages. On peut citer :

- la SFID (Société Forestière et Industrielle de la Doumé) basée à Dimako dans la province de l'Est ;
- la SOFIBEL (Société Forestière et Industrielle de Bélabo) basée dans la localité de Deng Deng et donc le complexe industriel est situé à Belabo.

Pour ce qui est de l'exploitation minière artisanale dans le bassin du Congo, plusieurs personnes sont impliquées dans l'extraction traditionnelle de l'or dans la région de l'Est.

La principale atteinte à l'environnement est la déstabilisation des sols suivie d'érosions et éboulements, du fait des nombreuses excavations. D'autres conséquences environnementales et sanitaires de cette activité sont la stagnation d'eau (nids de moustiques), pollution des eaux souterraines par les hydrocarbures et produits chimiques (mercure, acides,...).

V.3.2.4- Le bassin des fleuves côtiers

Le bassin des fleuves côtiers constitue le centre nerveux de l'économie camerounaise. C'est là que sont concentrées d'importantes entreprises industrielles, agricoles et commerciales. Compte tenu de l'importance des différentes industries situées dans cette zone, on peut grouper ces industries en trois principales zones que sont :

- la zone industrielle de Douala ;
- la zone industrielle de Tiko – Limbé ;
- la zone industrielle de Penja- Njombe – Loum
- la zone industrielle de Yaoundé ;

a)- La zone industrielle de Douala

La zone industrielle de Douala est le principal centre des industries camerounaises où l'on trouve des industries aussi bien lourdes que légères. Elles sont réparties en quatre principaux centres :

- le Centre de Douala : Il s'agit du centre de la ville et de ses environs immédiats. C'est le centre des industries de produits immédiatement consommables comme les industries de transformation alimentaire (boulangeries et brasseries), les industries chimiques, de bois et de travaux électriques ;
- le Centre de Bonabéri : Il se trouve sur la rive droite du Wouri et derrière le port de Douala. Ce centre comprend surtout des industries lourdes qui produisent des équipements distribués dans le pays et exportés vers les pays voisins. On a les industries de fabrication de sel comme la Société Camerounaise de Raffinerie du Sel (SOCARSEL), de savons, de gaz comprimé, d'engrais, de céramique, de métallurgie et d'autres usines de construction ;
- le Centre de Bassa : Il est situé sur la route Douala – Edéa – Yaoundé. Les principales industries qu'on y trouve sont : l'usine textile CICAM, ALUBASSA, la métallurgie et les usines de fabrication de savon et d'objets en bois, etc. ;

- le Centre de Dibombari : Il est situé juste à quelques kilomètres de la route Douala – Nkongsamba. On y trouve surtout des industries agro-alimentaires spécialisées dans la transformation de l’huile de palme, etc.

b)- La zone industrielle Tiko – Limbé

Les principales industries rencontrées dans cette zone sont : l’huilerie de Mundoni qui est l’une de plus grandes et des plus modernes du pays. Elle est située au milieu des palmeraies de la CDC. L’usine de thé de Tolé qui est située au milieu de la plantation de thé de la CDC à Tolé. La CDC est ainsi le deuxième employeur derrière la fonction publique avec 36.000 ha de plantations. L’usine de caoutchouc et la savonnerie de Tiko. Les brasseries d’Ombé qui fabriquent les boissons non alcoolisées. L’usine de Moliwé qui fabrique des parapluies. On a également dans cette zone industrielle la raffinerie du Cap Limboh. Elle se trouve à quelques kilomètres de la ville de Limbé et appartient à la SONARA.

c)- La zone industrielle de Penja – Njombe – Loum

La zone industrielle est constituée de vastes plantations agro – industrielles situées sur la route Douala – Nkongsamba. Ce sont surtout des plantations de culture et de transformations des fruits à Njombe. De vastes plantations de bananeraies, d’ananas, de papayes appartenant à l’Etat, aux instituts de Recherches et aux sociétés privées.

d)- La zone industrielle de Yaoundé et de ses environs

Il s’agit ici des usines aussi bien situées à Yaoundé que celles des villes environnantes :

- à Yaoundé, il existe une importante brasserie appartenant à la SABC, Une scierie appartenant à Coron mais qui vient de fermer ses portes, plusieurs boulangeries ;
- à Mbalmayo, on trouve des usines de contre – plaqués et de placage (ECAM –Placage et COCAM (Contre-Plaqués du Cameroun)).

En effet, il existe peu d’industries dans cette zone car Yaoundé est beaucoup plus une ville administrative qu’économique

A titre de rappel, les impacts négatifs directs et indirects de ces activités industrielles sur les ressources en eau du bassin des fleuves côtiers sont :

- la sédimentation des lits de cours d’eau et de sources ;
- la baisse des niveaux piézométriques ;
- modification des débits des fleuves côtiers à cause des apports polluants déversés par les industries chimiques et agro-alimentaires localisées dans cette zone ;
- changement climatique et modification des régimes hydrologiques des cours d’eau du bassin des fleuves côtiers ;
- la pollution diffuse des eaux souterraines due d’une part, aux déversements des produits chimiques et industriels déversés de façon incontrôlée dans la

nature et d'autre part, à la mauvaise gestion des pesticides et autres produits chimiques utiles, ou obsolètes ;

- la pollution directe des cours d'eau due : à des déversements sans traitement préalable dans les cours d'eau des déchets industriels, à des pluies acides provenant des émanations de gaz industriels, à l'utilisation excessive des produits toxiques (pesticides, huiles, goudron, graisse, hydrocarbures, etc.) non biodégradables, à des déversements des engrais dans les cours d'eau (ce qui crée des phénomènes d'eutrophisation, responsables de la réduction des lits des cours d'eau, l'envahissement par les macrophytes comme dans les fleuves Nyong et Wouri).

V.4- Eau et énergie

V.4.1- Généralités

L'énergie est nécessaire pour le fonctionnement des industries, pour les ménages et pour le commerce. L'énergie électrique produite et consommée au Cameroun est d'origine hydroélectrique (énergie obtenue à partir de l'eau) et thermique (énergie obtenue à partir du gazoil). Les autres sources d'énergie rencontrées au Cameroun sont : Le bois énergie qui assure 84% des besoins des ménages camerounais. Les ménages des Communautés Urbaines de Yaoundé et Douala utilisent le gaz naturel (42%), le pétrole (17%) ou le charbon de bois (37%), pour leurs besoins culinaires. 79% des ruraux recourent à cette dernière source. Il existe également des énergies alternatives (éolien, géothermie) mais qui ne sont pas actuellement très utilisées au Cameroun.

V.4.2- Caractéristiques spécifiques de l'énergie hydroélectrique du Cameroun : impacts sur les ressources en eau

Au Cameroun, les grands barrages sont les sources principales de production d'énergie électrique pour l'ensemble du territoire. Ils sont aussi utilisés à des fins agropastorales, piscicoles ou d'adduction d'eau potable. L'hydroélectricité est produite par les chutes d'eau et le Cameroun est fier de son grand potentiel en énergie hydroélectrique parce que la plupart de ses fleuves et rivières sont coupées de chutes et de rapides. Sept grands barrages et une dizaine de petits barrages sont actuellement en service au Cameroun. Neuf autres sont en projet. Parmi les grands barrages, on peut citer les centrales hydroélectriques d'Edéa et de Songloulou, les barrages de retenue pour la régulation du débit de la Sanaga (Bamendjin, Mapé et Mbakaou), la centrale hydroélectrique et d'irrigation de Lagdo. Les petits barrages sont des barrages de retenue pour l'adduction d'eau (Mokolo – Nord, Mokolo Douvar, Djinglya, Meri, Tala – Mokolo, Yaoundé, etc.).

Les plus grandes centrales électriques se trouvent sur le fleuve Sanaga à Edéa et Songloulou fournissant ainsi de l'énergie à presque toutes les villes importantes de l'Ouest et du sud du pays. Ces deux barrages sont considérés comme venant aux troisième et quatrième rangs en Afrique Centrale et Occidentale après ceux de Kainji sur le fleuve Niger au Nigéria et d'Akosombo sur le Volta au Ghana. La puissance

hydroélectrique nationale installée est de 720 MW. Soit, respectivement 264 MW et 384 MW, à partir des ouvrages du réseau sud (Edéa et Song-Loulou,) et 72 MW par le réseau nord (Lagdo), soit près de 89,4% de la puissance totale installée par la SONEL, 1,23% du potentiel hydroélectrique sauvage et 3,44% du potentiel équipé.

Pour le réseau sud, la ex SONEL a construit plusieurs grands barrages dans le bassin versant de la Sanaga pour réguler le débit du fleuve : Bamendjin, Mbakaou et Mape (tableau 25). Le barrage de Bamendjin, construit en 1974, a créé un lac artificiel dont la surface varie de 25.500 à 33.300 ha selon les saisons. Le volume de l'eau stocké atteint 1,847 milliards de m³. Le barrage de Mbakaou, construit en 1969, a créé une retenue de 1.700 ha (saison sèche) à environ 32.000 ha (saison des pluies). Le barrage de Mape (1987) a créé un lac artificiel de 52.000 ha, avec une capacité de 3,3 milliards de m³ de l'eau.

Pour le réseau nord, le barrage de Lagdo sur la Bénoué mis en place en 1982 a créé une retenue de 400 millions m³ d'eau pour irriguer 1.800 ha actuellement, et 4.600 ha à l'avenir. Il existe d'autres petits barrages localisés surtout dans la partie septentrionale du pays. Le barrage de Maga (27 kilomètres de long) construit entre Pouss et Guirvidig à travers la plaine inondable des Yaérés, en bordure du Logone peut stocker au moins 500 millions de m³ d'eau sur une aire d'environ 12.000 ha (juin) et environ 36.000 ha (octobre). Des petits barrages installés dans les zones montagneuses (Monts Mandara, notamment) totalisent une capacité de stockage de 11,6 millions de m³. Toutefois, l'efficacité de ces petits barrages est toute relative en raison de l'évaporation intense durant les huit mois de saison sèche.

Tableau 25 : Caractéristiques des principaux barrages du Cameroun

| Barrage | Bassin | Année de construction | Superficie du réservoir (ha) | Volume d'eau (10 ⁹ m ³) | Utilité |
|-------------|-----------|-----------------------|------------------------------|--|--|
| Bamendjing | Sanaga | 1974 | 25 000 à 33 300 | 1 847 | Régulation |
| Mbakaou | Sanaga | 1969 | 1 700 à 32 000 | 2,6 | Régulation |
| Mapé | Sanaga | 1987 | 52 000 | 3,3 | Régulation |
| Edéa | Sanaga | 1954 | | | Production hydroélectrique |
| Song Loulou | Sanaga | 1981 | | 5 | Production hydroélectrique |
| Lagdo | Niger | 1982 | | 0,4 | Production hydroélectrique, irrigation |
| Maga | Lac Tchad | 1979 | 12 000 à 36 000 | 0,5 | Irrigation |

Malgré le grand potentiel énergétique du Cameroun, plusieurs problèmes et carences peuvent être observés. Il s'agit de :

- la sédimentation, envasement et comblement des barrages (activités anthropiques) (Annexes 7 et 8) ;
- de la diminution des volumes d'eau (sédimentation des barrages, changement climatique, pollutions directes) ;
- l'exploitation incontrôlée de la biomasse énergie ;
- l'inadéquation de la structure de l'offre ;
- la promotion insuffisante des énergies alternatives (éolien, géothermie) ;
- l'absence de planification de l'utilisation de la ressource eau (hydroélectricité, industries, métallurgie, agriculture, élevage, consommation humaine) ;
- développement insuffisant de la petite hydraulique villageoise ;
- les pertes techniques élevées (23,3%) dans les réseaux de distribution basse tension urbains et ruraux dues au manque de normalisation, d'optimisation du système et du vieillissement des équipements, les branchements clandestins, les surcharge/délestage du réseau et autres risques (électrocutions, incendies), la chute des arbres, les incendies et les feux de brousse, etc.

Pour pallier le problème énergétique observé au Cameroun ces derniers temps, certains projets de construction de barrages sont en cours d'Etude d'Impact Environnemental ou de faisabilité : il s'agit des barrages de Lom Pangar et de Nachtigal sur la Sanaga et du barrage de Menvélé sur le Ntem.

Pour les produits pétroliers, la pratique des mélanges frauduleux, la fluidité de nos frontières dans les zones de conflits, le manque de normes du système de transport par wagon et camions-citernes exposent le public à des risques mortels d'explosions, d'incendies et de pollutions chimiques.

La présence et le fonctionnement des barrages n'a pas que des impacts positifs, on peut déceler quelques impacts (directs ou indirects) négatifs sur l'environnement : On peut citer :

- les inondations des terres agricoles limitrophes en amont des barrages ;
- assèchement des cours d'eau en amont des barrages ;
- la modification des lits et des débits de cours d'eau (régime hydrologique) ;
- pollutions par les industries chimiques, agro-alimentaires et l'urbanisation ;
- disparition de la biodiversité ;
- accroissement de la désertification et de l'émission des gaz à effet de serre ;
- prolifération des maladies liées à l'eau (paludisme, onchocercose,...) ;
- etc.

Dans le bassin du lac Tchad, la construction des digues barrages de Maga, de Zilim et sur les fleuves Logone et Chari est à l'origine de la modification du régime de débit de ces cours d'eau. Ces barrages aménagés à des fins agricoles, essentiellement pour la riziculture ont fortement perturbé le réseau hydrographique régional en créant des zones d'inondation en amont et des zones d'assèchement en aval. Le cas particulier du barrage de Maga constitue une inquiétude permanente à cause des dégradations qui sont observées sur la digue. Retenant un volume d'eau de plus de six millions de mètres cube d'eau, sa rupture mettrait en mal la ville de Maga et ses alentours. L'existence de ces barrages crée ainsi de nombreux conflits et déplacement des populations.

V.4.3- Utilisation de la biomasse énergie au Cameroun : problématique et impacts sur l'environnement

Le Cameroun dispose de ressources énergétiques diversifiées et inégalement réparties sur le territoire national. Le bois-énergie est abondant dans la partie Sud (zone de forêt) alors que la partie septentrionale reste déficitaire (zone de savane). D'après la Commission Européenne, (2004) et le MINEF (1996), on estime qu'environ 80% de la population tire son énergie de la biomasse qui, de ce fait, représente 60% de l'énergie consommée au niveau national. Les données sur la production ne sont pas bien connues même si ce secteur fait l'objet d'une intense activité commerciale. On estime que la consommation actuelle devrait se situer à 12 millions de m³ soit 4 fois la production industrielle de bois et ce pour une valeur estimée à 50 milliards.

La demande en bois énergie est également fonction du pouvoir d'achat des populations (rurales et urbaines). En effet, à la suite de la crise économique de la fin des années 80, la consommation du bois comme source d'énergie a sensiblement augmenté en raison de l'inaccessibilité des sources d'énergie alternatives, notamment le pétrole, qui a subi une hausse substantielle. Compte tenu que l'incidence encore forte de la pauvreté, il est à craindre un effet induit sur la consommation du bois énergie combiné à ceux de la croissance démographique et de l'urbanisation. Toujours au niveau de la demande il faut signaler que les appareils de cuisson au bois utilisés sont essentiellement traditionnels et ont des rendements énergétiques très faibles qui augmentent encore les besoins en bois énergie.

Du Sud vers le Nord (bassins du lac Tchad et du Niger), on observe une aggravation du déficit en bois de chauffage avec des accentuations de la pénurie et des impacts sur l'environnement dans les alentours des grandes villes où les déboisements se font par cercles concentriques autour des agglomérations urbaines qui ont atteint une largeur de 10 à 18 km en 15 ans. Dans certaines parties de cette région, où les forêts sont plus appauvries et où il y a une forte densité de la population, combinée au surpâturage, on assiste donc à une dégradation " silencieuse " mais dramatique. Cette activité se fait quotidiennement, par des millions de personnes (notamment des femmes) disposant de peu ou pas de moyens et d'outils. La baisse des revenus et l'exode rural font de la coupe du bois de feu une activité génératrice de revenus important au point que des villages entiers sont créés dans la zone du nord-est (Bénoué) uniquement pour s'adonner à cette activité.

A la suite du déficit en ressources ligneuses et du prix élevé du bois, l'utilisation de tiges de mil ou d'autres déchets agricoles pour la cuisson est de plus en plus fréquente en milieu rural et dans les familles les plus défavorisées des villes au détriment du maintien de la fertilité des sols par prélèvement et exportation de matière organique. Le bois de feu est aussi utilisé par certaines industries (tel que les brasseurs de vin local, les bouchers et les restaurants). L'usine de marbrerie et de production de chaux de Figuil consomme des quantités importantes de bois énergie pour laquelle des mesures spécifiques devraient être étudiées compte tenu de la fragilité de la zone en biomasse.

Des estimations sur l'importance de bois de chauffe indiquent que la récolte de ces ressources constituerait la deuxième source de revenus en zone rurale dans la province du Nord bien devant le maïs et le coton. Les chiffres d'affaires s'élèveraient

à près de 15 milliards de FCFA/an pour les deux capitales provinciales dont près de 23% correspondant à des revenus en milieu rural. La consommation annuelle estimée en bois énergie des deux villes de Garoua et Maroua avoisinerait les 260.000 tonnes dont environ un tiers pour satisfaire les besoins de la ville de Maroua.

Il faut quand même noter que la pression sur les ressources forestières ne dérive pas seulement du besoin croissant en bois de chauffe, mais aussi d'un besoin pareil en terres cultivables ainsi que des systèmes d'exploitation agro-pastoraux adoptés par les populations locales. L'utilisation du bois de feu est mentionnée dans la Loi Forestière et dans le décret 95/531 mais de manière sommaire. Il peut concerner l'ensemble du territoire quand il s'agit du ramassage du bois mort. La commercialisation de bois de chauffage est autorisée dans le domaine national à la suite d'un permis de coupe délivré par les services centraux du MINEF. A la suite de certaines dérives constatées dans les provinces méridionales, la délivrance de tels titres pose des problèmes avec des conséquences problématiques car les contrôles se sont de fait arrêtés. Pour pallier cette lacune, les délégations régionales se sont vues rétrocéder ponctuellement un droit réglementaire imprécis sur l'exploitation du bois de feu. En dépit d'un cadre législatif discutable, elles ont donc autorité pour édicter et faire appliquer un certain nombre de règles sur le bois énergie à l'échelle régionale. Cela, par exemple, a été mis en pratique par la délégation régionale du Nord du MINEF. Toutefois il s'agit d'un contrôle à posteriori (à la rentrée du bois dans la ville de Garoua) sans compter que les deux postes de contrôle institué sont largement insuffisants même pour contrôler la chaîne à ce niveau car il y a évidemment bien d'autres possibilités de rejoindre le centre urbain par d'autres voies que les deux routes principales.

Le PSFE (Programme Sectoriel Forêt Environnement) prévoit, parmi ses composantes, une intervention bois énergie au Nord du Cameroun dont l'objectif sera de contribuer à la réduction de la dégradation des ressources forestières et à la lutte contre la pauvreté à travers une gestion concertée et globale des filières. Ce volet visera, à satisfaire durablement près de 40% des besoins en bois énergie des villes de Maroua et Garoua en dehors de la création de 80 forêts communautaires (soit environ 240.000 ha) dans les zones d'approvisionnement en bois énergie des deux villes, de la création la création de marchés ruraux associés à la gestion des forêts communautaires, et de l'émergence d'un tissu professionnel d'opérateurs privés d'appui à ces communautés. Pour la seule ville de Douala, la consommation de bois est évaluée à 275.000 stères par an (Aladoum, 2003 cité par MINEP et PNUD, 1999).

V.5- Eau et risques naturels et technologiques

Les catastrophes sont rangées dans deux grandes catégories : les catastrophes d'origine humaine et les catastrophes naturelles. La distinction entre les catastrophes provoquées par l'action de l'homme ou de l'habitat et celles dites naturelles s'applique essentiellement aux facteurs de déclenchement et non au processus global de ces situations car toutes les catastrophes comportent une dimension humaine, ne serait – ce que par le fait qu'elles font des victimes.

Parmi les principaux risques naturels rencontrés au Cameroun, il y'a les inondations, les émissions de gaz volcaniques, des glissements de terrains, des tremblements de terre, des éruptions volcaniques (figure 45) ou de sécheresse, etc. Les risques naturels et technologiques constituent des menaces permanentes pour les populations, l'économie et l'environnement, menaces qui peuvent à tout moment être transformées en un désastre effroyable.

Le pays a déjà eu à faire face à de nombreuses catastrophes naturelles parmi lesquels on dénombre environ 14 secousses sismiques localisées, 16 éruptions volcaniques sur le Mont Cameroun et le Mont Fako, les émanations de gaz des lacs volcaniques de Monoun (1984) et Nyos (1986), de nombreuses inondations (Yaoundé, Yabassi, Limbe, Garoua, etc.). Toutes ces catastrophes ont été accompagnées de pertes importantes en vies humaines et matérielles.

Au registre des catastrophes technologiques, on peut citer les accidents d'avion de Banga Pongo en 2007 (Kenya Airlines), celles de Cameroon Airlines, des camions citernes, les déraillements de trains qui portent des produits toxiques, etc. On s'attellera sur celle survenue à la gare ferroviaire du quartier Nsam à Yaoundé, en 1998 suite à un incendie issu de la chute d'un wagon citerne contenant de l'essence (figure 46). Cet accident a causé plus de 140 morts. Des déguerpissements ont été effectués autour du site du sinistre et les populations concernées ont été dédommagées et réinstallées sur d'autres sites.

Les risques naturels et technologiques sont des phénomènes imprévisibles et on ne sait pas quand et comment la catastrophe va intervenir, quelle sera la nature de la catastrophe ? Que seront les impacts ? Dans tous les deux cas, ces risques sont examinés sous des aspects divers :

- les causes ;
- les impacts sur l'environnement (directs ou indirects) ;
- les mesures de prévention et d'alerte ;
- le plan d'intervention ;
- le plan de gestion des ressources naturelles en cas de catastrophes.

La dynamique de prévention des pollutions et de prévention des risques technologiques a surtout émergé avec la construction de l'oléoduc Tchad/Cameroun (pipe line). Elle a ainsi fait l'objet de plusieurs études environnementales et sociales et d'un traitement particulier (approche participative) dans le cadre de l'étude d'impact sur l'environnement. Dans le cadre particulier du pipe line Tchad – Cameroun, tout le tracé de l'oléoduc a été effectué minutieusement (en tenant compte des zones à écologie fragiles), accompagné des études d'impacts, de mesure de prévention et d'alerte, des plans d'intervention sur terres et dans l'eau et de plan de gestion en cas d'alerte.

V.6- L'eau et les transports

«Là où la route passe, la ville suit». Cet adage montre ainsi l'importance du transport routier dans le développement urbain et socio économique d'une région. Quatre moyens de transport sont généralement observés au Cameroun. Il s'agit des

transports routiers, ferroviaires, aériens et fluviaux. On va surtout s'attarder aux transports routiers et fluviaux à cause de leurs impacts directs sur les ressources en eau.

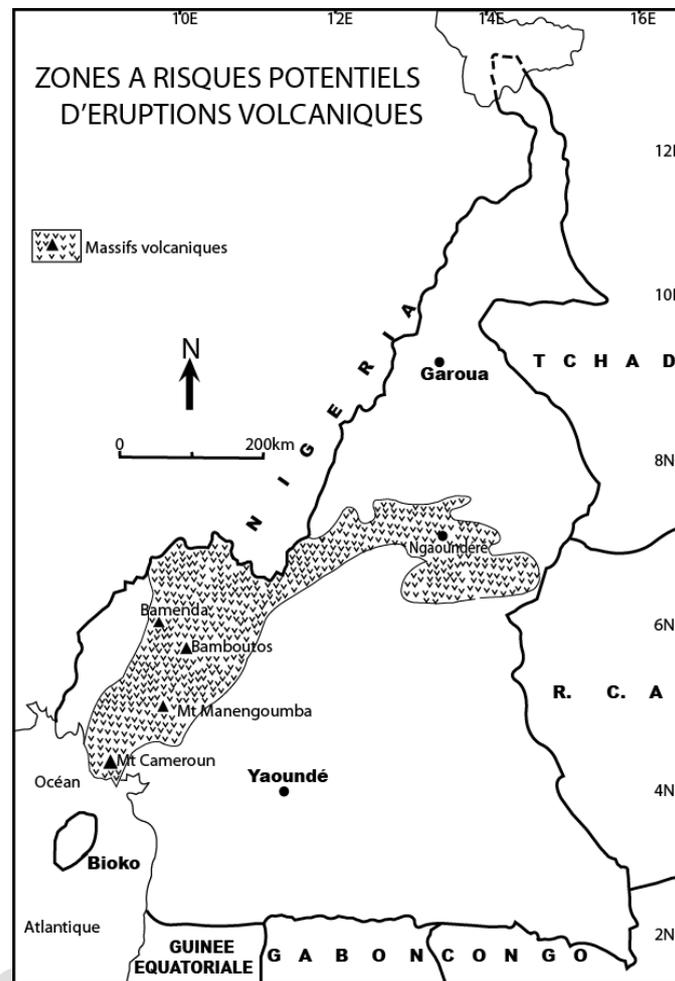


Figure 45 : Zones à risques potentiels d'éruptions volcaniques au Cameroun



(Source : Anonyme-PNLDAH, 2004)

Figure 46 : Wagons-citernes de la CAMRAIL déraillés à proximité de la rivière Lebby

V.6.1- Les transports routiers périurbains et urbains

V.6.1.1- Les transports routiers périurbains

Les routes camerounaises peuvent être classées en deux catégories : les routes de catégorie A ou prioritaires qui relient les principales villes du pays entre elles, les routes de catégorie B ou secondaires qui partent des communautés locales de l'intérieur du pays pour aboutir aux routes de catégorie A. Les routes de catégorie A se sont beaucoup développées ces dernières années et sont orientées suivant plusieurs axes principaux :

- l'axe Limbé – Mamfé – Bamenda – Nkambé ;
- l'axe Douala – Bafoussam – Foumban – N'Gaoundéré – Maroua – Kousséri ;
- l'axe Douala – Yaoundé – Yoko – N'Gaoundéré – Maroua – Kousséri ;
- l'axe Douala – Yaoundé – Bertoua – Meiganga – Maroua – Kousséri.
- l'axe Yaounde – Ebolowa ;
- l'axe Yaounde – Sangmelima ;
- l'axe Douala – Kribi et Kribi- Yaoundé.

En dehors des routes qui relient les régions entre elles, il en existe d'autres routes transfrontalières qui relient le Cameroun aux pays voisins. Certaines de ces routes ne sont pas praticables pendant la saison de pluies.

V.6.1.2- Les transports routiers urbains

Les transports urbains sont entrés dans une crise aiguë au Cameroun. Ceci est dû à plusieurs causes :

- nombre limité de routes ;
- mauvais état de ces routes ;
- manque de sociétés de transports urbains ;
- dégradation de la voirie urbaine ;
- développement accéléré des villes ;
- encombrement des chaussées par les activités du secteur informel ;
- circulation anarchique des poids lourds à l'intérieur des villes par manque de possibilités de contournement et de l'inadéquation des plans de circulation urbain ;
- abondance des véhicules en mauvais état ;
- travaux de construction de routes mal faites et manque d'entretiens de ces routes.

V.6.1.3- Les impacts négatifs des transports routiers sur les ressources en eau

La plupart des routes au Cameroun ont été construites sans avoir mené des études d'impact environnemental et social, il s'en suit des impacts négatifs qui peuvent dégrader les ressources en eau. On peut citer les impacts liés aux routes et les impacts liés au transport :

- érosion hydrique, transports solides et comblement des lits de cours d'eau ;
- augmentation des inondations ;
- assèchement des points d'eau et de sources ;

- déforestation ;
- modification des lits de cours d'eau et de leur régime hydrologique ;
- disparition et assèchement de certaines zones humides (marécages) ;
- pollution diffuse des eaux souterraines par certains produits toxiques, hydrocarbures lors des accidents ;
- pollution directe des cours d'eau ;
- lessivage des sols, eutrophisation des lacs et cours d'eau ;
- perte de la biodiversité marine.

Ce phénomène d'érosion hydrique et de transports solides est accéléré dans le cas de l'exploitation forestière. En effet, pour sortir des billes de bois jusqu'aux routes principales ou dans les scieries, on est obligé d'ouvrir des routes carrossables dans la forêt.

V.6.2- L'eau et les transports fluviaux

V.6.2.1- Généralités

Au Cameroun, la plupart des fleuves ne sont pas navigables car ils comportent beaucoup des rapides et des chutes (chutes d'Ekoum sur le Wouri, Nachtigal sur la Sanaga, Menchum sur la Menchum). Certains fleuves ne sont navigables que pendant la saison des pluies lorsque leur volume et leur profondeur augmentent avec les crues. Certains fleuves du Cameroun étaient navigables mais ne le sont plus actuellement à cause de phénomènes d'ensablement (activités anthropiques) qu'on va énumérer plus loin. Ces fleuves sont (Olivry, 1986 ; Néba, 1987):

- la Bénoué était navigable de Garoua à Port Harcourt au Nigéria (1200 km) ;
- la Dibamba sur 60 km ;
- la Sanaga sur 60 km jusqu'à Edéa, puis sur 85 km jusqu'aux chutes de Nachtigal ;
- le Wouri était navigable sur 24 km en amont à partir de Douala ;
- le Nyong était navigable dans sa partie amont d'Abong-bang à Mbalmayo ;
- la Ngoko était navigable sur plusieurs kilomètres en amont de Moloundou ;
- la Manyu et le Ndian sont navigables pendant toute l'année. Le Ndian est navigable pour les petits bateaux à partir de Rio Del Rey. Quant à la Manyu, elle est navigable de Manfé jusqu'à Calabar ;
- le Chari est navigable de Kousséri jusqu'au Lac – Tchad.

V.6.2.2- Les ports du Cameroun et les problèmes environnementaux

Le Cameroun compte quatre ports maritimes : Douala – Bonabéri, Kribi, Tiko et Bota (Limbé) et un port fluvial qui est Garoua.

a)- Les ports maritimes

Le port de Douala - Bonabéri est le plus important. La plupart des importations et des exportations du Cameroun transitent par les ports de Douala et de Bonabéri. Celui de Douala est situé sur la rive gauche du Wouri. C'est un port en eau profonde avec un quai de plus de 300 m de long. Sur la rive droite, face à celui de Douala, se trouve le port de Bonabéri. Les deux ports se trouvent à la limite de la navigation sur l'océan et constituent le plus important du pays. Plus de 90 % des échanges avec l'extérieur

y passent. Il exporte surtout du bois et des produits agricoles (cacao, café, ananas, bananes) et reçoit des importations qui comprennent essentiellement des véhicules et des produits manufacturés.

Le principal problème que connaît le port de Douala – Bonabéri est celui de l'ensablement qui exige de grosses sommes d'argent pour son dragage. Le port de Tiko, accessible à travers les criques de Bimbia a longtemps servi comme port bananier, aujourd'hui on y exporte du bois et du caoutchouc. Le port de Bota (Limbé) est bien situé mais ses installations sont rudimentaires et très vieillissantes. C'est un port naturel en eau profonde qui sert à l'exportation du cacao, du café et des palmiers produits dans la province du sud – ouest. Ce port n'est plus assez entretenu à cause de la route Tiko – Douala qui est préférée. Ce port ne connaît pas vraiment le phénomène d'accumulation de boue, de sables et de limons comme à Douala et des études sont en cours pour la création d'un important port dans les eaux profondes de cap Limboh près de Limbé.

Le port de Kribi est situé dans la partie échancrée de la côte, à l'embouchure de la Kienké. L'accessibilité au port n'est pas très facile pour les gros bateaux. Ce port s'occupe de l'exportation des grumes provenant du sud du pays, du cacao produit dans la région d'Ebolowa et des produits halieutiques provenant de la mer. Il faut signaler que les installations de chargement de pétrole du pipeline Tchad – Cameroun se trouvent dans la région de Kribi. Des études sont en cours pour la création d'un important port dans les eaux profondes de Kribi pour décongestionner celui de Douala.

b)- Les ports fluviaux

Le port de Garoua n'était ouvert que pendant trois mois (saison de pluies) : juillet, août et septembre mais ne l'est plus maintenant. Même pendant cette période, une baisse soudaine du niveau de l'eau pouvait rendre le déplacement des bateaux difficile. La partie navigable de certains fleuves se terminait par de petits ports tels que Yabassi sur le Wouri, Edéa sur la Sanaga, Kousséri sur le Logone et Mbongé sur le Ndian.

Les principaux problèmes environnementaux rencontrés sont :

- la sédimentation des cours d'eau et des ports qui nécessitent un gros investissement pour les dragages permanents et réguliers (cas de Garoua et de Douala) ;
- envahissement des cours d'eau par les macrophytes (Nyong et Wouri) ;
- forte érosion côtière ;
- dégradation des eaux : pollutions physico chimiques des eaux par les hydrocarbures, les produits toxiques et phytosanitaires.

V.6.3- Transports des hydrocarbures et le Pipeline Tchad – Cameroun

Le transport des hydrocarbures au Cameroun est effectué par voie routière (camions citernes), par voie ferroviaire jusqu'à N'Gaoundéré et par voie fluviale. Quant au Pipeline Tchad-Cameroun (figure 47), il traverse le territoire camerounais sur près de

1000 Km et a pour but principal le transport et l'exportation du pétrole brut vers les marchés internationaux. Sur le plan spatial le Pipeline débouche sur les côtes camerounaises à la hauteur de Kribi en traversant des zones de mangroves très sensibles aux effets de pollutions et se prolonge sous les eaux maritimes de la République du Cameroun pour rejoindre une installation de chargement de pétrole stationnée à environ 11 kilomètres dans les eaux territoriales camerounaises.

Le tracé du pipeline (Right-Of-Way ou ROW) est d'environ 30 m de large, allant jusqu'à 50 m lors des traversées de routes et 60 m lors de celles des rivières. Un plan général d'Intervention et six plans d'intervention spécifiques à une zone qui détaillent les mesures d'intervention devant être prises en cas de déversement, ont été préparés pour être mis en place pendant la durée des opérations du pipeline Tchad - Cameroun. Quatre des six plans spécifiques à une zone s'appliquent au territoire camerounais, trois aux zones terrestres et un aux opérations en mer. Le pipeline a été construit en utilisant une approche conceptuelle fondée sur la prévention des risques afin de réduire la possibilité d'une rupture de celui-ci et ainsi de minimiser les impacts néfastes. Les mesures de prévention appliquées avant et pendant la construction du pipeline étaient les suivantes :

- utilisation de tuyaux d'acier de carbone recouverts de polyéthylène résistant à la corrosion ainsi que d'une protection cathodique ;
- l'épaisseur du pipeline a été augmentée aux traversées de cours d'eau ;
- enterrement du pipeline à environ 1 m de la surface du sol ;
- vannes de sectionnement le long du pipeline à environ 35 km d'intervalle en moyenne, 39 vannes en tout sur la portion camerounaise du pipeline.

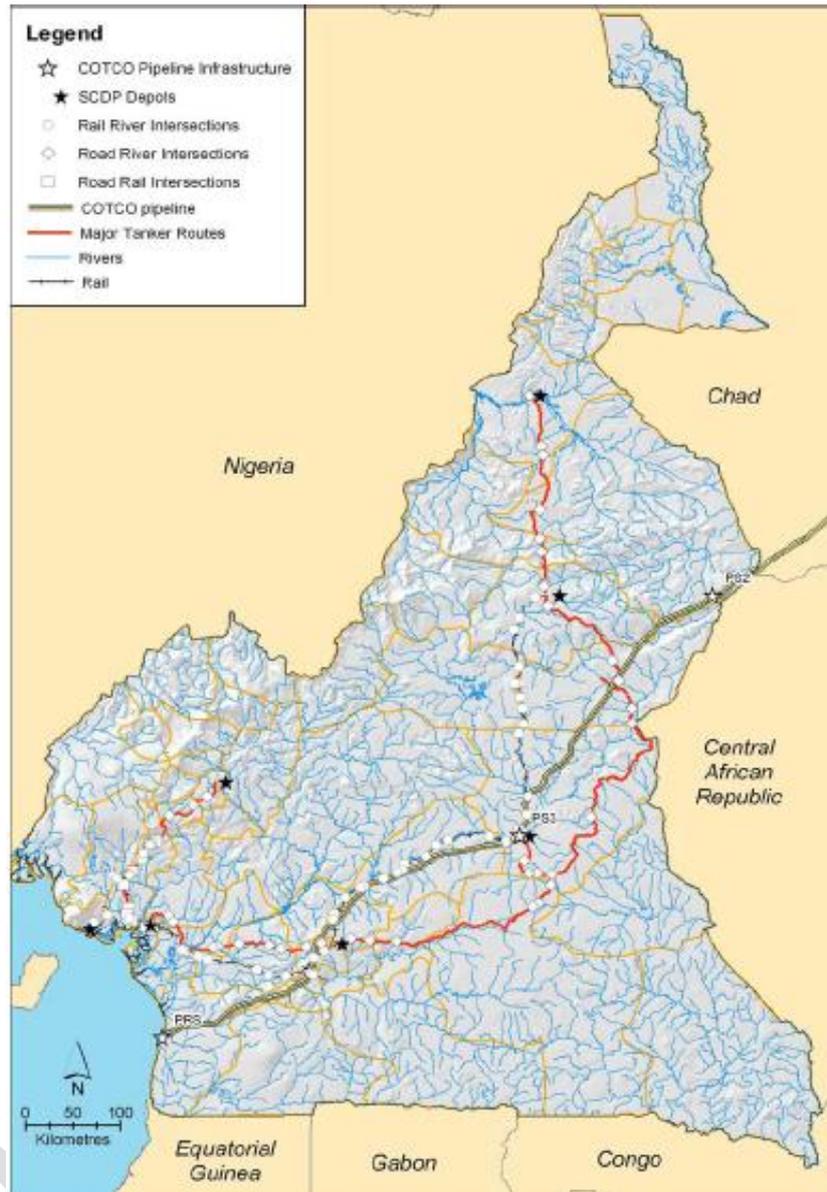
La dynamique de prévention des pollutions et de prévention des risques technologiques au Cameroun a surtout émergé avec la construction de l'oléoduc Tchad/Cameroun (pipe line). Elle a ainsi fait l'objet de plusieurs études environnementales et sociales et d'un traitement particulier (approche participative) dans le cadre de l'étude d'impact sur l'environnement (Bilong et al., 2003). Dans le cadre particulier du pipe line Tchad – Cameroun, tout le tracé de l'oléoduc a été effectué minutieusement (en tenant compte des zones à écologie fragiles), accompagné des études d'impacts, de mesure de prévention et d'alerte, des plans d'intervention sur terres et dans l'eau et de plan de gestion en cas d'alerte.

V.7- Eau, tourisme et loisirs

V.7.1- Généralités

Le Cameroun s'étend depuis la bordure du désert près du Lac Tchad dans le nord jusqu'à la forêt équatoriale du sud, offrant ainsi de nombreux sites touristiques et de loisirs. C'est à cause de cette saisissante diversité physique et humaine que bon nombre de gens considèrent le Cameroun comme « l'Afrique en miniature ».

Le Cameroun présente un réseau hydrographique dense avec plusieurs fleuves, rivières, ruisseaux, chutes et rapides ; un relief varié allant du paysage volcanique fascinant aux hautes montagnes, dépressions, lacs et plaines. Il y a aussi de belles plages sablonneuses bordées de cocotiers ainsi que de la mangrove à la lisière



(Source, Anonyme-PNLDAH, 2004)

Figure 47 : Carte du tracé du pipeline Tchad Cameroun et localisation des sources de risques du milieu terrestre au Cameroun

d'une forêt luxuriante. Enfin, la forêt aussi bien que les hautes terres et les savanes regorge plusieurs types d'animaux, d'oiseaux, d'espèces végétales, de parcs nationaux et d'aires protégées. Il est ainsi captivant pour son paysage contrasté et pittoresque.

V.7.2- Sites touristiques par bassins hydrographiques et problèmes environnementaux

Il est question ici de mettre en exergue les principaux sites touristiques dans les différents bassins versants hydrographiques d'une part, mais aussi de ressortir les

problèmes environnementaux susceptibles d'influencer cette activité. Il est également question de mettre en évidence l'impact de cette sur les ressources en eau.

V.7.2.1- Les bassins du lac Tchad et du Niger

Cette partie Soudano – Sahélienne constitue le principal axe industriel du Cameroun. Elle est très variée du point de vue touristique. La faune constitue l'aspect la plus importante. On y rencontre encore plusieurs genres d'animaux (girafes, hippopotames, cerfs, rhinocéros, lions, éléphants, oiseaux, etc.). Cette visite se fait ainsi dans les différentes aires protégées, réserves forestières et parcs nationaux qui sont situées dans la zone (Bénoué, Waza logone, Bouba – Ndjida, Kalamaoue, Mozogo Gokoro), etc.).

L'artisanat y est très développé (fabrications d'objets en terre cuite et cuirs à base d'animaux locaux, tatouage, bijouterie, tissage et filetage du coton, etc.) dans tout le grand Nord. On a deux grands cours d'eau qui traversent la région et qui sont les pôles économiques de la sous région. Ce sont la Bénoué avec son barrage de Lagdo (agriculture, élevage, pêche, trafic de tout genre, etc.) ; le Logone. Plusieurs Mayos apparaissent et disparaissent en fonction des saisons, elles alimentent la vaste plaine inondable, les « Yaérés » dans laquelle se trouve le parc de Waza et qui est également un site Ramsar. Il existe également plusieurs lacs de retenue et collinaires (Mokolo et Maga). Des massifs imposants comme les Mts Mandara, Alantika qui jouxtent la frontière avec le Nigéria.

Les problèmes environnementaux rencontrés ici sont surtout d'ordre physique et humain. Ce sont :

- les changements climatiques et variabilité climatique ; climat tropical sec de la zone (plus sec dans le Lac Tchad que dans la Bénoué) ont un impact négatif sur le milieu naturel, les animaux et les hommes ;
- la pression démographique et pression foncière ; la recherche de nouvelles espaces pour les activités agro-sylvo-pastorales et piscicoles font que ces milieux sont toujours confrontés à plusieurs problèmes tels que le braconnage dans les aires protégées et réserves, le déboisement pour la recherche du bois énergie et pour l'installation de nouveaux champs. Tout ceci entraîne une pression sur les AP, parcs nationaux et réserves forestières qui ont tendance à disparaître ou perdre de l'espace ; ceci a pour corollaire la disparition de certaines espèces dans ces parc ;
- la sédimentation, envasement, encombrement des lits des cours d'eau (impact de l'érosion hydrique) qui a pour corollaire la baisse des débits des cours, la baisse des rendements agricoles et halieutiques ;
- le barrage de Maga et la multiplication des canaux de pêche ont un impact négatif sur le parc de Waza et les Yaérés (assèchement du parc et des Yaérés, migrations des animaux du parc vers les zones favorables, perte de la biodiversité, conflits entre agriculteurs, éleveurs, pêcheurs) baisse des activités touristiques,...) ;

- le manque des routes, d'infrastructures hôtelières de qualité, des professionnels du tourisme et de la culture environnementale sont un facteur limitant pour le développement dans la zone.

Il faut signaler les zones touristiques dans la partie méridionale du bassin de la Bénoué (hauts plateaux du Nord Ouest). On y trouve des montagnes, des massifs rocheux et de plaines avec ruisseaux et rivières, plusieurs lacs (Nyos, Oku, Wum,...). L'artisanat traditionnel y est développé Le problème environnemental ici est surtout humain (lacunes dans les transports et infrastructures hôtelières médiocres).

V.7.2.2- Le bassin de la Sanaga

Les principaux sites sont les hauts plateaux de l'ouest Cameroun, la région de l'Adamaoua et l'estuaire de la Sanaga.

Les hautes terres de l'Ouest du Cameroun sont remarquables par ses hautes montagnes, des massifs rocheux fantastiques, d'innombrables chutes d'eau, des rivières et ruisseaux sinueux, de lacs limpides ainsi que plusieurs vallées profondes. On y trouve plusieurs lacs d'origine volcaniques appelés « lacs de cratère ». Les plus importants sont le lac Monoun, c'est le premier lac à avoir émis des gaz toxiques au Cameroun (14 août 1984), les lacs Pét –Ponoun ou lac jumeaux dans la région de Foubot.

Dans le plateau de l'Adamaoua considéré comme le château d'eau camerounais, on a également plusieurs ruisseaux et rivières, des montagnes et des lacs comme celui de Tison, des lacs de retenue (Mbakaou, Mape, Bamendjing).

Dans la partie méridionale du fleuve Sanaga, on a la ville d'Edéa avec ses deux centrales hydroélectriques, les usines d'ALUCAM et ses lacs (lac Ossa) riches en espèces (flore et faune).

Les problèmes rencontrés dans ce bassin sont les mêmes que ceux de la zone côtière pour ce qui est de la zone industrielle d'Edéa alors que, dans les hauts plateaux de l'Ouest du Cameroun et de l'Adamaoua, on a plutôt des problèmes humains et de logistique (manque de structures hôtelière, personnel peu formé, manque de routes, accès aux sites touristiques peu entretenus, pas d'entretien de ces sites).

V.7.2.3- Le bassin des fleuves côtiers

De nombreux sites touristiques se trouvent principalement dans la zone côtière, la zone montagneuse du Sud -Ouest et dans la région de Yaoundé et de ses environs. La ville de Douala est un site touristique avec ses nombreuses industries et son tissu commercial particulier, son pont sur le Wouri et ses reliques de l'époque coloniale. La ville de Kribi est également un site touristique avec ses belles plages sablonneuses bordées de cocotiers, son port qui date de l'époque coloniale et qui sert encore à l'exportation du bois, son embarcadère qui permet de déguster de nombreuses espèces de poissons frais. Il y'a également les chutes de la Lobé (passage brusque surface côtière – océan, zone de contact entre les eaux continentales et les eaux marines). D'autres sites existent. Ce sont les criques de

Tiko, la belle plage de Limbé, l'imposant Mont Cameroun qui est l'un des volcans les plus actifs d'Afrique, les vastes plantations modernes d'hévéa, de thé, de poivre, les palmeraies et bananeraies appartenant aux agro-industriels de la région (CDC). Plus loin à l'intérieur dans la zone de Kumba – Nkongsamba, on peut observer l'alignement des autres édifices volcaniques de la ligne volcanique du Cameroun avec ses lacs de cratère ; le Lac Barombi-Mbo (lun des sites Ramsar du Cameroun), les lacs Manengouba (lacs jumeaux) et les lacs « Tchoua »

Les trois aires protégées de du bassin des fleuves côtiers sont le mont Cameroun (jardin botanique de Limbé, forêts d'altitude et prairies subalpines), la Réserve de Douala Edea (mangrove et forêt littorale) et le Parc National de Campo (forêt littorale).

La zone de Yaoundé et des ses environs. Elle présente également plusieurs aspects qui peuvent attirer les touristes (plusieurs immeubles et ministères, universités et grandes écoles, grands hôtels sans oublier ses nombreux lacs qui lui donnent un aspect fantastique) ; On peut également mentionner la zone de Mbalmayo caractérisé par son écotourisme (promenade en pirogue dans le Nyong, visite de la réserve du Nyong et du site touristique d'Ebogo, etc.)

Les principaux problèmes rencontrés dans la zone côtière et qui peuvent avoir un impact sur les activités touristiques et les ressources en eau peuvent se résumer à l'assainissement, la gestion de l'espace et l'érosion côtière.

La pression urbaine dans la zone, la concentration des grandes industries manufacturières, des agroindustriels, les industries portuaires et pétrolières (SONARA, Terminal du pipe-line) font que toutes ces entreprises déversent leurs effluents la plupart du temps quasiment sans traitement dans la mer et les fleuves côtiers, sans qu'un réel suivi soit effectué. Ces cours d'eau et le milieu littoral voisin sont ainsi fortement pollués (métaux lourds, huiles, etc.).

Le développement de toutes ces structures avec une absence totale d'analyse de l'espace, couplé à la présence de nombreuses aires bénéficiant d'un statut de protection de tous types entraîne une disparition des milieux agro-forestiers et l'impossibilité pour les populations d'accéder à leurs besoins de base ;

Des phénomènes d'érosion côtière (littorale), naturels, sont amplifiés par l'urbanisation anarchique du littoral dans les zones touristiques. En effet l'érosion côtière est un problème majeur dans la zone côtière. Elle est favorisée par le déboisement des rives, l'exploitation des sables et des graviers des plages et des cordons littoraux pour la construction, la disparition des cocotiers qui fixent les arrières plages, l'occupation anarchique du littoral par la construction d'habitations privées et de complexes touristiques sans respect de la réglementation de la zone des 50 mètres (emprise maritime de l'Etat).

Conclusion

Les principaux phénomènes anthropiques susceptibles de dégrader quantitativement et qualitativement les ressources en eau superficielles et souterraines au Cameroun sont à de degrés divers : l'urbanisation anarchique, l'industrialisation, l'agriculture, l'élevage, la pêche, la déforestation, les transports, le tourisme et les loisirs. Les problèmes identifiés varient en fonction des bassins hydrographiques et concernent les pollutions sous toutes ses formes, l'envasement et la sédimentation des lits de cours d'eau, l'érosion hydrique, la dégradation des sols et la désertification, les inondations, l'érosion côtière. La zone la plus touchée par ces phénomènes anthropiques, est le bassin des fleuves côtiers tandis que la moins touchée reste le bassin du Congo en raison de la présence de la grande forêt qui rend inaccessible cette région.

Provisoire

Chapitre VI : Changements climatiques et ressources en eau

Introduction

En raison de leurs répercussions immédiates et durables sur le milieu naturel, les questions de variabilité et de changement climatiques sont placées depuis quelques temps au centre des préoccupations des scientifiques, des environnementalistes et des décideurs politiques dans le monde. Le cycle de l'eau étant l'une des composantes majeures du climat, les implications de ces changements sur les ressources en eau sont importantes. Caractériser et prévoir la variabilité de ces ressources dans l'espace et dans le temps deviennent alors indispensables pour proposer des solutions adaptées à la gestion des ressources en eau et aux projets de développement dans un pays. Ce chapitre a pour objectifs, d'identifier et d'examiner l'impact de la variabilité et du changement climatiques sur les ressources en eau dans différents bassins hydrographiques du Cameroun.

VI.1- Généralités sur la variabilité récente du climat au Cameroun

VI.1.1 Définitions

Le climat se définit comme étant l'ensemble des phénomènes (pression, température, humidité, précipitations, ensoleillement, vent, etc.) qui caractérisent l'état moyen de l'atmosphère et de son évolution en un lieu donné (Sighomnou, 2004). L'étude du climat d'une région passe donc par celle des principaux paramètres qui le constituent, lesquels doivent être quasiment constants pour définir une unité climatique donnée. Ces paramètres climatiques peuvent subir des modifications notables dans le temps avec des amplitudes plus ou moins grandes : on parle alors de variabilité et de changements climatiques selon l'échelle temporelle de la modification.

La variabilité climatique est donc un phénomène normal traduisant les fluctuations des paramètres climatiques mais sur une courte durée.

Les changements climatiques traduisent une modification persistante ou irréversible de ces paramètres climatiques dans le temps (Ayoade, 1988). Ce dernier terme fait en général référence aux tendances à plus long terme de la température moyenne ou des précipitations ou encore de la variabilité climatique elle-même et souvent à des tendances découlant entièrement ou en partie des activités humaines, notamment le réchauffement planétaire causé par la combustion des énergies fossiles, la déforestation et les pollutions atmosphériques diverses qui augmentent la concentration des Gaz à Effet de Serre (GES) : le dioxyde de carbone (CO₂), le méthane (CH₄), l'oxyde nitreux (N₂O), les halocarbures ou CFC (chlorofluorocarbures), l'ozone (O₃), etc.

La notion de **variabilité et de changement climatiques** est définie dans le présent document comme la modification ou variation significative du climat, qu'elle soit naturelle ou due à des facteurs d'origine anthropique.

VI.1.2- Les principales unités climatiques du Cameroun

Les régimes climatiques du Cameroun sont intimement liés d'une part à sa position géographique particulière (situation entre les 2^e et 13^e degrés de latitude nord et son étirement du sud au nord sur environ 1200 km), à l'influence de l'altitude et de la continentalité et d'autre part à la proximité de la mer (environ 400 km de côte maritime). La combinaison de ces principaux facteurs fait que le pays a un climat diversifié avec des grandes variations au niveau des masses d'air, des températures, du régime pluviométrique et du couvert végétal, ce qui fait dire que le Cameroun est de ce point de vue une illustration de "l'Afrique en miniature" (Neba, 1987). Huit grandes zones climatiques couvrant les cinq bassins hydrographiques sont généralement identifiées au Cameroun (Suchel, 1987) ; il s'agit du Nord au Sud (figure 48) :

- du climat tropical sec à tendance Sahélienne compris entre les 10^e et 12^e degré de latitude nord et caractérisée par de faibles précipitations dont la moyenne annuelle est d'environ 700 mm, réparties sur 2 saisons avec des saisons sèches qui s'étendent sur la moitié de l'année. La température moyenne annuelle est de 29° C ;
- du climat tropical sec à tendance Soudanienne situé entre le 7^e et le 10^e degré de latitude nord. Elle est caractérisée par des précipitations annuelles moyennes de 1000 mm réparties en deux saisons. Les saisons sèches durent entre 5 et 6 mois, et la température moyenne annuelle est de 27° C ;
- du climat tropical d'altitude de l'Adamaoua ;
- du climat tropical des montagnes de l'Ouest ;
- du climat tropical et équatorial de transition ; celui-ci constitue la transition entre le climat tropical à deux saisons au Nord à un climat équatorial à quatre saisons au Sud ;
- du climat équatorial côtier Nord ;
- du climat équatorial côtier Sud ;
- du climat équatorial qui couvre tout le sud Cameroun forestier.

Le climat équatorial côtier Nord et le climat équatorial côtier Sud sont caractérisés par une surabondance des pluies due à la proximité de la mer et au relief élevé. Débunsha sur le versant au vent du Mont Cameroun est ainsi l'un des endroits les plus arrosés du monde avec 10000 mm de précipitations moyennes par an ;

VI.1.3- Variabilité des températures et des précipitations

VI.1.3.1- Les températures

L'analyse des données disponibles de température (température moyenne annuelle, températures maximale et minimale moyennes annuelles ainsi que l'amplitude thermique annuelle moyenne) montre une hausse moyenne sur la période 1970-

2002, de l'ordre de 0,2°C des températures moyennes journalières sur l'ensemble du territoire camerounais contre 0,4 °C pour la période 1990-2002 (Sighomnou, 2004).

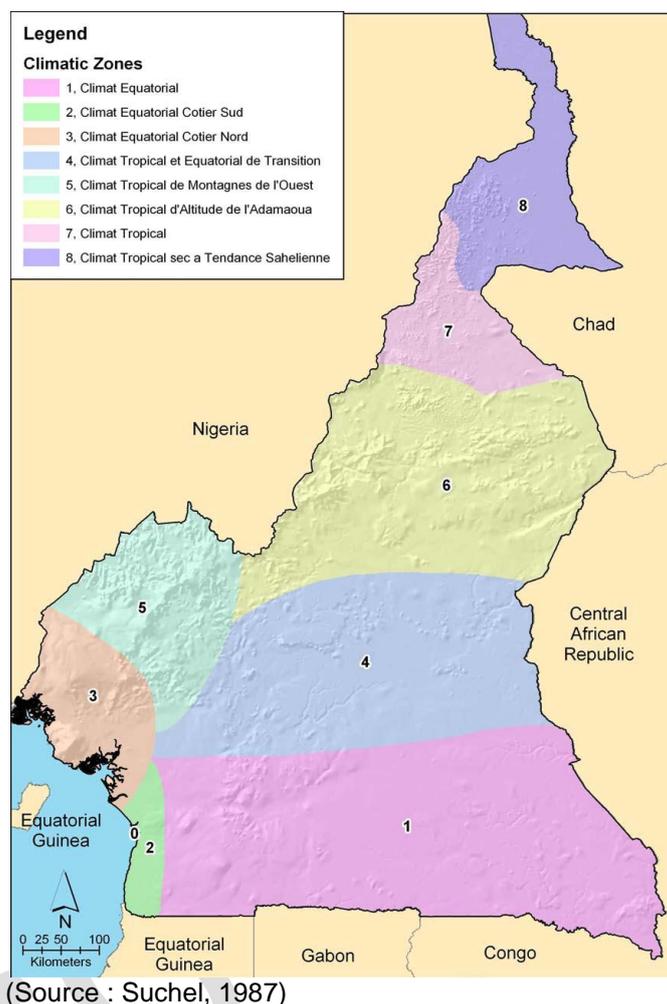


Figure 48 : Principales unités climatiques du Cameroun

L'année 1998 détient le record des années les plus chaudes au Cameroun, avec une moyenne de +1,1°C, soit une valeur supérieure au record mondial établi à +0,55°C la même année.

Bien que cette tendance au réchauffement soit générale sur l'ensemble du pays, l'intensité est variable suivant les régions (Annexes 12 à 14). Les plus fortes augmentations sont enregistrées dans les régions montagneuses, notamment pour les températures maximales moyennes annuelles, alors que les plus faibles sont enregistrées dans la région au Nord de l'Adamaoua où on enregistre par ailleurs une hausse plus forte des températures minimales moyennes annuelles (tableau 26).

Bien que ces résultats soient tirés d'un nombre limité de stations d'observation, ils sont conformes à ce qui est observé à présent sur le plan mondial. Selon IPCC (2001), le réchauffement général de la planète est causé en grande partie par les gaz à effet de serre. Les émissions actuelles de ces gaz en provenance des pays en

développement en général et du Cameroun en particulier sont négligeables, la source dominante dans ces pays étant la déforestation (Banque Mondiale, 1999 in Sighomnou, 2004). Il faudrait cependant souligner que les effets de ces gaz sur le climat sont transfrontaliers, de même que les relations des causes à effets sont complexes. L'intensité et la durée des fortes températures ont de lourdes répercussions sur la disponibilité et la gestion des ressources en eau en milieu tropical, notamment par le biais de l'évaporation.

Tableau 26 : Variations des températures moyennes annuelles dans différentes régions du Cameroun

| Variable | Hausse maximale entre 1970 et 2002 (° C) | Hausse moyenne sur la période 1970 – 2002 (° C) | Hausse moyenne sur la période 1990 – 2002 (° C) |
|----------------------|--|---|---|
| A) | Région | côtière | |
| T moy. | 1.3 | 0.2 | 0.4 |
| T min. | 0.9 | 0.0 | 0.1 |
| T max. | 1.6 | 0.3 | 0.7 |
| A. Th _{moy} | 1.7 | 0.3 | 0.6 |
| B) | Région montagneuse | de l'Ouest et de | l'Adamaoua |
| T moy. | 1.4 | 0.3 | 0.6 |
| T min. | 0.7 | 0.0 | 0.0 |
| T max. | 2.1 | 0.5 | 1.2 |
| A. Th _{moy} | 2.6 | 0.5 | 1.1 |
| C) | Région du Centre, | du Sud et de l'Est | |
| T moy. | 1.0 | 0.2 | 0.4 |
| T min. | 0.6 | 0.1 | 0.2 |
| T max. | 1.3 | 0.3 | 0.6 |
| A. Th _{moy} | 1.1 | 0.0 | 0.1 |
| D) | Régions au Nord | de l'Adamaoua | |
| T moy. | 1.0 | 0.1 | 0.3 |
| T min. | 1.2 | 0.3 | 0.5 |
| T max. | 1.0 | 0.0 | 0.1 |
| A. Th _{moy} | Baisse de 0.8 | Baisse de 0.2 | Baisse de 0.4 |

(Source : Sighomnou, 2004)

VI.1.3.2- Les précipitations

a) Les précipitations annuelles

L'analyse des données de précipitations annuelles d'une soixantaine de postes d'observation montre que l'ensemble du territoire camerounais a été marqué par une baisse des précipitations (Sighomnou, 2004 ; Lienou, 2007). Les dates de rupture se situant entre 1965 et 1975 pour près de 60% d'entre eux. Le calcul des indices pluviométriques montre qu'après la décennie 1940, les décennies 1970 à 1990 sont toutes déficitaires alors que les décennies 1950 et 1960 sont plus arrosées. La

décennie 1980 est la plus affectée par la baisse des précipitations. Si la décennie 1990 est également déficitaire, elle est marquée par quelques années humides mais aucune réelle reprise du régime des précipitations n'est enregistrée et la sécheresse a persisté jusqu'au début des années 2000. Comparativement à la période 1941-1970, la période 1971-2000 est globalement déficitaire sur l'ensemble du pays.

En définitif, l'évolution du climat au Cameroun à partir des séries pluviométriques montre une baisse généralisée des précipitations qui est la même qu'on observe en Afrique intertropicale, en général. Cette baisse se caractérise par la diminution du cumul des pluies annuelles. Particulièrement marquée au cours de la décennie 80, la moyenne des déficits varie de -10% à -20% selon la région du pays, pour les trois dernières décennies (Annexes 12, 13 et 14).

b) Les précipitations mensuelles

La variabilité des pluies mensuelles montre qu'à l'exception des mois de juillet et août, les précipitations ont globalement diminué au cours des trois dernières décennies sur l'ensemble du territoire camerounais. Cette diminution n'est pas uniforme, ni sur toute l'année ni sur l'ensemble des bassins hydrographiques du pays. On peut cependant noter que les mois de la saison pluvieuse sont proportionnellement moins affectés par la baisse que ceux de la saison sèche.

Dans la partie sud du pays, les mois de juillet et août sont plutôt marqués par des précipitations excédentaires au courant de cette même période (Lienou, 2008 ; Ndam, 2009, Dzana *et al.*, 2009). Ces résultats sont comparables à ceux enregistrés dans la plupart des travaux sur le régime des précipitations en Afrique de l'Ouest (Servat *et al.*, 1998 et 1999).

La variabilité pluviométrique se manifeste également par une baisse globale mais non uniforme des pluies mensuelles sur l'ensemble du pays. Les mois de la saison sèche sont plus affectés, dans l'ensemble, que ceux de la saison humide. On notera en particulier que les mois de juillet et août sont généralement excédentaires dans le sud, plus humide, et déficitaires dans le Nord.

c) Les précipitations journalières

Le nombre annuel de jours de pluie ainsi que le nombre de fortes pluies enregistrées au cours d'une année ont également baissé. La baisse des précipitations se caractérise donc par la diminution du nombre d'événements et / ou de la hauteur précipitée au cours de chaque événement. Des études complémentaires sont cependant indispensables pour confirmer ces dernières tendances. Les résultats ainsi obtenus montrent qu'en dépit de quelques années humides enregistrées au cours de la décennie 90, la sécheresse a continué au Cameroun jusqu'au début des années 2000. Une étude de L'Hôte *et al.* (2002) aboutit à des conclusions similaires pour certaines régions du Tchad et de l'Afrique de l'Ouest. Cette baisse généralisée des précipitations a certainement des conséquences sur les ressources en eau du pays en général, et particulièrement sur le régime des écoulements des cours d'eau.

VI.2- Les impacts de la variabilité et du changement climatiques sur les ressources en eau du Cameroun

Pour mettre en évidence les modifications climatiques (variabilité, changement climatique, etc.) dans un bassin hydrographique donné, les variables les plus adaptées sont par ordre d'importance : le débit des rivières, le niveau des lacs, les précipitations et la température de l'air (Mitosek, 1992).

Il n'a pas été facile d'avoir accès aux données récentes sur les débits des cours d'eau et les niveaux des lacs du Cameroun. En effet, les observations du réseau hydrométrique sont arrêtées sur la quasi - totalité du territoire depuis près de deux décennies. De même, le pays ne possède pas d'un réseau fiable de piézomètres pour le suivi des eaux souterraines. Quant aux données pluviométriques journalières et de températures de l'air, elles sont très chères, l'accès est difficile et la répartition du nombre de stations météorologiques au niveau national n'est pas assez représentative de la superficie des différents bassins hydrographiques du Cameroun. La plupart de données exploitées dans ce travail proviennent donc des résultats de quelques travaux effectués dans le cadre de certains projets ou de certaines études personnelles. La durée de ces travaux étant très courte, ces résultats doivent être exploités avec réserve.

VI.2.1- Le bassin du lac Tchad

Le bassin septentrional du lac Tchad reste la région la plus touchée et la plus vulnérable aux aléas du climat (variabilité et changement climatiques). Dans ce bassin, les températures ont généralement augmenté et les déficits pluviométriques annuels sont également bien établis. Ces derniers sont compris entre -6 % et -12 % et correspondent à la sécheresse qui sévit en Afrique Occidentale et Centrale depuis les années 1970 (1972-1973) et 1980 (1984 et 1987) (Sighomnou, 2004). Cette situation a pour conséquences la baisse des niveaux d'eau des principaux cours d'eau de la région, des lacs, des mares et même des eaux souterraines.

A cet effet, le lac Tchad s'est considérablement réduit pendant les quatre dernières décennies. Dans les années 1960, Il couvrait au Cameroun un secteur de plus de 26000 km². En 2000, il était tombé à moins de 1700 km². Sa superficie actuelle est d'environ 2500 Km² pour un volume d'eau variant entre 30 et 100 milliards de mètres cubes. Les pertes au niveau du lac Tchad sont estimées à environ 2,3 m d'eau par an, essentiellement par évaporation mais dans une proportion non négligeable par infiltration (CBLT et FEM, 2005; UICN et CBLT, 2007 ; CBLT et UE, 2007). La navigation y est actuellement impossible et afin de palier à ce problème, la Commission du Bassin du Lac Tchad (CBLT) étudie le projet de transférer les eaux du bassin du Congo (Oubangui) vers le bassin du lac Tchad.

Le cours d'eau Logone, principale ressource en eau de la plaine n'est pas resté en marge de ce phénomène. Les crues du Logone à la station de Bongor sont passées d'une moyenne de 2200 m³/s avant 1970 à 1410 m³/s après, soit un déficit de 790 m³/s (36 % de déficit). Les basses eaux (ressources exploitables en saison sèche) ont connu une situation plus alarmante. Les écoulements sont passés d'une moyenne de 48 m³/s avant la sécheresse à une moyenne de 22 m³/s après (soit 55

% de déficit) (Lienou et al., 1999 ; Lienou, 2001 ; UICN et CBLT, 2007). Certaines années se distinguent par leur extrême sécheresse. C'est le cas des années 1984 et 1987 pour lesquelles les crues du Logone n'ont atteint que 500 et 700 m³/s.

Plusieurs points d'eau (mares) se sont asséchés et la plaine de Waza Logone n'est plus assez inondée rendant ainsi le bassin septentrional du Lac Tchad très fragile.

Les débits de certains Mayos ont également diminué ; c'est ainsi que l'analyse des écoulements du Mayo – Tsanaga à Bogu montre que les débits sont passés de 8,7 m³/s à la fin des années 1960 à 3,6 m³/s au début de la décennie 2000, soit une diminution supérieure à 50 % (Lienou *et al.*, 2009).

En définitif la variabilité et le changement climatiques ont pour impacts la baisse de la disponibilité de l'eau du bassin septentrional du Lac Tchad avec pour conséquences, la persistance de la sécheresse et l'exacerbation de la compétition pour l'accès à l'eau. Ce qui crée un terrain propice à la tension voire aux conflits entre agriculteurs, éleveurs, pêcheurs, autour de la ressource en eau. Parmi les zones de tensions potentielles dans ce bassin, on peut citer la plaine de Waza Logone. De même les événements extrêmes (crues dévastatrices, sécheresses, changements brusques de températures) ponctuent la variabilité et le changement climatiques et semblent devenir plus fréquents dans le bassin septentrional du Lac Tchad. Leurs coûts environnementaux et socio-économiques sont souvent très élevés. Ce qui entraîna d'énormes pertes humaines et matérielles.

VI.2.2- Le bassin du Niger

Le bassin du Niger (et surtout la partie septentrionale) est également touché par les aléas de la variabilité et du changement climatiques. Les déficits pluviométriques observés sont compris grosso modo entre -6 % et -12 %. Ces valeurs sont relativement faibles par rapport aux baisses enregistrées dans d'autres sous bassins du Niger situés en Afrique de l'Ouest où la moyenne des déficits pluviométriques tourne autour de -20 %.

Cette baisse des pluies combinée à l'influence du barrage de Lagdo a pour conséquence l'envasement, le comblement et la sédimentation du lac et du lit de la Bénoué. La sécheresse chronique résultant de la variabilité et du changement climatiques joue un rôle d'accélérateur de la désertification qui, elle-même contribue à la persistance de la sécheresse dans le bassin septentrional de la Bénoué. Cette boucle de rétro-action couplée à la forte pression foncière dans la zone est de nature à contribuer à l'accélération de l'avancée du désert.

VI.2.3- Le bassin de la Sanaga

Malgré la présence de nombreux barrages (régulation et hydroélectrique), le bassin de la Sanaga est également soumis à l'influence de la variabilité et du changement climatiques (Sighomnou, 2004 ; Sighomnou et al., 2007 ; Dzana *et al.*, 2009). Le bassin de la Sanaga est ainsi marqué par une alternance de saisons humides (1945–46 à 1969–70) et sèches (1971-72 à 1973-74 et 1982-83 à 1987-88). Le

déficit pluviométrique annuel est d'environ – 12 %. Dans l'ensemble, les mois de la saison sèche sont plus affectés par cette baisse pluviométrique, que ceux de la saison humide.

Au niveau des écoulements, on note une baisse des modules de la Sanaga à partir du début de la décennie 1970. Cette baisse est de plus en plus marquée à partir de la décennie 1980 et se poursuit jusqu'à la fin du siècle en dépit de quelques années humides. La comparaison des écoulements des périodes d'avant et après la rupture de 1970 montre une diminution du module de la Sanaga de l'ordre de 15% après cette date. Cette valeur est voisine du déficit moyen (- 14 %) enregistré sur les cours d'eau de la région Sud du Cameroun (Sighomnou, 2004).

Malgré l'absence de données récentes sur les débits des cours d'eau camerounais, l'utilisation des modèles mathématiques et les analyses des données hydroclimatiques disponibles ont permis d'identifier et de simuler pour le XXI^e siècle, les manifestations de la variabilité et du changement climatiques et de la sécheresse observée, depuis une trentaine d'années en particulier, sur les paramètres du bilan hydrologique de la Sanaga (Sighomnou *et al.*, 2007, Dzana *et al.*, 2009). Le tableau 27 présente, suivant divers horizons, les taux de variation des précipitations, de l'évapotranspiration potentielle (ETP) et des écoulements de la Sanaga à Edéa d'après les prévisions des deux grilles de données testées.

Tableau 27 : Variation (%) des paramètres du bilan hydrologique de la Sanaga à Edéa par rapport à la période 1971 – 2000 suivant deux scénarii

| | Horizon 2020 | Horizon 2050 | Horizon 2080 | Horizon 2095 |
|----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | Scén.A Scén B | Scén.A Scén B | Scén.A Scén B | Scén.A Scén B |
| Précipitations | +3,2 +0,4 | +1,5 +1,8 | +0,8 +4,8 | +3,4 +7,4 |
| ETP | +5,0 +6,3 | +11 +10 | +21 +21 | +33 +26 |
| Ecoulements | +3,8 +0,9 | -4,3 - 0,5 | -15 -1,4 | -20 +1,1 |

(Source : Sighomnou *et al.*, 2007)

On note dans l'ensemble que les données issues des deux modes de construction sont différentes entre elles. Après une période 2000-2050 où les précipitations moyennes sur le bassin de la Sanaga restent globalement comparables à celles de la période récente, une légère reprise des précipitations s'amorce pour atteindre un maximum de l'ordre de +7% vers la fin du XXI^e siècle pour le scénario B. L'ETP moyenne annuelle croît par contre graduellement, suivant l'ensemble des scénarii, pour atteindre un maximum de + 26% à + 33% suivant le cas vers la fin du siècle. Les écoulements quant à elles varient entre +4 et -20% (soit + 18 à -93 mm/an de lame écoulée sur le bassin) suivant le scénario.

En prenant en compte dans le modèle la régulation des débits de la Sanaga à partir de 1970, les variations des écoulements ont été également calculées par rapport à la

période 1943-1969 connue dans la région pour son caractère humide. Les deux scénarii testés prévoient des écoulements plus faibles (-10 à -32%, soit -52 à -162 mm/an en terme de lame écoulée). La planification des usages des ressources en eau de ce bassin au cours du XXI^e siècle devrait tenir compte de ces principales conclusions. Les eaux de la Sanaga sont utilisées de nos jours principalement pour l'hydroélectricité.

VI.2.4- Le bassin du Congo

Des déficits sont également observés au niveau du cumul des pluies annuelles au niveau du bassin du Congo (-2 % à -12 %). Toutefois ces valeurs sont relativement faibles par rapport aux résultats enregistrés dans d'autres bassins de la zone septentrionale du Cameroun. Cette différence tient probablement à la présence de la zone forestière dans le Sud du pays.

Toutefois la variabilité et le changement climatiques sont surtout observés au niveau des pluies mensuelles. L'évolution de ces dernières montre qu'à l'exception des mois de juillet et août, les précipitations ont globalement diminué au cours des trois dernières décennies sur l'ensemble du territoire camerounais. Cette diminution n'est pas uniforme, ni sur toute l'année ni sur l'ensemble du bassin. On peut cependant noter que les mois de la saison pluvieuse sont proportionnellement moins affectés par la baisse que ceux de la saison sèche. Cette légère baisse des pluies entraîne une baisse des écoulements. Toutefois, la modélisation des écoulements en régime équatorial est de qualité moyenne. On note en particulier une mauvaise représentation des deux pointes annuelles de l'hydrogramme annuel.

VI.2.5- Le bassin des fleuves côtiers

Les pluies moyennes interannuelles obtenues actuellement dans le bassin des fleuves côtiers sont dans l'ensemble inférieures par rapport aux moyennes régionales obtenues antérieurement. Ceci s'explique par la baisse généralisée des pluies observée ces dernières années.

Les valeurs annuelles de pluies et débit ont diminué lors des phases aigües de sécheresse (1972 à 1975 et 1983 à 1986). Ce déficit est variable suivant les régions : -20% autour de la région très pluvieuse du Mont Cameroun et dans certaines stations de la zone côtière. On a décelé une rupture en 1972 à la station d'Eséka avec un déficit de -12 % de part et d'autre de la rupture ; à la station d'Abong Mbang située plus à l'Est, la rupture se produit en 1975 avec un déficit de -4 %. Les déficits au niveau des pluies annuelles sont compris entre -2 % et -20 % (Lienou *et al.*, 2008, Ndam, 2009 ; Bineli, 2009).

La variabilité climatique la plus significative résulte des modifications des pluies des "saisons sèches" qui induisent une tendance à un changement à long terme du déroulement du cycle hydrologique annuel. En effet, l'étude des pluies mensuelles et des débits mensuels montre une modification du régime hydropluviométrique qui se caractérise par une diminution des pluies de la grande saison sèche (décembre à mars), des deux saisons de pluies (avril à juin et septembre à novembre) et une

augmentation des pluies de la petite saison sèche (juillet et août). On tend ainsi à passer graduellement d'un régime équatorial et bimodal à quatre saisons à un régime tropical et unimodal à deux saisons.

Les modules du Nyong ont également enregistré une baisse d'environ -13 % entre la période actuelle (1998 à 2007) et la période antérieure (1951 à 1977) avec des étiages beaucoup plus sévères.

L'accroissement des débits observés dans certains petits bassins versants comme le Mfoundi et la Mefou peut être expliqué par une augmentation du coefficient de ruissellement suite à la dégradation du couvert végétal et du sol. En effet, le nombre de jours de pluies a baissé d'environ -14 % contre une baisse de -9 % pour les pluies annuelles. Ce qui se traduit par une augmentation des pluies exceptionnelles qui sont souvent à l'origine des inondations spectaculaires qui sont actuellement observées à Yaoundé et Douala.

L'une des conséquences de la détérioration générale du climat dans le bassin des fleuves côtiers est la prolifération des végétaux flottants (salade d'eau, jacinthe d'eau, typha, etc.), du fait notamment de la réduction de la vitesse d'écoulement des cours d'eau, du changement de leur régime et de leur température ainsi que de la détérioration de la qualité des eaux (exemple du Nyong, lac municipal de Yaoundé, Wouri, etc). Ces végétaux favorisent l'évapotranspiration et entravent la pêche, la navigation, le fonctionnement des aménagements hydro-agricoles et hydroélectriques. Ils offrent également les conditions idéales pour la multiplication des vecteurs des maladies hydriques comme le paludisme, la bilharziose et l'apparition de nouvelles maladies (e.g. fièvre de la vallée du Rift). Ces macrophytes asphyxient enfin plusieurs plans d'eau de la région, y compris des zones humides dont la biodiversité est reconnue d'importance mondiale.

Conclusion

L'évolution du climat au Cameroun à partir des séries pluviométriques montre une baisse généralisée des précipitations qui est la même qu'on observe en Afrique intertropicale, en général. Cette baisse se caractérise par la diminution du cumul des pluies annuelles. Particulièrement marquée au cours de la décennie 70 et 80, les moyennes des déficits varient de -10 % à -20% selon les différents bassins hydrographiques du pays, pour les trois dernières décennies. A l'échelle nationale, si les déficits de pluie sont beaucoup plus importants dans les bassins du Nord, les effets de la variabilité climatique sont moins visibles au Sud, où les ressources sont encore abondantes dans l'absolu.

La variabilité pluviométrique se manifeste également par une baisse globale mais non uniforme des pluies mensuelles sur l'ensemble du pays. Les mois de la saison sèche sont plus affectés, dans l'ensemble, que ceux de la saison humide. On notera en particulier que les mois de juillet et août sont généralement excédentaires dans les bassins hydrographiques du sud, plus humides comme ceux de la Sanaga, du Congo et du bassin des fleuves côtiers, et déficitaires dans les bassins hydrographiques du Nord (bassins septentrionaux du Lac Tchad et du Niger).

Le nombre annuel de jours de pluie a également baissé. On peut en conclure que la baisse des précipitations se caractérise par la diminution du nombre d'événements et de la hauteur précipitée au cours de chaque événement. Des études complémentaires sont cependant indispensables pour confirmer ces tendances.

La variabilité climatique la plus significative est surtout observée dans les bassins situés dans la zone équatoriale du Sud Cameroun (bassin du Congo, bassins de fleuves côtiers comme le Nyong, le Ntem). Elle est marquée par des modifications des pluies des "saisons sèches" qui induisent une tendance à un changement à long terme du déroulement du cycle hydrologique annuel. En effet, l'étude des pluies mensuelles et des débits mensuels montre une modification du régime hydropluviométrique qui se caractérise par une diminution des pluies de la grande saison sèche (décembre à mars), des deux saisons de pluies (avril à juin et septembre à novembre) et une augmentation des pluies de la petite saison sèche (juillet et août). On tend ainsi à passer graduellement d'un régime équatorial (bimodal) à quatre saisons à un régime tropical et unimodal à deux saisons. Les modules du Nyong ont enregistré une baisse d'environ -13 % entre la période actuelle (1998 à 2007) et la période antérieure (1951 à 1977) avec des étiages beaucoup plus sévères.

L'une des conséquences de la détérioration générale du climat dans le bassin des fleuves côtiers est la prolifération des végétaux flottants (salade d'eau, jacinthe d'eau, typha, etc.), du fait notamment de la réduction de la vitesse d'écoulement des cours d'eau, du changement de leur régime et de leur température ainsi que de la détérioration de la qualité des eaux (exemple du Nyong, lac municipal de Yaoundé, Wouri, etc).

Les résultats montrent qu'en dépit de quelques années humides enregistrées au cours de la décennie 90, la sécheresse a continué au Cameroun jusqu'au début des années 2000. Cette baisse généralisée des précipitations a certainement des conséquences sur les ressources en eau du pays en général, et particulièrement sur le régime des écoulements des cours d'eau. Les baisses enregistrées dans le bassin du Lac Tchad (Mayos Tsanaga, Logone, et surtout le Lac Tchad) illustrent bien cette manifestation.

Chapitre VII : Stratégies politiques du Cameroun contre les défis liés à l'eau et les changements climatiques

Introduction

L'eau est une ressource, un patrimoine commun de l'humanité. Ainsi, sa protection et sa gestion recommandent une coopération accrue entre tous les acteurs afin d'en assurer la qualité et d'en garantir une bonne distribution. Le Cameroun possède d'importantes ressources en eau douce pouvant couvrir ses besoins. Cependant, non seulement sa distribution naturelle au niveau des différents bassins hydrographiques n'est pas uniforme mais de plus et surtout sa gestion requiert encore beaucoup d'attention.

Ce chapitre va tenter d'identifier et d'analyser les différentes actions menées dans le secteur de l'eau pour lutter contre les défis que sont les inondations, les pollutions, la déforestation, la désertification, l'érosion côtière et les changements climatiques.

VII.1- Les stratégies politiques établies pour la gestion durable des ressources naturelles

Conscient des enjeux de la gestion durable des ressources naturelles dans tout processus de développement, le Cameroun, depuis des décennies déploie des efforts appréciables pour une prise en compte réelle de ce concept dans l'élaboration des politiques et stratégies nationales de développement. Ainsi, en vue de parvenir à une gestion durable de ses ressources naturelles, et protéger son environnement, le Gouvernement s'est doté d'instruments et d'outils importants aux niveaux international, sous régional et national.

VII.1.1- Au niveau international

Le Cameroun a adhéré à plusieurs instruments juridiques traduisant la détermination des pouvoirs publics à agir tant par leurs efforts propres que par la coopération internationale, pour promouvoir les droits énoncés dans ces différents instruments, gages d'un développement durable. On distingue entre autres :

- la convention sur la Décennie Internationale de l'Eau Potable et l'Assainissement (DIEPA) signée en 1980 et qui a regroupé le plus grand nombre de programmes d'aménagements hydrauliques au Cameroun ;
- la conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement (CNUED) tenue à Rio de Janeiro en juin 1992 qui a donné une nouvelle orientation sur les activités internationales concernant le développement et au cours de laquelle le Cameroun a signé de nombreuses conventions relatives à la conservation des ressources ;

- le Sommet Mondial sur le Développement Durable (SMDD) tenu à Johannesburg en 2002 avec pour but de surveiller l'avancement de l'application des accords et la réalisation des objectifs qui avaient été fixés dix ans avant lors du Sommet de la planète ;
- African Ministerial Council on Water (AMCOW) tenu du 05 au 14 décembre 2003 à Addis-Abeba avec pour objectif d'identifier les stratégies, les approches et les capacités de mise en œuvre des conclusions du Sommet Mondial pour le Développement Durable.

VII.1.2- Au niveau sous régional

Au niveau sous régional, la mise en place d'une politique compatible avec une gestion durable des ressources naturelles a abouti à :

- la création de plusieurs commissions entre les pays partageant la même ressource ;
- l'assistance des organes de facilitation ;
- l'assistance des institutions financières.

a)- La création de plusieurs commissions entre les pays partageant la même ressource

La Commission du Bassin du Lac Tchad (CBLT) a été créée le 24 mai 1964 à Fort-Lamy (N'djamena) par la volonté des Chefs d'Etats riverains du Lac Tchad (Cameroun, Nigeria, Tchad, Niger). La République Centrafricaine est devenue le cinquième Etat membre en 1994 et bientôt le Soudan. Le dispositif juridique de la CBLT comprend : la Convention de Fort-Lamy et le Statut pour la mise en valeur du Bassin du Lac Tchad ; l'Accord d'Enugu portant réglementation commune sur la faune et la flore dans le bassin du Lac Tchad (1977) et l'Accord de Moundou signé entre le Cameroun et le Tchad sur l'utilisation des eaux du Logone ;

L'Autorité du Bassin du Niger (ABN) a été mise en place en novembre 1980. Elle regroupe neuf Etats membres que sont : le Burkina, le Bénin, le Cameroun, la Côte d'Ivoire, la Guinée, le Mali, le Niger, le Nigeria et le Tchad. Son principal objectif à sa création était de promouvoir et de coordonner les études et programmes de travaux pour la mise en valeur des ressources en eau du bassin. Après révision de cet objectif en 1987, en décembre 2002 elle s'est engagée vers une nouvelle orientation à travers le processus de vision partagée devant aboutir à un Programme d'Action pour le Développement Durable du bassin.

La Commission Internationale du Bassin Congo Oubangui Sangha (CICOS) a été créée le 6 novembre 1999 par l'Accord Instituant un Régime Fluvial uniforme sur le Bassin Congo Oubangui Sangha. Il a été signé par les chefs d'Etat de la République du Cameroun, de la République Centrafricaine, de la République du Congo et de la République Démocratique du Congo. Cette mission a été étendue à la Gestion Intégrée des Ressources en Eau (GIRE) par la signature le 22 février 2007 de l'additif à l'Accord par les Chefs d'Etat des pays membres.

Il faut signaler :

- l'organisation en 1999 à Yaoundé, du 1^{er} Sommet des Chefs d'Etat d'Afrique Centrale sur la gestion durable des ressources naturelles ;

- le Nouveau Partenariat pour le Développement de l'Afrique (NEPAD) volet environnement qui est un engagement des dirigeants africains, basé sur une vision commune et une conviction ferme de préservation de l'environnement ;
- la Conférence des Ministres Africains en charge de l'Environnement (CMAE) est le principal forum de politique générale qui donne à la région la possibilité de traiter ses problèmes environnementaux communs.

b)- L'assistance des organes de facilitation

Les principaux organismes de facilitation sont le Global Water Partnership (GWP), Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN), l'organisation néerlandaise de développement (SNV), UN-HABITAT et bien d'autres.

Le GWP a été créé en 1996 pour promouvoir la Gestion Intégrée des Ressources en Eau. Elle a pour but de développer et de gérer de façon coordonnée l'eau, les territoires et les ressources qui s'y rapportent. Ses actions visent à maximiser le bien-être économique et social de manière équitable tout en préservant les écosystèmes vitaux. Le GWP est soutenu dans son action par la Dutch Initiative mise en œuvre par les Pays Bas avec pour objectif de faciliter la mise en place d'un Plan d'Action National de Gestion Intégrée des Ressources en Eau (PANGIRE) au Cameroun.

L'UICN a pour mission d'influencer, d'encourager et d'assister les sociétés dans le monde entier dans la conservation de l'intégrité et de la diversité de la nature, ainsi que de s'assurer que l'utilisation de ces ressources naturelles est faite de façon équitable et durable.

La SNV développe une stratégie participative intégrée par la consultation, la formation, la mobilisation et la diffusion de l'information et des connaissances aux organisations intermédiaires et aux collectivités. Les aspects genre, minorités, environnement et durabilité sont systématiquement intégrés dans cette dynamique d'appui conseil.

c)- L'assistance des institutions financières

Les principales institutions financières qui assistent le Cameroun dans le domaine de l'eau et de l'environnement sont la BAD (Banque Africaine de Développement), PNUD (Programme des Nations Unies pour le Développement), BM (Banque Mondiale), BIRD (Banque Internationale pour la Reconstruction et le Développement), UE (Union Européenne), AFD (Agence Française de Développement). Cette liste n'est pas exhaustive.

VII.1.3- Au niveau national

Jusqu'en 1980, le Cameroun n'avait pas une véritable politique nationale de l'eau. Les actions menées dans le domaine de l'eau se limitaient à des réalisations ponctuelles faites en zones rurales et urbaines. Cette absence de véritable politique nationale de l'eau a eu pour conséquence l'intervention de plusieurs acteurs dans ce domaine. L'Etat quant à lui a adopté des stratégies qui s'appliquent au cadre institutionnel, législatif, opérationnel et administratif.

Sur le plan Institutionnel, l'organisation du secteur de l'eau est confiée au Ministère de l'Energie et de l'Eau (MINEE) qui l'assure en milieu urbain et dans les zones rurales à travers la direction de l'Hydraulique et de l'Hydrologie. Outre ce ministère, plusieurs autres départements ministériels, sociétés, institutions publiques et parapubliques interviennent dans le secteur.

Sur le plan législatif, on dénombre de nombreuses lois qui portent sur la gestion de l'environnement et la loi portant régime de l'eau de 1998.

Sur le plan opérationnel, le Plan National de Gestion de l'Environnement (PNGE) a été élaboré en 1996 et est en phase d'actualisation, sous la supervision du MINEP. De nombreux programmes et projets s'inscrivant dans la gestion durable des ressources naturelles ont également été mis en œuvre.

Sur le plan administratif, plusieurs organisations non gouvernementales (ONGs) nationales et internationales WWF (World Wide Fund for Nature), UICN, COMIFAC (Commission des Forêts d'Afrique Centrale), GWP, CWCS (Cameroon Wildlife Conservation Society), SNV), les missions religieuses, le secteur privé local et les associations œuvrant dans l'environnement ont reçu l'agrément du Gouvernement. Leurs différentes interventions sont d'un grand appui à la satisfaction des besoins en eau et de l'assainissement des populations.

L'approche stratégique adoptée par le Cameroun consiste, entre autres :

- à libéraliser le secteur de l'éducation et de la formation pour renforcer l'émergence du secteur privé, à promouvoir la gratuité de l'enseignement dans le cycle primaire ;
- à associer tous les acteurs concernés dans le processus d'instauration de la conscience environnementale, tout en mettant un accent sur l'approche genre.

Dans cette perspective, les administrations, les partis politiques, les décideurs, le secteur privé, les syndicats, les organisations non gouvernementales, les structures traditionnelles, etc. sont à la fois les acteurs et les cibles.

VII.2- Analyse des mesures prises par l'Etat camerounais pour lutter contre les défis liés à l'eau

VII.2.1- Les inondations

Le pays dispose d'importantes ressources en eau qui sont soumises à une variabilité spatio-temporelle décroissante du Sud vers le Nord. Les actions menées dans la partie Nord du pays concourent à capitaliser les apports en eau des inondations et à maîtriser leurs effets dans la partie Sud.

VII.2.1.1- Les stratégies de lutte contre les inondations

Plusieurs acteurs de différents niveaux sont impliqués dans la prévention et la lutte contre les inondations à savoir : les pouvoirs publics, les communautés territoriales

décentralisées, les Organismes Internationaux (WWF, UICN...), les ONGs et les populations locales.

a)- Les pouvoirs publics

Après plusieurs années de vide juridique en matière de protection civile au Cameroun, un décret fût signé en 1973 promulguant la loi N° 73 /13 du 17 décembre portant réorganisation générale de ce secteur. Le leitmotiv de la direction de la protection civile se résume en la trilogie : « Prévenir, intervenir, rassurer ». Son rôle est « d'assurer de façon permanente la protection des hommes, des biens et de l'environnement contre les risques d'accident grave, les calamités ou des catastrophes, ainsi que contre les effets de ces sinistres ».

Après cette loi, de nombreuses autres innovations en matière de protection civile ont été mises sur pied avec entre autre :

- la loi de 1996 portant organisation générale de la protection civile sur l'ensemble du territoire ;
- le décret de 1996 portant création du conseil national de la protection civile et de la Direction de la Protection civile au Ministère de l'Administration Territoriale ;
- le décret N° 98/17 portant organisation des plans d'urgence et des secours en cas de catastrophes ou de risques majeurs ;
- le décret N°76/166 du 27 avril 1976 fixant les modalités de gestion du domaine national ;
- le décret N°2005/0577/PM du 23 février 2005 fixant les modalités de réalisation des études d'impact environnemental ;
- l'ordonnance n°74-1 du 06 juillet 1974 fixant le régime foncier.

En dehors des actions menées sur le plan juridique, d'autres opérations ont été réalisées à savoir :

- le Programme National de Prévention et de Gestion des Catastrophes (PNPGC) crée en 1998 ;
- la création de l'Observatoire National des Risques (ONR) le 19 mars 2003 ;
- le Document de Stratégie de Réduction de la Pauvreté (DSRP) piloté par le MINEPAT (Ministère de l'Economie, de la Planification, et de l'Aménagement du Territoire) met l'accent sur une croissance forte, durable et de qualité s'articulant autour de plusieurs axes dont l'un porte sur le développement des infrastructures de base, des ressources naturelles et la protection de l'environnement.

b)- Les collectivités territoriales décentralisées

Les collectivités territoriales décentralisées ont entre autres objectifs de contrôler et de maîtriser l'urbanisation, l'assainissement des réseaux de drainage des eaux usées et pluviales. Elles définissent le plan d'aménagement urbain en créant des espaces verts, en délimitant les zones inondables et en veillant sur l'hygiène et la salubrité des populations. Elles assurent une gestion préventive et curative des inondations sur le territoire à travers :

- le rétablissement ou l'amélioration des capacités d'écoulement des cours d'eau (entretien des berges, élimination des embâcles, curage...);
- la limitation de l'imperméabilisation des sols en milieu urbain (infiltration des eaux de toitures et de ruissellement, création de noues, d'espaces verts susceptible de servir de zone tampon et la pose des pavés permettant ainsi l'infiltration);
- la mise en œuvre des pratiques culturelles plus adaptées en milieu rural et une gestion anticipatoire du ruissellement afin de stocker l'eau dès le haut du bassin versant.

c)- Les ONGs et les associations locales

Plusieurs ONGs en partenariat ou non avec les pouvoirs publics, opèrent directement ou indirectement dans la prévention des risques d'inondations. Elles sont généralement spécialisées dans les travaux de curage de caniveaux et des buses et aux campagnes de sensibilisation.

Il arrive souvent que ces ONGs suscitent une réelle prise de conscience qui dure quelques mois, mais par la suite les populations récidivent et commettent les mêmes erreurs, en dépit des actions menées par les pouvoirs publics.

d)- La population locale

Face à la récurrence et à l'agressivité des inondations, certains ménages des zones hydromorphes ont développé des techniques artisanales pour limiter les effets des inondations. Les initiatives sont parfois collectives, mais bien plus souvent personnelles et isolées; les habitants ont vite compris que l'inertie des pouvoirs publics les interpellait à résoudre eux-mêmes leurs problèmes. Plusieurs méthodes de lutte ont ainsi été développées pour contrecarrer les inondations :

- l'élévation de la fondation : c'est une technique qui consiste à surélever la base de la maison de sorte que le niveau des eaux de submersion n'atteigne pas les portes;
- le creusement des tranchées autour des maisons : cette pratique consiste à creuser des tranchées ouvertes et larges autour des maisons jusqu'au niveau des cours d'eau;
- la construction des digues et des barrières : elle consiste à construire des remparts le long des berges pour endiguer le cours d'eau. Ce sont des véritables « brises crues ». Les populations utilisent généralement les sacs bourrés de terre, des murs de pneus ou des remparts de pierres alignés le long des rives;
- la protection des murs avec des vieilles tôles : elle consiste à enrober la base de la maison avec des tôles pour limiter l'infiltration des eaux de crues dans la maison, la hauteur de la tôle varie en fonction de l'expérience des crues antérieures;
- l'élargissement du lit majeur et le curage du cours d'eau : ces deux stratégies vont souvent de paire. L'élargissement du lit majeur consiste à désherber et déblayer les talus d'alluvions et des débris entassés aux pieds des berges de façon à élargir le lit majeur et offrir un plus grand champ d'écoulement à la rivière. Le curage consiste à approfondir le lit majeur du cours d'eau afin de contenir la crue.

VII.2.1.2- Les faiblesses relevées dans la lutte contre les inondations

Malgré les nombreux textes et actions des pouvoirs publics ainsi que les efforts des populations et des ONGs pour prévenir les inondations, elles demeurent un grand problème dans le quotidien des populations surtout en saison des pluies. Il suffit de suivre les informations radio télévisées pour se rendre compte que les inondations sont devenues une catastrophe récurrente et nationale au Cameroun.

Comme faiblesses, on peut noter entre autres :

- l'absence d'un plan d'aménagement des cours d'eau de chaque bassin versant (entretien des berges, élimination des embâcles, curage...)
- l'insuffisance et/ou le manque d'entretien (quand ils existent) d'ouvrages de drainage et d'assainissement dans les zones d'inondation ;
- une gestion inadéquate des barrages de retenue due à un manque ou une insuffisance du personnel qualifié, le manque d'entretien des ouvrages, l'insuffisance des actions de sensibilisation des populations sur l'occupation des abords des ouvrages ;
- l'insuffisance de moyens financiers et humains dans la lutte et la prévention contre les inondations ;
- le manque de données hydrologique et hydraulique fiables qui ne permettent pas le bon dimensionnement des ouvrages hydrauliques ;
- le non respect du plan d'urbanisation (occupation illégale des zones marécageuses et bas-fonds par les populations) ;
- système d'assainissement et de drainage parfois inadapté ou obsolète (le système de drainage de Douala, Garoua et Maroua doivent surtout mettre en exergue sa morphologie plane, les maisons et habitations des grands centres urbains sont bâties avant les plans d'urbanisation et d'assainissement alors que c'est le contraire qui devrait être effectué) ;
- la crise du logement qui sévit dans le pays empêche les pouvoirs publics à planifier une vaste campagne préventive de déguerpissement des bas fonds inondables ;
- insuffisance des cadres techniques pour la gestion, le suivi des ressources et la sensibilisation des populations sur les techniques d'utilisation efficiente de l'eau ;
- les interventions des différents acteurs se font de façon sectorielle ;
- il existe de nombreux textes sur le cadre juridique et réglementaire relatif à la prévention des risques majeurs mais, beaucoup reste à faire pour leur mise en application.

Il faut surtout signaler que s'il n'est pas facile de prévoir l'occurrence d'apparition des pluies exceptionnelles à l'origine des catastrophes climatiques, la meilleure manière de limiter l'impact des inondations reste surtout la prévention. Toutes les actions menées doivent donc concourir à atténuer l'impact des inondations.

VII.2.2- Les pollutions

Les échanges internationaux, le développement des villes et l'aménagement du territoire de part les différentes activités anthropiques qui en découlent sont sources de nombreuses pollutions d'ordre physique, bactériologiques, chimiques et organiques des ressources en eau. Malgré la persistance de ce problème, des dispositions ont été prises par l'Etat pour ce qui est surtout des déchets industriels et domestiques.

VII.2.2.1- Le cas des déchets industriels

a)- Les stratégies

La question de l'élimination des pollutions d'origine industrielle, reste plus que jamais, à l'ordre du jour. A cet effet, le Cameroun s'est doté de nombreux instruments au niveau international et national. Au niveau international on note :

- les Conventions de Bale en 1989 sur le contrôle des mouvements transfrontaliers des déchets dangereux et leur élimination et de Bamako en 1991 sur l'interdiction du mouvement transfrontalier des déchets toxiques ;
- la Convention Internationale sur la Préparation, la Lutte et la Coopération en matière de Pollution par les Hydrocarbures (Londres, 1990) ;
- la Convention relative aux produits organiques polluants (Stockholm, 2001).

Au niveau national, l'Etat a mis un dispositif juridique, institutionnel et opérationnel afin de contrôler, voir limiter la pollution industrielle.

Sur le plan juridique, la loi cadre n° 96/006 du 12 août 96 relative à la gestion de l'environnement, prend des dispositions pour les questions de pollutions à savoir les études d'impacts environnementaux, la protection des milieux récepteurs, les installations classées dangereuses, insalubres ou incommodes et les activités polluantes.

La loi N°98/005 du 14 avril 1998 portant régime de l'eau au Cameroun est venue compléter la loi cadre N° 96/006 du 12 août 1996 relative à la gestion de l'environnement et la loi N°29/12/89 portant sur les déchets toxiques et dangereux dont les dispositions de l'article 4 (1) ont été abrogées. Ces textes ont permis de mettre en place un cadre réglementaire dans ce secteur en proie à une pression démographique énorme, source de pollution.

La Loi N°89/027 du 27 Décembre 1989 relative aux établissements classés dangereux, insalubres ou incommodes interdit l'introduction, la production, le stockage, la détention, le transit et le déversement des déchets dangereux sur le territoire national. Elle stipule, par ailleurs, que les industries locales génératrices de déchets dangereux sont tenues d'en assurer l'élimination sûre pour l'homme et pour l'environnement.

Sur le plan institutionnel la gestion des pollutions fait appel à une approche multisectorielle (Etat, secteur privé, Industries ...).

Sur le plan opérationnel plusieurs actions ont été entreprises, et d'autres sont en cours, avec l'appui de différents bailleurs de fonds ; il y a lieu de citer entre autres :

- l'étude sur les pollutions industrielles effectuées dans le cadre du PNGE en collaboration avec le PNUD et l'appui Technique de l'ONUDI (Organisation des Nations Unies pour le Développement Industriel) ;
- un manuel des méthodes standardisées d'analyse des polluants au niveau régional a été adopté.

b)- Les insuffisances

Malgré les mesures adéquates de gestion établies par l'Etat, beaucoup reste à faire pour une meilleure protection et l'amélioration de la qualité des eaux de surface et souterraine contre les déversements industriels. On peut citer :

- l'inexistence des normes nationales sur la gestion des déchets industriels et les lois existantes complètement inadaptées, sont difficiles à mettre en œuvre car, les coûts induits par les mesures recommandées semblent exorbitants pour les entreprises ;
- la quasi absence d'unités de traitement des déchets industriels et le cas des déversements sauvages observés sur les rives du Wouri (Communauté Urbaine de Douala) sont déplorés ;
- l'absence d'une liste définissant de manière spécifique les déchets industriels, d'une banque de données sur la qualité des eaux et d'une réglementation claire sur la pollution côtière ;
- la non application des traitements légaux régis par la loi sur les établissements classés et la pratique du principe pollueur-payeur conformément aux textes de la Loi cadre sur l'environnement n'est pas respectée ;
- l'absence des stations d'épuration des boues de vidange dans les grandes villes ;
- l'absence des décharges contrôlées de déchets solides et liquides dans les grandes villes ;
- l'insuffisance des actions de sensibilisation sur la bonne gestion des produits chimiques à usage agro-sylvo pastoral et ainsi qu'à une utilisation saine de leur emballage ;
- l'insuffisance dans l'opérationnalisation des mécanismes de contrôle de la qualité des intrants à usage agro-sylvo pastoral ;
- l'insuffisance d'infrastructures pour l'analyse des eaux, le personnel technique peu qualifié et peu impliqué dans les projets ;
- un vide juridique et l'absence d'une norme nationale sur les rejets industriels.

VII.2.2.2- Le cas des déchets ménagers

a)- Les stratégies de gestion des déchets ménagers

Depuis décembre 1997 le Ministère de la Ville a été créé afin d'améliorer, de manière durable, le cadre de vie des populations des chefs lieux des provinces et des villes de plus de 100 000 habitants. L'Etat a signé, en 1998, un contrat d'entreprise avec la société HYSACAM (Hygiène et Salubrité du Cameroun) qui collecte, désormais, jusqu'à 25.000 tonnes/an d'ordures dans chacune des métropoles. Cette société a pris de l'envol et est installée depuis 2008 dans les villes de Maroua, Garoua,

Bafoussam. On signale également une contribution des ONGs environnementales qui assurent la pré-collecte dans les zones d'accès difficile.

b)- Les faiblesses

Les faiblesses observées dans la gestion des déchets ménagers sont :

- le système d'assainissement collectif est presque inexistant dans les principales villes du pays ;
- l'insuffisance ou la quasi inexistence des décharges contrôlées dans les grandes villes du Cameroun à l'instar de Douala ;
- les plans d'assainissement élaborés pour Douala, Yaoundé, Bafoussam et 22 villes secondaires tardent à être exécutés à cause de l'importance des ressources financières à mobiliser ;

Il faut également relever :

- l'absence d'une politique intégrée de la gestion des déchets ménagers (intégration des aspects ressources, organisation, éducation et sensibilisation des populations en matière d'hygiène et de salubrité) ;
- l'insuffisance des dispositifs de traitement des déchets (décharges contrôlées, stations d'épuration) ; la quasi totalité des anciennes stations d'épuration sont à l'abandon (Yaoundé et Douala) et l'évacuation des effluents même des hôpitaux se fait par déversement, en l'état, sur des terrains vagues ou dans des cours d'eau péri- urbains ;
- l'insuffisance des actions de sensibilisation sur l'assainissement et la lutte contre les maladies hydriques.

VII.2.3- La déforestation

La déforestation est un problème majeur dans la dégradation de l'environnement. Elle entraîne la perturbation du cycle de l'eau et représente l'une des causes principales des différents problèmes observés dans l'environnement à savoir la désertification, l'érosion du sol et l'envasement des cours d'eau, les inondations, le réchauffement de l'atmosphère et l'émission des gaz à effet de Serre, les variations et les changements climatiques.

VII.2.3.1- Les actions menées pour lutter contre la déforestation

Pour une préservation durable de ses forêts, le Cameroun a adhéré à des conventions internationales et plusieurs actions ont été posées au niveau national. Il est alors question d'identifier et d'analyser toutes les stratégies menées au niveau international et national pour lutter contre la déforestation tout en relevant ce qui ne va pas encore.

a)- Sur le plan international

Plusieurs actions sont menées. On peut citer entre autres :

- la Convention Cadre des Nations Unies sur la Diversité Biologique (CCNUDB) signée à Rio en 1992 et ratifiée en 1994 ; elle met l'accent sur la conservation, l'utilisation durable des ressources biologiques et le partage équitable des bénéfices ;
- la signature en 2005 à Brazzaville par les Chefs d'Etat de la sous région, du traité de la Commission des Forêts d'Afrique Centrale (COMIFAC), pour la préservation des écosystèmes du bassin du Congo ;
- la Déclaration de Yaoundé sur la Conservation des Ecosystèmes forestiers du Bassin du Congo ;
- les accords signés avec les pays transfrontaliers pour la préservation et la bonne gérance des ressources naturelles des aires protégées à savoir : la trinational Dja-Odzala-Minkébé qui s'étend sur le Congo, le Gabon et le Cameroun ; elle comprend au Cameroun les Parcs Nationaux de Boumba Bek et Nki et la réserve du Dja ; la trinational de la Sangha qui s'étend sur le Congo, le Cameroun et la République Centrafricaine. Au Cameroun elle comprend le Parc National de Lobéké ;
- l'adhésion du Cameroun à la Convention de Ramsar sur les zones humides en février 2006 avec comme sites prioritaires identifiés la région de Waza-Logone (Yaérés) comme habitat des oiseaux d'eau, et le Lac Barombi Mbo pour sa richesse piscicole.

b)- Sur le plan national

Une politique forestière et environnementale a été mise sur pied sur le plan national, avec pour principal objectif de pérenniser et de développer les fonctions économiques, écologiques et sociales des forêts afin d'assurer de façon soutenue et durable la conservation et l'utilisation des ressources de cet écosystème. Dans la mise en œuvre de cette politique, des actions ont été entreprises à la fois sur le plan institutionnel, opérationnel et juridique.

- Sur le plan institutionnel

- l'intervention de nombreuses institutions gouvernementales dans la gestion du secteur forestier à savoir : le Ministère des Forêts et de la Faune (MINFOF), le Ministère de l'Environnement et de la Protection de la Nature (MINEP), le Ministère de la Recherche Scientifique et de l'Innovation (MINRESI), le Ministère de l'Enseignement Supérieur (MINESUP), le Ministère de l'Education de Base (MINEDUB), le Ministère du Tourisme (MINTOUR), le Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural (MINADER), le Ministère du Développement Urbain et de l'Habitat (MINDUH), le Ministère de l'Administration Territoriale et de la Décentralisation (MINATD), le Ministère des Finances (MINFI)...
- la création de l'Office National de Développement des Forêts (ONADEF) remplacé depuis 2002 par l'Agence National d'Appui à la Foresterie (ANAFOR) et les projets sous-tutelles, notamment Ecosystèmes Forestiers d'Afrique Centrale (ECOFAC), Mont Cameroun, etc ;
- la création de l'Institut des Recherches Agricoles pour le Développement (IRAD) chargé de la recherche dans les domaines agricoles, pastoraux et forestiers ;

- la Mission de Développement des Monts Mandara (MIDIMA) ;
- la mise sur pied des institutions de formation en matière de conservation et de gestion forestières à savoir : l'Université de Dschang (Département de Foresterie) pour la formation des cadres supérieurs, l'Ecole des Eaux et Forêts de Mbalmayo et l'Ecole de Faune de Garoua, pour la formation des cadres moyens.

Il existe de nombreuses institutions partenaires telles que le FED, CARE, SOS Louti-Nord, la Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), etc.

- Sur le plan opérationnel

Il faut relever :

- la mise en œuvre du Programme Sectoriel Forêt Environnement (PSFE) dont les composantes ciblent la gestion des forêts de production, la gestion de la faune et des aires protégées, la gestion communautaire des ressources et le renforcement de la capacité des acteurs du secteur. Une composante bois énergie au Nord du Cameroun y est également prévue avec pour objectif de contribuer à la réduction de la dégradation des ressources forestières et à la lutte contre la pauvreté ;
- le code forestier relatif à la protection des forêts et de la faune a été élaboré. Il met en exergue l'aménagement et l'exploitation des forêts et de ses ressources en zone semi-aride, notamment la réglementation de l'exploitation du bois de chauffe ;
- l'élaboration d'un plan de zonage qui a permis de distinguer une zone non permanente, ou zone agro-forestière, encore appelée zone à vocations multiples, et une zone permanente qui regroupe des Unités Forestières d'Aménagement (UFA), les Aires protégées, les Sanctuaires, etc. Les opérateurs économiques attributaires de ces concessions ont la responsabilité de rédiger les plans d'aménagement des UFA à eux accordées ;
- l'élaboration du Plan d'Action Forestier National (PAFN) en novembre 1995, le Plan National de Gestion de l'Environnement (PNGE) en février 1996, la Stratégie Nationale sur la Biodiversité et Plan d'Action (NBSAP) en 1998, le Document de Stratégie de Réduction de la Pauvreté (DSRP) en 2003 ;
- la mise en place d'un dispositif de collecte et d'analyse d'informations (SIGIF) sur les bois et les Produits Forestiers Non Ligneux (PFNL) exploités et les activités des exploitants en forêt pour le suivi des interventions dans les UFA et le contrôle des chantiers illégaux. Ce dispositif doit, en principe, satisfaire à la fois les préoccupations liées à la bonne gestion des ressources et à la sécurisation des recettes forestières, ceci à travers une collaboration et une harmonisation avec le programme conjoint MINFIB/MINEF de sécurisation des recettes forestières (PSRF) ;
- la mise en place d'un Observateur Indépendant, et le contrôle exercé par Global Forest Watch, constitue un appui dans la lutte contre l'exploitation illégale des forêts ;
- pour la bonne gestion de certains produits forestiers, en 1999 l'Etat a pris la décision d'arrêter l'exportation des grumes de certaines essences principales et de privilégier leur transformation dans le pays ;
- l'implication des communautés rurales est inscrite depuis 1995 dans la politique forestière avec pour but d'assurer un aménagement durable des

espaces forestiers et une gestion viable des ressources forestières et fauniques ;

- le Programme villes-vertes du MINEP destiné à reboiser les principales villes du Cameroun et leurs alentours ;
- les projets PDRM, Pays Pauvre Très Endetté (PPTE), Budget d'Investissement Publique (BIP), Etc.

- Sur le plan juridique

La Loi forestière n° 94/O1 du 20 janvier 1994 et son décret n° 95/531 du 23 août 1995 fixent le régime des Forêts, de la Faune et de la Pêche en vue d'atteindre les objectifs généraux des politiques forestière, de la Faune et de la Pêche, dans le cadre d'une gestion intégrée assurant de façon soutenue et durable, la conservation et l'utilisation desdites ressources et des différents écosystèmes. Elle divise les terres forestières en Domaine Forestier Permanent (DFP) et Domaine Forestier Non-Permanent (DFNP). Le domaine forestier permanent comprend les forêts domaniales, appartenant à l'État, et les forêts communales qui relèvent du domaine privé de la commune. Le domaine forestier non permanent comprend des terres pouvant être affectées à d'autres activités économiques (agriculture, élevage, exploitation minière...). Entre autres lois, on peut distinguer :

- la loi-cadre n° 96/006 du 12 août 96 sur la gestion de l'Environnement ;
- la loi n° 94/001 du 20 janvier 1994 portant régime des forêts de la faune et de la pêche ;
- le décret n°95/531/PM du 23 août 1995 fixant les modalités d'application du régime des forêts ;
- l'arrêté n°252/A/CAB/MINEF/DF portant adoption du modèle de Convention de gestion des forêts communautaires du domaine national ;
- la décision n°253/D/MINEF/DF portant sur l'adoption du manuel des procédures d'attribution et de gestion des forêts communautaires ;
- l'arrêté n° 009/PM du 17 février 2006 portant création d'un Comité de Pilotage et de Suivi de l'Exécution des Projets prioritaires dans la Zone du Lac Tchad.

VII.2.3.2- Les insuffisances relevées dans la lutte contre la déforestation

Malgré le cadre réglementaire bien établi, l'insuffisance et/ou le manque d'un personnel qualifié de contrôle et des moyens techniques entraînent une déficience au niveau de la gestion du patrimoine forestier. On note entre autres faiblesses :

- le relâchement dans l'application des sanctions ;
- les concessionnaires ont des difficultés à produire des plans d'aménagement pour l'exploitation de l'UFA ;
- l'augmentation des taxes qui deviennent difficilement supportables pour certains industriels les pousse à se tourner vers des approvisionnements illégaux ;
- on observe une augmentation des infractions en matière d'exploitation des ressources ligneuses des Forêts Communautaires (FC) (les gains financiers issus de ces forêts sont rapides et les bois ne sont pas taxés) ;
- la gestion inadéquate des produits forestiers non ligneux ;

- l'utilisation du bois de feu est mentionnée dans la Loi Forestière et dans le décret 95/531 mais de manière sommaire. La commercialisation de bois de chauffage est autorisée dans le domaine national à la suite de l'obtention d'un permis de coupe délivré par les services centraux du MINEF. Mais la délivrance de tels titres a été suspendue depuis 1999 entraînant ainsi l'arrêt des contrôles. Pour pallier à ce problème, les délégations provinciales se sont vues rétrocéder ponctuellement un droit réglementaire imprécis sur l'exploitation du bois de feu. Mais leurs actions demeurent insuffisantes ;
- l'absence de loi réglementant la gestion des mangroves ;
- la politique forestière ne tient pas compte de façon particulière des spécificités de chaque zone écologique du Cameroun (zone forestière, zone non forestière). Elle est ainsi beaucoup plus focalisée dans sa grande partie vers les problèmes de la forêt dense, la préoccupation économique semblant en effet plus portée vers l'importance de la filière bois sur l'échiquier économique national ;
- absence de loi réglementant la gestion des formations forestières des zones montagnardes ; faciès écologiques représentant 20 % du territoire ;
- absence de loi réglementant la protection des rives de cours d'eau ;
- conflit de compétence entre différents instituts en charge des ressources forestières (MINFOF, MINEP, ...) ;
- insuffisance en matière d'équipements des services locaux en charge de la lutte contre l'exploitation illégale des ressources forestières et fauniques (matériel roulant, matériel militaire etc...) ;
- la fluidité de nos frontières et l'exportation illicite de certaines essences hors du pays.

VII.2.4- La désertification

La désertification est la conséquence de la déforestation. Elle constitue le facteur naturel le plus déterminant de la dégradation de la nature dans certaines régions du Cameroun (la partie septentrionale des bassins du lac Tchad et du Niger et les parties Nord et Occidentale du bassin de la Sanaga).

VII.2.4.1- Les stratégies de lutte contre la désertification

A défaut de pouvoir éradiquer complètement la désertification au Cameroun, des moyens sont mis en place par l'Etat pour limiter ses effets. Pour ce faire, le Cameroun a adhéré à la Convention Cadre des Nations Unies sur la Lutte Contre la Désertification (CCNULCD) en 1992. La mise en œuvre de cet instrument au niveau national va entraîner plusieurs actions sur le plan juridique et institutionnel.

a)- Sur le plan juridique

Il n'existe pas encore une loi spécifique sur la désertification, mais certaines dispositions des différentes lois sectorielles traitent de la gestion durable des sols, notamment :

- la loi cadre n° 96/12 du 5 Août 1996 portant gestion de l'environnement. Cette loi innove par le fait qu'elle instaure le principe de financement spécifique des

- activités de lutte contre la sécheresse et la désertification dans le cadre du Fonds National de l'Environnement et le Développement Durable ;
- le code forestier relatif à la protection des forêts et de la faune a été élaboré. Ce code met en exergue l'aménagement et l'exploitation des forêts et de ses ressources en zone semi-aride, notamment la réglementation de l'exploitation du bois de chauffe ;
 - la loi forestière de 1994 portant Régime des Forêts, Faune et Pêche, assortie des textes d'application ;
 - la loi portant Régime de l'eau au Cameroun de 1998 ; traitent des aspects relatifs à la gestion durable des sols ;
 - l'arrêté n° 009/PM du 17 février 2006 portant création d'un Comité de Pilotage et de Suivi de l'Exécution des Projets prioritaires dans la Zone du Lac Tchad ;
 - le code minier.

b)- Sur le plan institutionnel

Sur le plan institutionnel, il faut citer les actions suivantes :

- l'intervention du Ministère de l'Environnement et de la Protection de la Nature (MINEP) ;
- la nomination du point focal national de la convention sur la lutte contre la désertification ;
- la mise en place de la cellule de coordination de la lutte contre la désertification par décision n°639/MINEF/CAB du 07 août 1999 ;
- la création de la Mission de Développement des Monts Mandara (MIDIMA) ;
- l'Institut de Recherches Géologiques et Minières (IRGM) ;
- la création du Centre Régional d'Agriculture (CRA) et de l'Ecole Technique d'Agriculture (ETA) de Maroua qui forment les techniciens et les agents techniques d'agriculture ;
- l'Ecole pour la Formation des Spécialistes de la Faune de Garoua qui forme les techniciens en aménagement et gestion de la faune et des aires protégées.

Par ailleurs, avec l'appui de la communauté financière internationale, plusieurs mesures de lutte contre la désertification ont été mises en œuvre à savoir :

- les mesures pour la surveillance du phénomène à travers la mise sur pied du Plan National de Lutte Contre la Désertification (PAN/LCD) ;
- les mesures pour la protection et la conservation des ressources naturelles qui portent sur :
 - l'élaboration et la mise en œuvre du Programme Sectoriel Forêt Environnement (PSFE) ;
 - l'adoption d'une Stratégie de Développement du Secteur Rural (DSDSR).
- les mesures pour la restauration des sols dans les différentes zones écologiques :
 - dans le bassin des fleuves côtiers (Littoral, Sud d'Ouest, Centre) on observe : des programmes de reboisement ; la mise en œuvre du projet de la foresterie communautaire et l'exécution des projets de conservation de la biodiversité à

- l'exemple des composantes Mont Koupé et Mont Cameroun du projet GEF/biodiversité ou encore du projet Korup ;
- dans le bassin du Congo (régions du Sud et Est) on a la mise en œuvre du projet de la foresterie communautaire et l'exécution des projets de conservation de la biodiversité. L'exigence des plans d'aménagement pour les UFA (Unités Forestières Aménagées) arrivées au terme de la convention provisoire d'exploitation et la poursuite des attributions des forêts communautaires aux populations ;
 - dans le bassin de la Sanaga et la partie méridionale du bassin du Niger (régions de l'Adamaoua, Ouest, Nord Ouest) on observe : la production de la fumure organique pour la restauration de la fertilité des sols ; des programmes de reboisement tel que le projet PAFRA pour le reboisement de la zone de savane humide sous financement de la BAD et dont les résultats obtenus à ce jour sont la réalisation de 128 ha de plantations dans l'Adamaoua, contre 700 ha dans le Nord-Ouest et 350 ha à l'Ouest ;
 - dans le bassin du lac Tchad et la partie septentrionale du bassin du Niger (Nord, Extrême-Nord) qui sont les plus sensibles, on observe le plus grand nombre de programme.

Pour le bassin du Lac Tchad et la partie septentrionale du bassin du Niger, les programmes suivants sont en cours :

- les programmes de reboisement (la campagne de reboisement dans le Logone et Chari, par Massaki lancée du 1^{er} au 2 août 2008 par le Ministre de la Forêt et de la Faune où 80000 arbres seront plantés.) ;
- la recherche forestière menée par L'IRAD en vue de rendre compatible la production ligneuse et la production fourragère, et de renforcer les capacités des paysans pour une gestion durable de l'arbre dans le milieu cultivé et des formations naturelles ;
- la mise en œuvre des projets tels que le projet Eau Sol Arbre (ESA/ SODECOTON), qui a pour objectif de contribuer à la lutte contre la désertification et la stabilité politique et sociale du Nord Cameroun, par la préservation, la reconstitution et la meilleure gestion des ressources naturelles renouvelables ; le projet Waza Logone dont la 3^{ème} phase, démarrée en mai 1995 est administrée par l'UICN et financée par la SNV, son but est de réaliser une conservation à long terme de la diversité biologique de la région Waza-Logone et une amélioration durable de la qualité de la vie de sa population ;
- les autres projets sont essentiellement l'œuvre des municipalités (Communes Urbaines de Garoua et de Maroua), des autorités traditionnelles (Lamidat de Garoua avec l'opération 10.000 arbres), des élus locaux (députés) et élites de la région ; de certaines ambassades et des ONGs qui ont chacune, mis sur pieds un projet de reboisement (le projet GTZ/PAAR pour l'organisation des terroirs et l'aménagement des forêts communautaires dans l'Extrême-Nord, le Gic Goulfey dans le Logone et Chari a mis sur pied une pépinière de 150.000 pieds et a reboisé à ce jour environ 50 ha, dans la province du Nord, l'ONG Assosept a créé une pépinière de 10.000 pieds et reboise annuellement 25.000 pieds dans la région de la Bénoué.

VII.2.4.2- Les faiblesses

Malgré ces actions encourageantes des différents acteurs pour palier au problème de la dégradation des sols conduisant à la désertification dans certaines régions sensibles du Cameroun, beaucoup reste à faire. Les faiblesses observées sont de plusieurs ordres à savoir :

- institutionnelles :
 - le manque de synergie entre les différents acteurs ;
 - l'absence d'un plan directeur de l'espace pour une meilleure gestion des aires protégées et des autres zones de protection intégrale ; des zones d'utilisation partielle, essentiellement à vocation éco-touristique (zone tampon) ; et des zones d'exploitation rationnelle et également pour limiter les conflits entre les différents usagers.

- juridique :

Le dispositif juridique demeure encore fragmentaire à cause de l'inexistence des textes d'application.

- renforcement des capacités :

- les populations n'ont pas encore une bonne connaissance du phénomène de la désertification, encore moins une perception claire de ses causes, de même qu'elles ignorent totalement le lien qui existe entre leurs activités quotidiennes et les stress causés aux sols. Tout ceci est dû à l'insuffisance des actions de sensibilisation et d'éducation environnementale. Néanmoins l'importance de l'arbre est de mieux en mieux perçue dans la partie septentrionale, contrairement au Sud du pays ;
- l'insuffisance dans la promotion et le développement des techniques de lutte contre la dégradation anthropique des sols à travers la lutte contre la déforestation, la lutte contre l'érosion et l'envasement des cours d'eau, la lutte contre la compaction des sols et la valorisation des bonnes méthodes traditionnelles de restauration des sols ;
- l'insuffisance dans la promotion de l'utilisation des énergies renouvelables et de nouvelles technologies.

VII.2.5- L'érosion côtière

La côte camerounaise est soumise à de nombreuses influences dues aux multiples activités qui s'y déroulent (échanges commerciaux, pêche, agriculture, urbanisation, tourisme, industrialisation, navigation etc.). En dehors de la forte pollution industrielle et urbaine observée, cette zone est également confrontée au problème d'érosion résultant de la dégradation des mangroves et du balancement des marées.

a)- Les stratégies de lutte contre l'érosion côtière

Conscient des capacités d'entretien de la vie et de production inhérentes à la zone côtière, le Cameroun s'est engagé à contrôler et à réduire la dégradation de cet environnement.

Au niveau sous régional

Le Cameroun a signé et ratifié la convention relative à la coopération en matière de protection et de mise en valeur du milieu marin et des zones côtières de la région d'Afrique de l'Ouest et du Centre (Abidjan 1981).

Au niveau national

Une multitude d'institutions et de partenaires sont impliqués dans la valorisation et la gestion des ressources de la zone côtière à savoir : les ministères tels que le Ministère de l'Élevage, des Pêches et des Industries Animales pour les pêches, le Ministère des transports (activités portuaires), le Ministère du Tourisme (tourisme littoral), MINDIC (60% des industries sont localisées dans la zone côtière), le Ministère de l'agriculture (plantations industrielles et agro-industrie). Il y'a également le Centre de Recherches Halieutiques et Océanographiques de Limbe (CRHOL), les compagnies pétrolières, la Société Nationale de Raffinerie (SONARA), chantiers navals.

En dehors de ces différentes institutions chargées de la gestion de la zone, on a également le PNGE élaboré en 1996 et qui propose de nombreuses stratégies pour le contrôle de l'érosion côtière à savoir :

- le renforcement de la réglementation (inventaire des textes et actualisation, campagne de sensibilisation de la population) ;
- la rationalisation de l'exploitation des carrières côtières (inventaire des sites, évaluation des effets sur l'environnement, réglementation adaptée, plans d'exploitation et de gestion) ;
- la mise en défense des zones fragiles (identification, délimitation, sensibilisation, réglementation) ;
- la surveillance des zones dégradées et la planification de la construction des ouvrages (digues, jetées, barrages...).

Entre autres actions menées il y a lieu de citer :

- l'étude en vue d'une gestion durable des écosystèmes marins et côtiers toujours dans le cadre du PNGE avec l'appui du PNUD et de la coopération Canadienne ;
- l'étude sur la restauration de la forêt des mangroves dans l'estuaire du Wouri.
- le projet WAFF I et II sur la surveillance de la pollution marine et de l'érosion côtière dans les pays de l'Afrique de l'Ouest et du Centre ;
- le profil de la zone côtière nationale élaboré de même qu'un avant projet de plan national pour la gestion intégrée de la côte.

b)- Les faiblesses relevées dans la lutte contre l'érosion côtière

Malgré les actions menées pour freiner l'érosion côtière, ce dernier persiste. Les faiblesses observées sont dues à :

- la réglementation en vigueur pour la zone côtière qui n'est pas appliquée ;
- l'absence et/ou l'insuffisance de coopération entre les différents acteurs ;
- l'absence de réglementation pour la protection des mangroves ;
- les mesures préconisées par le PNGE ne sont pas effectives ;
- l'absence de projets spécifiques visant à établir des mesures de contrôle de l'érosion côtière ;
- l'insuffisance des moyens humains et logistiques pour le contrôle de l'occupation des berges, de la plantation des cocotiers et de la protection des ressources de la mangrove.

Il faut également souligner que l'une des causes de l'intensification de cette érosion côtière reste les effets des changements climatiques (augmentation des niveaux de mer). Des actions doivent être menées plutôt dans un cadre beaucoup plus important (international et régional).

VII.2.6- Les changements climatiques

Les changements climatiques sont la résultante de toutes les actions plus ou moins néfastes imposées à l'environnement (naturelles et/ou anthropiques). En effet, la dégradation du sol à travers la déforestation constitue une des causes majeures des changements au niveau du climat.

a)- Les stratégies de lutte contre les changements climatiques

Afin de lutter contre le phénomène des changements climatiques, une approche multisectorielle et participative a été adoptée, ayant pour objectifs de : stabiliser les concentrations de gaz à effet de serre (GES) dans l'atmosphère ; réduire, voire éliminer les substances appauvrissant la couche d'ozone (SAO) ; promouvoir l'utilisation des énergies renouvelables et promouvoir les technologies propres ainsi que des modes de transport écologiques.

Sur le plan international

Le Cameroun a ratifié la convention cadre des Nations Unies sur les changements climatiques en novembre 1994. Depuis lors, des actions ont été entreprises en vue de la mise en œuvre des recommandations y relatives.

Sur le plan national

Les efforts du Cameroun ont porté sur :

- la mise sur pied en 1997 d'une Cellule Nationale de coordination des programmes sur les changements climatiques ;
- la création de l'Observatoire national sur le changement climatique ;
- la soumission des demandes d'assistance technique et financière auprès du PNUE et du FEM en vue de la mise en œuvre des objectifs de la convention cadre et de tout autre instrument contribuant à la protection de l'atmosphère ;

- le programme d'activités global de la Cellule Nationale des Changements Climatiques en conformité avec la convention de financement du Fonds pour l'Environnement Mondial (FEM) comporte les points suivants :
- l'inventaire des GES sur toute l'étendue du territoire national, les mesures d'adaptation, d'atténuation et de vulnérabilité ;
- la surveillance du commerce international des produits chimiques et déchets dangereux ou interdits ;
- la mise en place d'un système d'information et d'une banque de données sur les changements climatiques, ainsi que la création d'un Site Internet ;
- l'élaboration des projets sectoriels d'actions prioritaires de prévention, d'atténuation et d'adaptation aux changements climatiques ;
- l'évaluation des impacts et des politiques d'adaptation et d'atténuation ;
- l'identification et l'étude des secteurs vulnérables aux impacts des changements climatiques (mangroves, zone côtière, santé humaine, biodiversité) ;
- l'élaboration d'un projet de communication nationale initiale sur les changements climatiques ;
- la mise en œuvre du projet météorologie et surveillance de l'environnement en vue de la collecte, transmission et traitement des informations pour une meilleure compréhension des changements climatiques ;
- l'élaboration de la Communication Nationale Initiale (CNI) ;
- la mise en œuvre du projet TIGER en vue d'évaluer les quantités de CO₂ absorbées par la forêt.

Les grands axes prioritaires suivants ont été également identifiés comme mesures de prévention des effets des changements climatiques :

AXE 1 : Développer l'agriculture intensive. Cette action permettra de faire reculer l'agriculture itinérante sur brûlis. Il serait dans ce cadre nécessaire d'organiser les déplacements et le recasement des petits agriculteurs.

AXE 2 : Elaborer une législation plus efficace pour lutter contre les feux de brousse, et qui prenne en compte d'encourager la création de projets et de brigades locales de lutte contre les feux de brousse, et de formaliser une politique de suivi des feux de brousse.

AXE 3 : Développer la recherche fondamentale et l'information scientifique sur les questions relatives aux changements climatiques.

AXE 4 : Renforcer les capacités nationales (individuelles, institutionnelles, et technologiques) et développer les activités de sensibilisation et de communication en direction de tous les publics, sur les questions liées aux changements climatiques.

AXE 5 : Elaborer une réglementation qui prenne en compte la reconversion du secteur industriel, la systématisation des inventaires des GES, la vulnérabilité et les mesures d'adaptation dans tous les secteurs, et la mise en œuvre des procédures du mécanisme de développement propre.

b)- Quelques faiblesses

Les faiblesses observées dans la mise en œuvre des actions contre les changements climatiques sont :

- les structures créées par l'Etat ne sont pas vraiment opérationnelles ;
- manque de coordination dans la lutte contre les changements climatiques ;
- état des lieux sur les changements climatiques inexistant ;
- insuffisance de collaboration entre les différents acteurs intervenant dans la lutte contre les inondations (échelle nationale, régionale et internationale) ;
- insuffisances dans la sensibilisation de la population sur l'impact des feux de brousse, le déboisement, la déforestation et la perte du couvert végétal sur le climat ;
- vétusté des stations météorologiques du Cameroun ;
- manque criard de données climatiques, hydrométriques ;
- aucune étude diagnostique sur l'état de la variabilité et des changements climatiques ;
- insuffisances dans la lutte contre la déforestation ;
- insuffisances dans la lutte contre la désertification.

Conclusion

Au Cameroun, en dehors des actions menées par le gouvernement, une multitude d'institutions et de partenaires sont impliqués dans la valorisation et la gestion des ressources en eau et l'environnement. Malheureusement, les actions menées restent inefficaces à cause de plusieurs faiblesses observées dans les différentes institutions à savoir :

- les faiblesses des institutions gouvernementales telles que le manque et/ou l'insuffisance de cohésion, de concertation et de coordination des activités des différents acteurs œuvrant sur la résolution des questions relatives à l'eau, le non respect des accords et engagements pris auprès des autres acteurs et des donateurs, l'insuffisance des ressources humaines qualifiées, matérielles, logistiques et financières, le manque de vision commune à l'échelle de bassins versants ;
- les faiblesses des institutions non gouvernementales sont relatives à la dépendance vis-à-vis des financements extérieurs, l'insuffisance des capacités techniques des personnels et la fréquence des conflits internes, l'instabilité des structures et des ressources humaines, la tendance à se substituer à la population locale, le faible rayon d'action et l'emprise limitée à l'échelle nationale ;
- les faiblesses des institutions internationales donatrices sont marquées par la tendance à développer un choix pas toujours juste de leurs partenaires, ainsi que dans le financement des projets et programmes, la méfiance à l'égard des ONGs nationales et des organisations des populations locales ;
- les faiblesses de la population qui ne s'intéresse pas souvent aux questions environnementales, l'analphabétisation de certaines populations qui sont pourtant les plus touchées, le manque de culture environnementale, la pauvreté, l'attachement aux pratiques ancestrales et traditionnelles.

Afin d'inverser la tendance à la dégradation des ressources en eau et pour une gestion coordonnée des ressources disponibles par les différents acteurs, tous les

utilisateurs sont interpellés à agir dans un cadre organisationnel et de gestion propice pour assurer une synergie dans les activités liées à l'eau sur l'ensemble du territoire camerounais.

Provisoire

Chapitre VIII : Problèmes liés aux impacts et à la gestion des ressources en eau au Cameroun

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 liés à la protection et à la conservation des ressources en eau au Cameroun 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 et de gestion sur les ressources en eau.

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

Les problèmes identifiés dans les bassins versants sont présentés en détail dans l'annexe 15. 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 différents bassins versants, les problèmes majeurs sont présentés dans les tableaux 28 à 32. 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 et de gestion identifiés à l'échelle nationale

Deux types de problèmes majeurs sont identifiés en ce qui concerne la protection et à la conservation des ressources en eau au Cameroun : il s'agit des problèmes relatifs aux impacts et les problèmes liés à la gestion.

L'examen des problèmes relatifs aux impacts sur les ressources en eau met en exergue la dégradation quantitative et qualitative des eaux de surface et des eaux souterraines. Leur hiérarchisation permet de distinguer les quatre premiers qui se posent avec le plus d'acuité ; ce sont (tableau 33) :

- la réduction quantitative des ressources en eau de surface et souterraine par disparition du couvert végétal, par la présence des ouvrages de retenue, changement climatique, évaporation accrue et sédimentation ;
- la dégradation qualitative des ressources en eau marquée par les pollutions diverses et l'eutrophisation des cours d'eau ;
- la sédimentation des plans d'eau à cause de la déforestation et l'érosion ;
- l'existence des risques liés à l'eau (maladies hydriques et inondations)

Quant aux problèmes majeurs liés à la gestion, les principaux problèmes identifiés à l'échelle nationale sont les suivants :

- l'insuffisance d'assainissement ;
- Insuffisance dans le suivi et l'évaluation des indicateurs de la variabilité et le changement climatiques, de la biodiversité aquatique et la sédimentation ;
- pléthore d'intervenants et absence de coordination entre eux ;
- inapplication de nombreux textes législatifs et réglementaires

Tableau 28 : Problèmes majeurs du bassin du Lac Tchad

| Bassin versant | Problèmes majeurs |
|-----------------------|--|
| Lac Tchad | <p>1-Réduction quantitative des ressources en eau</p> <ul style="list-style-type: none"> - Assèchement du lac Tchad, des mares, des points d'eau ; - Diminution des surfaces inondables dans les Yaérés et sur les rives du Logone ; - Modification du régime des eaux de surface à cause de la prolifération des canaux de pêche dans les Yaérés, les rives du Logone et du Logomatia ; - Amenuisement et indisponibilité des eaux dans les aires protégées entraînant la divagation des pachydermes ; - Perte de la biodiversité et de la richesse aquatique à cause de l'indisponibilité de l'eau (plaine des Yaérés) ; <p>2- Dégradation qualitative des ressources en eau</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pollution des eaux à cause de la circulation (non contrôlée) et du stockage des hydrocarbures <p>3 -Sédimentation des plans d'eau</p> <ul style="list-style-type: none"> - érosion des sols et sédimentation des cours d'eau et points d'eau à cause de la transhumance et du déplacement des réfugiés ; |

Tableau 29 : Problèmes majeurs du bassin du Niger

| Bassin versant | Problèmes majeurs |
|----------------|--|
| NIGER | <p>1-Réduction quantitative des ressources en eau</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pertes d'eau de surface due à la disparition du couvert végétal (désertification), le changement climatique (baisse de la pluviométrie), l'évaporation accrue (hausse des températures) et la sédimentation ; - Diminution de la recharge des eaux souterraines due à la disparition du couvert végétal (désertification), le changement climatique, l'évaporation et les prélèvements directs ; - Amenuisement et indisponibilité des eaux dans les aires protégées entraînant la divagation des animaux; - Perte de la biodiversité et de la richesse aquatique; <p>2-Existence des risques liés à l'eau</p> <ul style="list-style-type: none"> - Erosion des sols dus aux crues et pluies intenses <p>3- Sédimentation des plans d'eau</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sédimentation excessive du barrage de Lagdo ; - Erosion et sédimentation des cours d'eau et points d'eau à cause de la transhumance et des phénomènes migratoires; |

Tableau 30 : Problèmes majeurs du bassin de la Sanaga

| Bassin versant | Problèmes majeurs |
|----------------|--|
| SANAGA | <p>1- Réduction quantitative des ressources en eau</p> <ul style="list-style-type: none"> - Modification du régime des eaux de surface par les ouvrages de retenue, la déforestation pour mise en culture, la monoculture ; - Pertes d'eau de surface et diminution de la ressource en eau souterraine due à l'avancée de la désertification dans la partie septentrionale de l'Adamaoua (château d'eau du Cameroun); - Amenuisement des eaux dans les zones marécageuses à cause des plantations d'eucalyptus ; <p>2-Existence des risques liés à l'eau</p> <p>Expansion de certaines maladies hydriques (ulcères de Buruli, onchocercose, paludisme...),</p> <p>3- Sédimentation des plans d'eau</p> <p>Erosion et sédimentation accrue des cours d'eau dues à l'occupation anarchique des espaces et de fortes pressions foncières (hauts plateaux de l'ouest, Bamboutos,...)</p> |

Tableau 31 : Problèmes majeurs du bassin du Congo

| Bassin versant | Problèmes majeurs |
|----------------|---|
| CONGO | <p>1-Réduction quantitative des ressources en eau Modification du régime des eaux de surface par la déforestation pour bois d'œuvre (exploitation forestière);</p> <p>2-Dégradation qualitative des ressources en eau Ensablement des cours d'eau à cause de la déforestation ; Pollution des eaux à cause de l'exploitation minière artisanale</p> |

Tableau 32 : Problèmes majeurs du bassin des fleuves côtiers

| Bassin versant | Problèmes majeurs |
|------------------------|--|
| Fleuves côtiers | <p>1-Réduction quantitative des ressources en eau Modification du régime des eaux de surface par la déforestation pour bois d'œuvre et l'expansion des zones bâties (forte urbanisation) ;</p> <p>2-Dégradation qualitative des ressources en eau -Pollution chimique des eaux de surface par des produits chimiques utilisées dans les activités agricoles, piscicoles, portuaires et industrielles. -Colonisation des cours d'eau (Nyong, Wouri, certains lacs, etc.) par les macrophytes (laitue d'eau et jacinthe) ; -Pollution des mangroves et perte de la biodiversité</p> <p>3-Existence des risques liés à l'eau</p> <ul style="list-style-type: none"> - Erosion des zones côtières ; - Expansion de certaines maladies hydriques (ulcère de Buruli, onchocercose, paludisme), - Inondations à cause de la forte imperméabilisation des surfaces bâties dans les zones urbaines (Yaoundé) ; Inondations récurrentes à Yaoundé et Douala <p>4- Sédimentation des plans d'eau</p> <ul style="list-style-type: none"> - Difficultés de la navigation fluviale à cause de la sédimentation des cours d'eau (exemple : Yabassi - Douala, Abong Mbang - Mbalmayo...) ; - Sédimentation du port de Douala - Sédimentation accrue des cours d'eau dues à l'occupation anarchique des espaces et de fortes pressions foncières (flancs des collines, zones côtière) |

Tableau 33 : Problèmes majeurs au niveau national

| Problèmes majeurs | |
|--------------------------|--|
| Niveau National | Problèmes majeurs liés aux impacts |
| | 1- Réduction quantitative des ressources en eau (RE) - Pertes d'eau de surface due à la déforestation, la sédimentation, la variabilité et changement climatiques; - modification du régime des eaux de surface par les ouvrages de retenue, la déforestation et la variabilité et changement climatiques ; - diminution de la recharge des eaux souterraines due à la déforestation, au changement climatique et à l'évaporation accrue. 2- Dégradation qualitative des RE - Pollution biologique ; - eutrophisation des eaux de surface par les intrants agricoles et l'érosion ; - augmentation de la turbidité des eaux de surface à cause de l'érosion; - pollution chimique des eaux de surface par les hydrocarbures et les produits issus des activités agricoles - pollution par les déchets solides et liquides des hôpitaux 3-Existence des risques liés à l'eau - Augmentation des maladies liées à l'eau à cause des aménagements inappropriés; - pertes de biens et/ou de vies humaines dues aux inondations 4- Sédimentation des plans d'eau |
| | Problèmes majeurs liés à la gestion |
| | 1-Insuffisance d'assainissement 2- insuffisance dans le suivi et l'évaluation de la variabilité et le changement climatiques, de la biodiversité aquatique et la sédimentation 3- pléthore d'intervenants et absence de coordination entre eux 4- inapplication de nombreux textes législatifs et réglementaires |

Conclusion

Le Cameroun présente une extrême diversité de paysages, d'écosystèmes, de ressources naturelles, de zones géomorphologiques, de zones climatiques, etc... au point d'être appelé Afrique en miniature. Il renferme aussi dans son ensemble d'énormes potentialités en ressources hydrauliques (précipitations, eau souterraine et eau de surface) qui sont cependant inégalement réparties sur l'ensemble des cinq principaux bassins hydrographiques du territoire. Les problèmes liés à ces ressources en eau varient également en fonction de la répartition de ces différents bassins hydrographiques.

Deux types de problèmes majeurs liés à la protection et à la conservation des ressources en eau au Cameroun sont observés : il s'agit des problèmes relatifs aux

impacts (identifiés à partir de la méthode MERQURE) et des problèmes liés à la gestion (identifiés par une approche descriptive et analytique).

Les problèmes relatifs aux impacts sur les ressources en eau mettent en exergue la dégradation quantitative et qualitative des eaux de surface et des eaux souterraines.

Les principaux problèmes qui se posent avec plus d'acuité sont les suivants :

- la réduction quantitative des ressources en eau (surface et souterraine) par disparition du couvert végétal, ouvrages de retenue, changement climatique, évaporation accrue et sédimentation ;
- la dégradation qualitative des ressources en eau marquée par les pollutions diverses et l'eutrophisation des cours d'eau ;
- la sédimentation des plans d'eau à cause de la déforestation et l'érosion ;
- l'existence des risques liés à l'eau (maladies hydriques et inondations)

Quant aux problèmes majeurs liés à la gestion, les principaux problèmes identifiés à l'échelle nationale sont les suivants :

- l'insuffisance d'assainissement ;
- Insuffisance dans le suivi et l'évaluation de la variabilité et le changement climatiques, de la biodiversité aquatique et la sédimentation ;
- une pléthore d'intervenants et l'absence de coordination entre eux ;
- l'inapplication de nombreux textes législatifs et réglementaires.

Conclusion générale

Ce travail avait pour objectifs de faire une étude diagnostique des ressources en eau au Cameroun au regard des contraintes environnementales. Des descentes dans différentes régions du Cameroun et auprès des diverses structures en charge des problèmes liés à l'eau ont permis :

- d'identifier et de cartographier les zones humides et les zones à écologie fragile ;
- d'identifier et d'analyser les défis liés à l'eau tels que les inondations et la désertification ;
- d'identifier les impacts des effets de l'anthropisation et des changements climatiques sur les ressources en eau ;
- et enfin d'analyser les mesures prises par l'Etat camerounais face aux risques liés à l'eau, et au changement climatique.

Par la suite, les problèmes liés à la protection et à la conservation des ressources en eau au Cameroun ont été élaborés et hiérarchisés par bassin hydrologique.

Le Cameroun renferme dans son ensemble d'énormes potentialités en ressources hydrauliques (précipitations, eau souterraine et eau de surface) qui sont cependant inégalement réparties sur l'ensemble ces cinq bassins hydrographiques du pays. Pour ce qui est de précipitations et des eaux en surface, la partie septentrionale du pays fait figure de parent pauvre à côté de la zone méridionale qui est, elle, drainée par un important réseau hydrographique et suffisamment arrosée.

On observe plusieurs zones humides à eaux courantes et à eaux stagnantes réparties dans deux grands ensembles hydrographiques :

- le premier regroupe les tributaires de la façade atlantique du Cameroun et est constitué du bassin de la Sanaga et du bassin des fleuves côtiers ;
- le second concerne les cours d'eau qui participent à des bassins hydrographiques plus étendues et en particulier à trois des cinq plus grands ensembles hydrologiques de l'Afrique ; il s'agit du bassin du Lac Tchad, du bassin du Niger et du bassin du Congo.

Quant aux zones humides à eaux dormantes et stagnantes, les plus importantes sont :

- le Lac Tchad que le Cameroun partage avec le Nigéria, le Niger, le Tchad ;
- les lacs volcaniques dont les plus importants sont Nyos, Barombi Mbo, Monoun, Oku ;
- les lacs tectoniques (Ossa, Dissoni, Ejanham,...) ;
- de vastes retenues d'eau artificielles constituées majoritairement par les barrages de régulation (Lagdo, Mbakaou, Mapé, Bamendjing) ;
- de vastes zones d'inondations comme la plaine de Waza Logone qui est un site Ramsar en raison de la richesse de sa biodiversité ;
- des étangs piscicoles.

Ces plans d'eau renferment des écosystèmes biologiquement riches et très variés, notamment dans la Sanaga, la Boumba et les fleuves côtiers. Les milieux lacustres sont également très riches du point de vue biologique, les lacs de cratères présentent la diversité la plus importante. Il faut en particulier noter le lac Barombi Mbo, très riche en espèces piscicoles endémiques. La faune piscicole des lacs et fleuves du sud du Cameroun est actuellement très recherchée par les aquariophiles et fait l'objet d'un commerce international très peu contrôlé.

Ces zones humides offrent de nombreuses potentialités de développement pour l'hydroélectricité, l'irrigation, l'agriculture, l'élevage, la pêche et l'écotourisme. Elles sont actuellement soumises à des pressions naturelles et anthropiques qui amenuisent et dégradent leurs ressources naturelles. Les principales menaces qui pèsent sur ces écosystèmes aquatiques continentaux résultent principalement de la baisse et la modification des débits par la construction des barrages (Lagdo, Maga, Songloulou et Edéa), la déforestation sous toutes ses formes et des apports polluants par les activités agro - pastorales, les industries chimiques et agro – alimentaires. La surexploitation de certaines familles de poisson ainsi que l'envasement des plans d'eau risquent d'entraîner une extinction rapide de certaines espèces.

Les autres zones à écologie fragile identifiées au Cameroun sont :

- la zone Soudano – Sahélienne (partie septentrionale des bassins du Lac Tchad et du Niger) ;
- la zone côtière, les zones de montagne ;
- les zones forestières et les aires protégées ;
- les bassins sédimentaires ;
- les grandes zones urbaines ;
- les zones frontalières où règnent les conflits armés et le tracé du pipe line Tchad – Cameroun.

Elles sont également soumises à des pressions naturelles (variabilité et changement climatiques) et anthropiques qui dégradent leurs ressources naturelles. Dans le bassin des fleuves côtiers, l'érosion côtière est un problème majeur favorisé par le déboisement des rives et des mangroves, l'urbanisation et les constructions anarchiques.

Les défis liés à l'eau (désertification et les inondations) affectent sérieusement les ressources en eau du Cameroun. Trois des cinq bassins hydrographiques que compte le pays sont affectés par le phénomène de désertification. Il s'agit des bassins septentrionaux du lac Tchad, du Niger et de la Sanaga. Quant aux inondations, le Cameroun a été marqué depuis les années 1990, par des inondations à répétition et d'une rare ampleur. Elles touchent presque tous les bassins hydrographiques du Cameroun.

Les principaux phénomènes anthropiques susceptibles de dégrader quantitativement et qualitativement les ressources en eau du pays sont : la forte urbanisation enregistrée dans les grandes métropoles, l'industrialisation, l'agriculture, l'élevage, la pêche, la déforestation, les transports et le tourisme. Les problèmes identifiés varient en fonction des bassins hydrographiques et concernent surtout les pollutions sous toutes ses formes, l'envasement et la sédimentation des lits de cours d'eau, l'érosion

hydrique, la dégradation des sols et la désertification, les inondations, l'érosion côtière, etc.

Il faut ajouter à ces phénomènes anthropiques les aléas de la variabilité et du changement climatique qui contribuent à amenuiser considérablement les ressources en eau (pluies et débits). L'une des conséquences de la détérioration générale du climat combinée aux facteurs anthropiques dans certains bassins hydrographiques (bassin des fleuves côtiers et du Niger) est la prolifération des végétaux flottants (salade d'eau, jacinthe d'eau, typha, etc.), du fait notamment de la réduction de la vitesse d'écoulement des cours d'eau, du changement de leur régime et de leur température ainsi que de la détérioration de la qualité des eaux (cours d'eau Nyong, lac municipal de Yaoundé, Wouri, etc.).

Deux types de problèmes majeurs liés à la protection et à la conservation des ressources en eau au Cameroun sont identifiés : il s'agit des problèmes relatifs aux impacts et des problèmes liés à la gestion.

L'examen des problèmes relatifs aux impacts sur les ressources en eau met en exergue la dégradation quantitative et qualitative des eaux de surface et des eaux souterraines. Les principaux problèmes sont les suivants :

- la réduction quantitative des ressources en eau (surface et souterraine) par disparition du couvert végétal, ouvrages de retenue, changement climatique, évaporation accrue et sédimentation ;
- la dégradation qualitative des ressources en eau marquée par les pollutions diverses et l'eutrophisation des cours d'eau ;
- la sédimentation des plans d'eau à cause de l'érosion ;
- l'existence des risques liés à l'eau (maladies hydriques et inondations)

Quant aux problèmes majeurs liés à la gestion, les principaux problèmes identifiés à l'échelle nationale sont les suivants :

- l'insuffisance d'assainissement ;
- Insuffisance dans le suivi et l'évaluation de la variabilité et le changement climatiques, de la biodiversité aquatique et la sédimentation ;
- pléthore d'intervenants et absence de coordination entre eux ;
- inapplication de nombreux textes législatifs et réglementaires

Conscient de tous ces problèmes environnementaux, l'Etat camerounais a adhéré à un certain nombre d'initiatives internationales et régionales, adopté plusieurs mesures stratégiques et opérationnelles pour y pallier. Malheureusement, les actions menées restent très souvent inefficaces à cause des faiblesses observées aux niveaux, législatifs, réglementaires, institutionnels et d'un manque de synergie entre les différents acteurs (institutions gouvernementales, non gouvernementales, donatrices et de la population). Par ailleurs, en dehors du PNGE, le secteur de l'environnement n'a pour l'instant été abordé que de manière sectorielle ne traduisant la transversalité de l'environnement que par la juxtaposition de programmes prioritaires qui s'intéresse surtout à une seule partie du secteur, l'environnement "vert" parce que générateur de revenus, le secteur de l'environnement "gris" restant le parent pauvre car considéré comme contraignant pour le développement économique.

Afin d'inverser la tendance à la dégradation des ressources en eau et pour une gestion coordonnée des ressources disponibles par les différents acteurs, tous les utilisateurs sont interpellés à agir dans un cadre organisationnel et de gestion propice pour assurer une synergie dans les activités liées à l'eau sur l'ensemble du territoire. D'où la nécessité d'établir un Plan d'Action National de Gestion Intégrée de Ressources en Eau (PANGIRE) afin de protéger les ressources naturelles (eaux, terres et éléments biologiques) et améliorer les conditions de vie des populations dans tout le territoire camerounais.

Provisoire

Références bibliographiques

- Aboueme A., 2008: Influence des macrophytes sur les écoulements d'eau et le transfert des matières en suspension dans le bassin versant amont du Nyong. *Mém. DESS. Univ. Yaoundé I, Fac Sci. Dpt Biol. & Physiol. Végétales.* 73p.
- Ajonina Gordon, 2007 : Editorial du volume N°1 de septembre 2007 du trimestriel d'information Matanda News. Disponible sur www.mangrove-africa.net.
- ACEEN, 2007 : Gestion de la plaine d'inondation de Waza-Logone ; d'une véritable tragédie au redécollage perceptible. Document de capitalisation du projet de contribution à la gestion de la plaine d'inondation de Waza- Logone. UICN NL.
- Ambadiang P., 2006 : Etude d'impacts sur l'environnement aquatique d'un rejet ponctuel de nature industrielle : analyse du cas des effluents de la SOFAVINC dans la rivière Mfoundi à Yaoundé. *Mém. DEA., Univ. Yaoundé I, Fac. Sci., Dpt Sciences de la Terre.* 78p.
- Amougou A., 1986 : Etude botanique et écologique de la vallée inondable du Haut Nyong et de ses affluents. *Thèse d'Etat és Sc. Nat. Univ. Yaoundé.* 320p.
- Apouamoun Y. R., 2006 : Hydrologie et transports solides dans un écosystème forestier anthropisé : exemple du bassin de la Mefou (Centre Sud Cameroun). *Mém. DEA. Univ. Yaoundé I, Fac Sci. Dpt Sciences de la Terre.* 73p.
- Anonyme - PNLDHAH, 2004 : Plan National de Lutte contre les Déversements Accidentels d'Hydrocarbures au Cameroun, 135p.
- Ayongue S. N., 2001: A quantitative evaluation of global warming and precipitation in Cameroon from 1930 to 1995 and projections to 2060: Effects on environment and water resources. In Lambi, CM (ed.), *Environmental Issues: Problems and Prospects*. Bamenda: Unique Printers, pp. 142-155.
- Banque Mondiale, 2004: Rapport n° 29089 – CM. Cameroun secteur urbain
- Banque Mondiale, 2007 : Rapport n : 37979 – CM. Document d'évaluation du projet relatif à une proposition de crédit d'un montant de 53,3 millions de DTS (contre valeur de 80 millions de dollars eu) à la République du Cameroun pour un projet de développement des secteurs urbain et de l'approvisionnement en eau, P.1
- BEAC, INS, FMI, HDR, 2008 : World Development Indicators databse, rapport d'Avril 2008 :
- Bilong P., Bitom D., Abossolo M., Yene Atangana J. Q., Ndjigui P. D., 2003 : Restauration durable de l'environnement des ecosystems forestiers dans le cadre de la réalisation du pipeline Tchad – Cameroun. Imprimerie Saint-Paul, n°15 501/01/03. 141p.

Bineli A. E., 2009 : Impact de la variabilité climatique sur les ressources en eau du bassin versant du Nyong. Mém. DEA. Univ. Yaoundé I, Fac Sci. Dpt Sciences de la Terre. 82p.

Bouba L. 2009 : Risques géo – environnementaux dans la région de l'Extrême Nord – Cameroun : Cas de l'inondation dans la ville de Maroua. *Mém. DEA. Univ. Yaoundé I*, Fac Sci. Dpt Sciences de la Terre. 65p.

CBLT & FEM, 2005 : Etude de la biodiversité dans le bassin du lac Tchad : cas du bassin conventionnel du Cameroun. Septembre-octobre 2005, Maroua. RAF/00/G31/P070252. 78p.

CBLT & FEM, 2007 : Contribution au développement de la stratégie régionale des aires protégées dans le bassin du lac Tchad : cas du Cameroun. Rapport final juin 2007. RAF/00/G31/P070252. 72p.

CBLT & UE, 2007 : Gestion intégrée des ressources en eau du bassin transfrontalier du Lac Tchad. Rapport provisoire août 2007. Contrat spécifique 2007/135495. 50p.

Commission Européenne, 2004 : Profil environnemental. Contrat-cadre AMS/451 ; rapport provisoire présenté par Agrifor Consult. 129p.

CWCS, 2006 : Cameroon Wildlife Conservation Society. Vision de conservation de la réserve Douala – Edéa. Carte du parc national de Douala-Edéa intégrant la zone d'extension. Novembre 2006 ; 1p.

Din Ndongo, 2001 : Mangroves du Cameroun : statut écologique et perspectives de gestion durable ; Thèse. Doc d'Etat, Univ. Ydé I, 268 p.

Dongmo Ngoutsop A. – L., 2005 : Accessibilité des paysans aux facteurs de production et incidence sur leurs pratiques en zone cotonnière du Nord-Cameroun. Mém. DEA en Géographie Humaine, Université de N'Gaoundéré.

Doumenge C., Garcia Yuste J. – G., Gartland S., Langrand O., Ndinga A., 2001 : Conservation de la biodiversité forestière en Afrique Centrale atlantique : le réseau d'aires protégées est – il adéquat ? In Bois et Forêts des Tropiques, n° 268 (2).

Dzana J. G., Tchawa P., Engoulou E. S. 2005 : Evaluation de la sédimentation du lac de Lagdo et détermination de la fréquence de son curage. Rapport Définitif ; MEADEN. 77p.

Dzana J. G., Ndam Ngoupayou J. R., Tchawa P., 2009. The Sanaga discharges at the catchment outlet (Edea – Cameroon): An example of hydrologic responses of a tropical rain – fed river system to changes in precipitation and groundwater inputs and to flow regulation. Accepted for publication to River Research and Applications.

ELECTRICITY SCOPE, 1994 : Fiche des caractéristiques des ouvrages hydroélectriques réalisés au Cameroun n° 57/58

Eno Belinga S., Konfor Njilah I., 2001 : Du mont Cameroun au Lac Nyos. Eds Les Classiques Camerounais. 51 -71

Fomete Nembot T., Tchanou Z., 1998 : La gestion des ecosystems forestiers du Cameroun à l'aube de l'an 2000. (Document UICN).

Fonteh M. F., 2003 : Water for people and the environment. The United Nations Cameroon Water Development Report. 151p.

Fotsing E., 2006 : Système d'information pour la modélisation des dynamiques agraires et le développement rural en zone de savane de l'Extrême Nord ; Thèse de Doctorat PhD.

Gbetnkom Ndam H., 2009 : Gestion des déchets dans une société agro-alimentaire et impacts sur l'environnement : cas de l'usine des brasseries du Cameroun à Yaoundé. *Mém. DESS*. Univ.Yaoundé I, Fac Sci. Dpt Biol. & Physiol. Végétales. 60p.

Guemou Tchado D., 2007 : Hydrologie et transports solides dans un écosystème forestier urbanisé : exemple du bassin versant du Mfoundi au Centre Sud du Cameroun. *Mém. DEA*. Univ.Yaoundé I, Fac Sci. Dpt Sciences de la Terre. 70p.

GWP & PNUD, 2007 : Stratégie Nationale de Gestion Durable des Eaux et des Sols dans l'Espace Agro-Sylvo-Pastoral au Cameroun ; 83 pages.

INS (Institut National de la Statistique), 2006 : Annuaire statistique

INS (Institut National de la Statistique), 2007 : Comptes nationaux version du 31 / 08/ 2008

INS (Institut National de la Statistique), 2008 : Troisième enquête camerounaise auprès des ménages (ECAM III). Tendances, profil et déterminants de la pauvreté au Cameroun entre 2001 et 2007. Yaoundé, Cameroun.

IRAD, 2008 : Zones agro écologiques du Cameroun. www.irad-cameroon.org juin 2008

IPCC., 2001 : Climate Change 2001: Impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of working Group II to the Third Assessment Report of IPCC. (Ed. by Mc Carthy J.J., Canziani O F., Leary N. A., Dokken D. J., White K.S.). Cambridge University Press., UK, 1032p.

Jeune Afrique, 1980 : République Unie du Cameroun, Atlas.

Jeune Afrique, 2007 : République du Cameroun, Atlas.

Kamgang G. R., 2004 : Flux de matières particulaires en zone de savane arbustive, exemple du bassin versant du Lom à Bétaré Oya. *Mém. DEA*. Univ. Yaoundé I, Fac. Sci. Dpt Sciences de la Terre, 67p.

Kohoun Nfockgo A., 2005 : Transports fluviaux de matières particulaires et érosion mécanique dans un écosystème tropical humide et forestier : exemple du réseau du Nyong amont (Sud-Cameroun). Mém. DEA. Univ. Yaoundé I, Fac. Sci. Dpt Sciences de la Terre, 72p.

Kpoumié A., 2007 : Transports solides en suspension et analyses des sédiments de la zone de contact forêt – savane : exemple du bassin versant de la Sanaga à Ebebda (Cameroun). *Mém. DEA*. Univ. Yaoundé I, Fac. Sci. Dpt Sciences de la Terre. 74p.

Lami J., 2002 : Evaluation de la population due au rejet des déchets liquides et solides à Yaoundé et mise au point d'une carte de pollution. *Mém. Ing. ENSP*, Univ. Yaoundé I. 65p.

Letouzey R., 1986 : Etude phytogéographique du Cameroun. *Paul Le Chevalier*, Paris Ve France ; 511p.

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*, Vol. 24 (4). 563 - 572

Lienou G., Sighomnou D., Sigha-Nkamdjou L., 1999 : Impact de la sécheresse sur les ressources en eau de la cuvette du Lac Tchad en période d'étiage : exemple des apports du fleuve Logone. *Coll. GEOCAM n°2*, Presses Univ., Yaoundé. PP 89-97.

Lienou G., 2001 : la plaine d'inondation du logone dans le nord du Cameroun : Dynamique des inondations. Communication personnelle.

Liéno G., 2007 : Impacts de la variabilité climatique sur les ressources en eau et le transport des matières en suspension de quelques bassins-versants représentatifs des unités climatiques au Cameroun. *Thèse de doctorat PhD*, Université de Yaoundé I. Cameroun.

Lienou G., Mahé G., Paturel J-E., Servat E., Sighomnou D., Ekodeck G. E., Dezetter A., Dieulin C., 2008 : Evolution des régimes hydrologiques en région équatoriale camerounaise : un impact de la variabilité climatique en Afrique équatoriale ? *Journal des Sciences Hydrologiques*. 53 (4) : 789 - 801

Lienou G., Mahe G., Paturej G. E., Servat E., Ekodeck G. E., Tchoua F. 2009. Variabilité climatique et transport de matières en suspension sur le bassin de Mayo-Tsanaga (Extrême-Nord Cameroun). *Sécheresse* 20 (1) : 139 – 144

Madi A., Huubs P., Fozein T., 1996 : Notice explicative. Carte pédologique du Cameroun Oriental. O.R.S.T.O.M., Paris.

Mbousop A. N., 2003 : Flux de matières particulaires en zone de montagne : exemple du bassin versant de Mounjo à Mundamé. Mém. Maîtr. Univ. de Dschang, Fac. Sci. Dpt sciences de la Terre, 39p.

MINATD / DPC, 2008 : Rapport sur l'état de la protection civile au Cameroun 2007 - 2008 ; Sécuriser le milieu professionnel ; 305p.

MINEE, 1998 : Loi N°/005 du 14 avril 1998 portant régime de l'eau au Cameroun, Yaoundé, Cameroun. 11p

MINEE, 2004 : Stratégie du Ministère des Mines, de l'Eau et de l'Energie ; étude diagnostique, octobre 2004.

MINEE & GWP, 2005 : Processus d'Elaboration du Plan d'Action de Gestion Intégrée des Ressources en Eau du Cameroun : Document d'orientation ; 63p.

MINEE & SNV, 2007: Les actes au forum de l'eau : « l'eau à l'Extrême – Nord, une affaire de tous ». Maroua, du 01 au 03 novembre 2007 avec l'appui du comité technique d'organisation : MIDIMA, CBLT-FEM, MINADER, MINEPIA, ACEEN, WESDE, AAEDC, MINEE, SNV. 55p

MINEF (Ministère de l'Environnement et des Forêts), 1996 : Plan national de la Gestion de l'Environnement du Cameroun, 04 volumes : Rapport principal. MINEF / PNUD / Banque Mondiale. Yaoundé, Cameroun.

MINEF, 1996 : Loi N° 96/12 du 05 août 1996 portant loi cadre relatif à la gestion de l'environnement au Cameroun. 39p

MINEF, 1997 : Loi N°94/01 du 20 janvier 1994 portant régime des forêts, de la faune et de la pêche au Cameroun. Yaoundé, Cameroun. 185p

MINEF et PNUD, 2001 : Rapport national du Cameroun sur l'environnement et le développement durable (Rio + 10) ; 85p.

MINEP et PNUD, 2006 : Plan d'Action National de Lutte Contre la Désertification (PAN-LCD) ; 202p.

MINPAT, 1999 : Schéma d'aménagement de la zone Soudano Sahélienne ; Bilan diagnostic. Yaoundé, Cameroun.

Mitosek H. T., 1992 : Occurrence of climate variability and change within the hydrologic time series: a statistical approach. World Climate Programme – Project A2, CP – 92 – 05, IIASA, Laxenburg, Austria, 167p.

NASA (2007) : Images Landsat du Lac Tchad

Neba A. S., 1987 : Géographie moderne de la République du Cameroun ; éditions Néba, Camden, N. J. USA

Ndam Ngoupayou J. R., 1997 : Bilans hydrogéochimiques sous forêt tropicale humide en Afrique : du bassin expérimental de Nsimi à Zoétélé aux réseaux hydrographiques du Nyong et de la Sanaga (Sud-Cameroun). Thèse Univ. Pierre. et Marie. Curie, Paris VI, 214p + annexes.

Ndam Ngoupayou J. R., Boeglin J.-L., Bedimo Bedimo J.-P., Braun J.-J., Aboueme Amanabenogo, Bineli Ambomo E., 2009: Influence of climatic variability and anthropic activities on the water resources of the Nyong forestry watershed in South Cameroon. In 3rd International AMMA Conference. Juillet 2009, Ouagadougou, Burkina Faso.

Ngnike P. M. 2007 : Influences de la lithologie et des activités anthropiques sur les ressources en eau du bassin versant du Mfoundi : cas de trois affluents Ebogo, Ewoué et Akée à Yaoundé. *Mém. DESS. Univ. Yaoundé I, Fac Sci. Dpt Biol. & Physiol. Végétales.* 67p.

Noordzij, 1988 : « On se débrouille ». La situation socio-économique autour du parc National de Waza : conseil et perspectives. Série Environnement et Développement au Nord Cameroun CML. 87p.

Ntep Gweth P., Dupuy J.J., Matip O., Fombutu Fogakoh A., Kalngui E., 2001 : Ressources minérales du Cameroun : notice explicative de la carte thématique des ressources minérales du Cameroun sur un fond géologique, 375p.

Olivry J.C., 1986 : Fleuves et rivières du Cameroun. Mesires-Orstom. Paris, Orstom, coll. Monographies hydrologiques n°9, 733p.

Ouafo Mendo M.R., 2006 : étude comparée des transports particulaires dans deux écosystèmes forestiers du Cameroun : les bassins versants du Ntem à Ngoazik et du Nyong à Mbalmayo. *Mém. DEA. Univ. Yaoundé I, Fac. Sci. Dpt Sciences de la Terre,* 75p.

RAMSAR, 2002 : Nouvelles lignes directrices relatives aux plans de gestion des sites RAMSAR et autres zones humides. La Convention sur les zones humides.

Saleh A., Bobo Kadiri S., Kirda P., Beladane B., 1997: La composition floristique dans le maillage de la région de Waza Logone après quatre années de restauration floristique. PNW, UICN. 33p.

Servat E., Paturel J-E., Kouame B., Traveglio M., Ouedraogo M., Boyer J-F., Lubès-Niel H., Fritsch J-M., Masson J-M., Marieu B., 1998 : Identification, caractérisation et conséquences d'une variabilité hydrologique en Afrique de l'ouest et centrale. In Servat E., Hugues D., Fritsch J. M, Hulme M. (eds). *Water Resources Variability in Africa during the XXth Century, IAHS Publication 252; 323-337.*

Servat E., Paturel J. E., Lubès Niel H., Kouame B., Masson J. M., Traveglio M., Marieu B., 1999 : De différents aspects de la variabilité de la pluviométrie en Afrique de l'Ouest et Centrale. *Revue des Sciences de l'Eau, Vol. 12 (2), 363 -387.*

Sigha Nkamdjou L., 1993 : Fonctionnement hydrochimique d'un écosystème forestier de l'Afrique Centrale : la Ngoko à Moloundou (Sud-est) du Cameroun. Thèse Doct. Univ. Paris XI. 378p.

Sighomnou D., Sigha Nkamdjou L., Lienou G., 2002 : La plaine du Yaéré dans le Nord- Cameroun, une expérience de restauration des inondations. *Gestion Intégrée*

des ressources naturelles en zone inondables. Coll. et Séminaires, IRD (éds). 375 – 438.

Sighomnou, 2004 : Analyse et redéfinition des régimes climatiques et hydrologiques du Cameroun : perspectives d'évolution des ressources en eau, Thèse Doc. d'Etat, Univ.Ydé I, 270 p.

Sighomnou D., Sigha Nkamdjou L., Lienou G., Dezetter A., Mahé G., Servat E., Paturel J-E., Olivry J-C., Tchoua F., Ekodeck G.E., 2007 : Impacts des fluctuations climatiques sur le régime des écoulements du fleuve Sanaga au Cameroun, perspectives pour le XXIème siècle. In Climatic and Anthropogenic Impacts on the Variability of Water Resources, Mahé G (ed.). Unesco, IHP-VI Technical Document in Hydrology 80:173-181.

SOGREAH, 1993 : Etude du plan directeur d'assainissement de la ville de Yaoundé. Schéma directeur, Mém. Ministère des Mines de l'Eau et de l'Energie, Yaoundé, 10014kz. 56p.

Suchel J. B., 1987 : Les climats du Cameroun. Thèse Doct. d'Etat, Univ. Bordeaux III, France. 04 volumes, 1186p.

Tamonken Adzeh R., 2003 : Flux de matières en suspension dans un environnement côtier : exemple du bassin versant de la Kienké à Kribi. *Mém. Maît.* Univ.Dschang, Fac Sci. Dpt Sciences de la Terre. 44p.

Truye P., 1995 : Atelier de production, formation, recherche-développement en foyers améliorés. Rapport final. CTA Maroua, Cameroun.

UICN & CBLT 2007 : Plan de gestion de la plaine d'inondation de Waza Logone. Projet FEM/CBLT : Inversion des Tendances à la Dégradation des Terres et des Eaux dans le bassin du Lac Tchad. Draft final. 163p.

Wikipédia, 2007 : Lac Tchad. Disponible sur www.Wikipédia.org/wiki/lactchad.

Wikipédia, 2008 : Zones humides. [Wikipédia.org/wiki/zone humide](http://Wikipédia.org/wiki/zone%20humide)

Zogning Moffo M. O., 2005 : Risques d'inondation à Yaoundé : le cas de la zone de confluence du Mfoundi au centre ville et des quartiers péricentraux du bassin versant de l'Ekozoa. *Mém. Maît. Univ. Yaoundé I*, FALSH. Dpt de Géographie. 113p.

ANNEXES

Provisoire

Annexe 1 : Tableau récapitulatif des différentes zones humides du Cameroun

| Bassins hydrographiques | Sous bassin hydrographique | Superficie (km ²) | Zones humides à eaux courantes | observations | Zones humides à eaux dormantes | Observations |
|-------------------------|----------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|--|---|---|
| Lac Tchad | Partie septentrionale | 27470 | - Logone - <i>Chari</i> - Mayos | <p>Ensablement du lit du cours d'eau, réduction du débit des cours d'eau et assèchement des mayos due à :</p> <ul style="list-style-type: none"> -déforestation ; -érosion du bassin. <p>Pollutions diverses</p> | Yaérés | <p>Diminution des surfaces inondées</p> <ul style="list-style-type: none"> -pression démographique -prolifération des canaux de pêche <p>Envasement des ouvrages de retenue d'eau</p> |
| | | | | | lac Tchad | <p>Recul de la superficie du lac Tchad</p> <ul style="list-style-type: none"> -déficit de pluviosité combiné à une plus grande utilisation des eaux du Lac et des rivières pour l'irrigation ; -l'évaporation et l'infiltration de l'eau du Lac -l'ensablement <p>Pollutions</p> |
| | | | | | lac Maga | <p>Diminution des surfaces inondées</p> <ul style="list-style-type: none"> -pression démographique ; -prolifération des canaux de pêche <p>Envasement des ouvrages de retenue d'eau</p> <ul style="list-style-type: none"> -déforestation et érosion - risque de rupture du barrage |
| | Partie méridionale | 21670 | Vina-Nord Mbéré | | Les lacs (Bini et Dang) Zones marécageuses | |
| NIGER | Partie Septentrionale | 75000 | Bénoué | <p>Ensablement du lit du cours d'eau, réduction du débit des cours d'eau et assèchement des mayos due à :</p> <ul style="list-style-type: none"> -déforestation ; -érosion du bassin -construction des barrages. | Retenue d'eau de Lagdo | <p>Envasement du lac</p> <ul style="list-style-type: none"> -pression démographique - avancée du front cotonnier et érosion <p>Pollution et Eutrophisation</p> |
| | | | Mayo Kébi | | Lacs (Kabia, Fianga, Léré, Tikem) | |
| | | | Faro | | Vallés alluviales | |
| | Partie méridionale | 12900 | Donga Menchum | | | <p>les lacs (Nyos, Oku, Awing, Batie, Wum, Benokuma et Bambalang)</p> |

| | | | | | |
|------------------------|--------|--|---|---|--|
| Sanaga | 135000 | Sanaga | Ensablement du lit du cours d'eau, réduction du débit et modification des régimes des cours d'eau -déforestation ; -érosion du bassin -plusieurs barrages. Eutrophisation Pollutions diverses | - les lacs (Monoun, Tison, Ossa, Forongain, Baleng, Tchoua, Pêt-Ponoun, Mbalang et le lac municipal de Dschang) - les barrages réservoirs (Mbakaou, Bmendjing et Mape) | |
| Congo | 93000 | Kadéï Dja Boumba | Ensablement du lit du cours d'eau, réduction du débit des cours d'eau et assèchement des mayos due à : -déforestation ; -érosion du bassin. | Vallées et bas fonds des petits cours d'eau | |
| Fleuves Côtiers | 116000 | Cross River Akwa Yafe Ndian Moko Meme Sanje Ndongo Ombe River Mungo Dibamba Wouri Nyong Lokoundjé Lobe Kienke Ntem | Ensablement du lit du cours d'eau, réduction du débit des cours d'eau et assèchement des mayos : -déforestation ; -érosion du bassin. | les lacs Ejagham, Bene, Manengouba, Edib, Dissoni, Barombi Mbo, Mami, Barombi-Koto, Bwando | Lacs volcaniques |
| | | | Eutrophisation Pollutions - urbanisation ; -industrialisation ; -pression démographique | La vallée du Nyong le lac de la Méfou, le lac municipal de Yaoundé, le lac d'Ebolowa | Eutrophisation Pollutions |

Annexe 2 : Menaces et différents acteurs dans les mangroves au Cameroun

| Nom du site | Coordonnées géographiques | Statut du site | Les grandes menaces | Sources de menaces | Actions de conservation |
|-------------------------|---|-----------------------|---|---|--------------------------------|
| Embouchure de la Sanaga | N03°38.342 E009°59.318 | Réserve de faune | Urbanisation Agriculture Coupe de bois de chauffe Pêche non réglementée Braconnage Exploitation pétrolière | ALUCAM SAFACAM SOCAPALM | Projet d'aménagement en cours |
| Presqu'îles de Manoka | N03°44.875 E009°39.394 à N03°52.102 E009°37.232 | Réserve de faune | Urbanisation Coupe de bois de chauffe Démographie Exploitation pétrolière Braconnage | PORT DOUALA RAFFINERIES SAVONNERIES | Projet d'aménagement en cours |
| Embouchure Ntem | N02°293.50 E009°866.74 à N02°376.56 E009°825.71 | Parc National | Urbanisation Agriculture Démographie Pêche non réglementée Braconnage Exploitation forestière Tourisme | FORESTERIES CAMPO | Projet d'aménagement en cours |
| Ebodjé | N02°543.18 E009°824.29 à N02°720.89 E009°863.84 | Parc National | Urbanisation Agriculture Démographie Pêche Braconnage Exploitation pétrolière Tourisme | | Projet d'aménagement en cours |
| Embouchure Lobé | N02°875.72 E009°899.68 | Pas de statut | Urbanisation Pollutions diverses Tourisme Pêche Braconnage Terminal pétrolier | PIPELINE PLATE FORME EBOME | Pas d'action |

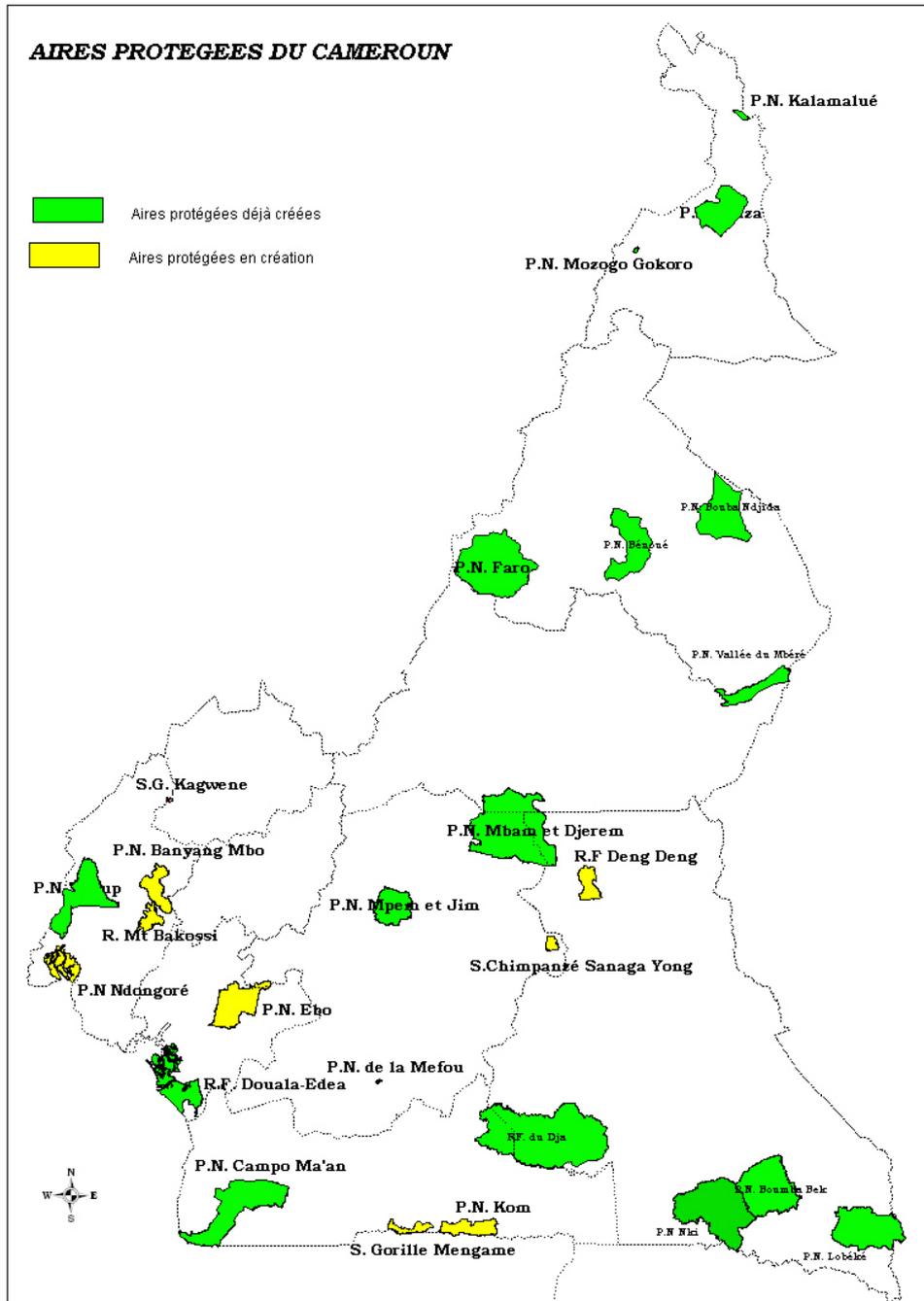
| | | | | | |
|----------------|---|--|--|--|----------------------------|
| Baie Wouri | N04°145.50 E009°547.63 à N04°002.28 E009°849.16 | | Urbanisation Pollutions diverses Tourisme Pêche Braconnage Coupe de bois de chauffe Extraction du sable agriculture | PORT DE DOUALA SAVONNERIERS RAFFINERIES SCIERIES BRASSERIES | Réserve bois des singes |
| Baie de Biafra | N04°068.85 E009°376.56 à N04°218.26 E009°985.51 | Pas de statut mais abrite un zoo (botanic garden) | Urbanisation Pollutions diverses Tourisme Pêche Braconnage Feux de brousse Eruption volcanique Raffinerie de pétrole Agriculture Coupe de bois de chauffe | RAFFINERIES CDC | Zoo |
| Rio Del Rey | N04°431.82 E008°877.54 à N04°456.54 E008°898.84 | | Exploitation pétrolière Coupe de bois de chauffe Agro-industrie Braconnage Pêche intensive | | |
| Lac Ossa | N03°45-03°52 E009°48-10°40 | Réserve de faune | Agro-industrie Braconnage Pêche intensive Urbanisation Agriculture paysanne Coupe de bois de chauffe | SAFACAM PLANTECAM | Réserve de faune |

Annexe 3 : Répartition des principaux biomes et autres occupations du sol au Cameroun

| Formations végétales et occupation du territoire | % | Superficie (km²) |
|---|---------------|------------------------------------|
| Forêt dense humide sempervirente (forêt atlantique) | 11,37 | 54 000 |
| Mangrove | 0,48 | 2 300 |
| Cordons littoraux (fourrés) | 0,14 | 650 |
| Forêt congolaise | 21,05 | 100 000 |
| Forêts semi-caducifoliées | 8,42 | 40 000 |
| Forêts afro-montagnardes | 0,95 | 4 500 |
| Formations saxicoles | 0,62 | 2 945 |
| Forêts dégradées et galeries forestières | 7,97 | 37 875 |
| Raphiales et forêts marécageuses | 0,65 | 3 100 |
| Savanes boisées, arborées, arbustives et herbeuses | 33,30 | 158 185 |
| Steppes sahélo-soudanaises | 2,32 | 11 000 |
| Prairies aquatiques et zones inondables | 3,40 | 16 150 |
| Cultures (estimation) | 8,67 | 41 000 |
| Lacs et cours d'eau | 9,62 | 2 935 |
| Agglomérations urbaines et rurales | 0,04 | 160 |
| TOTAL | 100,00 | 475 000 |

Source: Letouzey (1985), FAO/PNUE (1976), Gartland (1989) *In* Fomete Nembot T. & Natchou Z. (1998).

Annexe 4 : Carte des principales aires protégées au Cameroun



Annexe 5 : Caractéristiques de quelques aires protégées du Cameroun

| Nom | Superficie (km ²) | Statut UICN | Type d'Aire Protégée (AP) | Caractéristiques |
|----------------|--------------------------------|-------------|--|---|
| Bénoué | 1.800,0 | II | PN, RB (1981) | Savane boisée |
| Bouba Ndjidah | 2.200,0 | II | PN | Savane boisée |
| Campo-Ma'an | 2.640,6 | II | PN | Forêts, milieux aquatiques continentaux |
| Faro | 3.300 | II | PN | Savane boisée |
| Kalamaloué | 45 | II | PN | Végétation herbeuse |
| Korup | 1.259 | II | PN | Forêts |
| Mbam et Djérem | 4 165,10 | II | PN | Forêts, végétation herbeuse |
| Mozogo-Gokoro | 14 | II | PN | Végétation herbeuse |
| Waza | 1.700 | II | PN, RB (1979) | Steppe, végétation herbeuse. |
| Dja | 2.260 | IV | RF, PM (1987), RB (1981) | Forêts |
| Douala-Edéa | 1.600 | IV | RF | Forêts, plages, lac. |
| Kalfou | 40 | IV | RF | |
| Kimbi | 56,3 | IV | Kimbi River : RF | Végétation herbeuse, forêts. |
| Mbi | 3,7 | IV | Mbi Crater : RF | Forêts |
| Nanga-Eboko | 160 | IV | RF | Dégradé |
| Ossa | - | IV | Lac Ossa : RF, terre + lac = 40 km ² | Ecosystèmes terrestres très perturbés, lac. |
| Sanaga | - | IV | RF | Dégradé |
| Oku | 114 | AP | Mount Kilum-Ijim : APF | Forêts, végétation herbeuse, lac. |
| Kupe | 23 | RFo | Mount Kupe : RFo, 3,0 km ² Manehas : RFo, 20,0 km ² | Forêts |
| Bakossi | 55,2 | RFo | | Forêts |
| Bambuko | 266,8 | RFo | | Forêts |
| Ejagham | 748,5 | RFo | | Forêts |
| Ma'an | 990 | RFo | | Forêts |
| Mawne | 538,7 | RFo | | Mawne River : forêts |
| Mayo Louti | 15 | RFo | | Végétation herbeuse |
| Mokoko | 90,7 | RFo | | Mokoko River : forêts |
| Nta Ali | 315 | RFo | | Forêts |
| Rumpi | 443 | RFo | | Rumpi Hills : forêts |
| Santchou | 70 | RFo | | Très dégradée, forêts |
| Takamanda | 676 | RFo | | Forêts |

D'après Doumenge *et al.* (2001) :

Les catégories I à VI sont celles préconisées par l'UICN (Dudley, Stolton, 1998). Les autres appellations sont spécifiques aux pays.

- I** aires protégées gérées essentiellement pour la science et la protection d'écosystèmes dans leur état naturel : réserves naturelles intégrales (RI) et réserves scientifiques (RS)
- II** aires protégées gérées essentiellement pour la protection des écosystèmes et le tourisme : parcs nationaux (PN)
- III** aires protégées gérées essentiellement pour la conservation de caractéristiques naturelles spécifiques : monuments naturels (MN)
- IV** aires protégées gérées essentiellement pour la conservation par une gestion active : réserves naturelles (RN), réserves de faune (RF), sanctuaires de faune (SF), aires d'exploitation rationnelle de la faune (AERF ; relèvent en partie des catégories IV et VI)
- V** aires protégées gérées essentiellement pour la conservation de paysages terrestres et marins et des activités de loisir : paysages protégés
- VI** aires protégées gérées essentiellement pour l'utilisation durable des écosystèmes naturels : domaines de chasse (DC), AERF, réserves présidentielles (RPS)
- RFo** réserves forestières (RFo) considérées comme ayant une vocation de protection de la biodiversité
- AP** aires protégées sans statut particulier (AP), réserves provisoires (RP), arrêtés préfectoraux (APF)
- non précisé ou non pertinent
- PM** sites du patrimoine mondial
- SR** site Ramsar
- RB** réserve de la biosphère

Annexe 6 : Importance et statuts des aires protégées existantes, proposées et sites critiques par zones écologiques

| Zones écologiques | Aires Protégées, A.P. proposées et Site Critiques | Statut actuel | Statut UICN | Superficie (ha) | Superficie totale par zone écologique | Importance biologique | Niveau d'importance |
|--|---|---------------|-------------|-----------------|---------------------------------------|-----------------------|---------------------|
| Mangrove | Ndongore | - | II | 140 000 | | Très élevée | International |
| | Douala-Edea | RFaune | IV/VI | 160 000 | | Elevée | national |
| | Lac Ossa | RFaune | IV | 4 300 | | Importante | International |
| | | | | | 304 300 | | |
| Forêt littorale et milieu marin | Campo Ma'an | PN | II | 260 000 | | Très élevée | International |
| | Campo Marine | - | II | | | Elevée | National |
| | | | | | 260 000 | | |
| Forêt tropicale humide | Korup | PN | II | 125 900 | | Très élevée | International |
| Cross river | Korup extention ouest | - | | 84 000 | | Très élevée | |
| | Takamanda | RForêt | Ib | 62 000 | | Très élevée | International |
| | Mawne | RForêt | Ib | 45 600 | | Très élevée | National |
| | Nta Ali | RForêt | VI | 31 500 | | Elevée | National |
| | Rumpi Hills | RForêt | VI | 44 300 | | Très élevée | National |
| | | | | | 393 300 | | |
| Forêt tropicale humide de moyenne altitude | Mt Koupe | - | Ib | 4 300 | | Très élevée | National |
| | Monts Bakossi | - | Ib | 36 000 | | Très élevée | International |
| | Banyang Mbo | Sanc. | IV | 69 000 | | Elevée | Local |
| | | | | | 109 300 | | |
| Mt Cameroun | Etindi | - | II | 18 600 | | Très élevée | International |
| | Wo'ongé | - | II | 8 000 | | Très élevée | International |
| | Mekongé | - | II | 2 500 | | Elevée | National |
| | Mangrove de Mabeta | - | VI | 15 000 | | Elevée | Local |
| | | | | | 44 100 | | |
| Nlonako | Santchou | RFaune | VI | 6 900 | | Importante | Local |
| | Mont Nlonako | RF | VI | 64 400 | | Très élevée | National |
| | Mont Manengouba | - | Ib | 8 800 | | Très élevée | International |
| | Ebo | | IV | 142 300 | | Très élevée | National |
| | | | | | 222 400 | | |
| Forêt sèche de Montagne | Mont Oku | - | Ib | 20 000 | | Très élevée | National |
| | Kimbi River GR | RFaune | VI | 5 200 | | Importante | Local |
| | Mbi Crater | RFaune | VI | 400 | | Elevée | Local |
| | Tchabal Mbabo | - | V | | | Très élevée | International |
| | | | | | 25 600 | | |
| Forêt congolaise | Dja | RFaune | II | 526 000 | | Très élevée | International |
| | Sanctuaire de gorilles deMengame | - | IV | 122 368 | | Elevée | National |
| | Nki | - | II | 309 362 | | Très élevée | International |
| | Boumba Bek | - | Ib | 238 255 | | Elevée | National |
| | Lobeke | PN | II | 217 854 | | Très élevée | International |
| | ZICs Lobeke & BB (10) | ZIC | VI | 1 056 380 | | Elevée | Local |
| | ZICGC Lobeke (3) | ZICGC | | | | important | Local |
| | ZICGC Boumba (6) | ZICGC | | | | | Local |

| | | | | | | | |
|--------------------------------|------------------|--------|--------|-----------|------------------|---------------|----------------|
| | | | | | 2 470 219 | | |
| Foret de transition | Vallee de Mbere | - | ?? | 77 760 | | Elevée | Local |
| | Mbam et Djerem | PN | II | 425 000 | | Très élevée | International |
| | ZIC Likini | - | VI | 75 000 | | importante | Local |
| | Lom Pangar | - | IV | 250 000 | | importante | national |
| | Deng Deng | RForêt | IV | 50 000 | | Elevée | national |
| | Mpem et Djim | - | ?? | 95 000 | | importante | Local |
| | | | | | 972 760 | | |
| Savane et steppe | Lac Tchad | - | Ramsar | | | Importante | International |
| | Waza | PN | II | 170 000 | | Très Elevée | International |
| | Logone | - | Ramsar | | | Importante | International |
| | Kalamaloue | PN | VI | 4 500 | | Importante | Local |
| | | | | | 174 500 | | |
| Forêt sèche de Montagne/savane | Mozogo-Gokoro | PN | V | 14 000 | | importante | Local |
| | | | | | | 14 000 | |
| Savane soudanienne | Bouba Ndjidah | PN | II | 220 000 | | Très élevée | International |
| | Benoue | PN | II | 180 000 | | Très élevée | International |
| | ZICs Savanes | ZIC | VI | 2 305 736 | | Elevée | Local/national |
| | Faro | PN | II/VI | 340 000 | | Elevée | National |
| | ZICGC Faro (2) | ZIC | | | | Important | Local |
| | ZICGC Benoue (2) | ZIC-Co | VI | | | Important | Local |
| | | | | | 3 045 736 | | |
| Lacs de cratère | Barombi Mbo | - | Ia | 415 | | Importante | International |
| | Bermin | | Ia | | | Importante | International |
| | Edib | | Ia | | | Importante | International |
| | Nyos | | III | | | Importante | National |
| | Benakuma | - | III | | | Importante | National |

| | | | |
|--|-----------------|------------|--|
| Superficie totale des AP, APP et Sites Critiques (ha) | | 8 036 630 | |
| Superficie du territoire national (ha) | | 47 500 000 | |
| | | | |
| % du territoire national sous aménagement pour la conservation | | 16,92 | |
| Importance biologique | Superficie (ha) | % | |
| Très élevée | 3 112 416 | 38,73 | |
| Elevée | 4 468 899 | 55,61 | |
| Importante | 455 315 | 5,67 | |
| Totale | 8 036 630 | 100 | |

Annexe 7 : Transports particuliers et taux d'érosion mécanique dans les différents bassins hydrographiques du Cameroun

| Bassins Hydrographiques | Sous bassins versants | Concentrations moyennes de MES (mg/l) | Taux d'érosion mécanique (T/km ² /an) | Auteurs |
|--|-----------------------|---------------------------------------|--|-----------------------|
| Lac Tchad (zone sahélienne) | Mayo-Tsanaga à Bogo | 2500 | 222 | Liéno (2009) |
| Niger | - | - | - | - |
| Sanaga (zone de contact forêt-savane) | Lom à Bétaré-Oya | 50 | 33,5 | Kamgang (2004) |
| | Mbam à Ebebda | 142 | 85 | Kpoumié (2007) |
| | Mbam à Ebebda | 152 | 98 | Ndam Ngoupayou (1997) |
| | Sanaga à Ebebda | 49 | 15 | Kpoumié (2007) |
| | Sanaga à Ebebda | 42 | 18 | Ndam Ngoupayou (1997) |
| | Sanaga à Songmbengue | 96 | 37,5 | Kpoumié (2007) |
| Congo (zone forestière) | Kadeï | 33,5 | 9 | Sigha Nkamdjou (1993) |
| | Dja à Moloundou | 35,2 | 11,8 | |
| | Boumba | 42,3 | 15,5 | |
| | Ngoko à Moloundou | 31,6 | 12,7 | |
| Fleuves côtiers (zone forestière dégradée) | Mungo à Mundamé | 46,4 | 17 | Mboussop (2003) |
| | Nyong à Mbalmayo | 12,6 | 3,88 | Ouafo Mendo (2006) |
| | Nyong à Olama | 14,36 | 4,97 | Kohoun Nfockgo (2005) |
| | So'o à Pont So'o | 19,85 | 8,44 | |
| | Mfoundi à Yaoundé* | 117 | 193,8 | Guemou Tchado (2007) |
| | Mefou à Nsimalen | 26,5 | 16,85 | Apouamoun (2006) |
| | Kienké à Kribi | 26 | 19,6 | Tamonken (2003) |
| | Ntem à Ngoazik | 13,2 | 7,93 | Ouafo Mendo (2006) |

MES : Matières Eléments en Suspension ; * : zone forestière très anthropisée.

Annexe 8 : Taux de sédimentation dans quelques barrages au Cameroun

| Noms des barrages | Capacités (×10 ⁹ m ³) | Volume annuel de sédiment (×10 ³ m ³) | Taux de sédimentation (% de capacité) | Sédimentation après une période de 50 ans (%) |
|-------------------|--|--|---------------------------------------|---|
| Mbakaou | 2,6 | 606 | 0,02 | 1,0 |
| Maga | 0,6 | 218 | 0,04 | 2,0 |
| Bamendjing | 1,8 | 876 | 0,05 | 2,5 |

Source : Sigha Nkamdjou et al (2002) in Fonteh (2003)

Annexe 9 : Analyses physiques et chimiques des effluents des plantations industrielles des régions côtières du Cameroun

| Paramètres | Concentrations dans les effluents | Limites recommandées par le MINMEE | Ecart par rapport à la limite maximale |
|-------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|--|
| Température (°c) | 30 | 30 | - |
| pH | 12,2 | 5,5-8,5 | 43,5 |
| Matières en Suspension (mg/l) | 34 | 30,0 | 13,3 |
| COD (mg/l) | 3400 | 120,0 | 2,733 |
| DBO ₅ (mg/l) | 180 | 30,0 | 500 |
| Hydrocarbure total (mg/l) | 10,2 | 5,0 | 34 |
| Fer (mg/l) | 6,7 | 5,0 | 34 |
| Chrome (mg/l) | 8,6 | 0,5 | 1,620 |
| Zinc (mg/l) | 0,2 | 0,1 | 100 |
| Plomb (mg/l) | 0,3 | 0,1 | 200 |
| Manganèse (mg/l) | 0,048 | 0,1 | - |
| Nitrate (mg/l) | - | 0,5 | - |
| Phosphates (mg/l) | 8,1 | 50 | - |
| Oxygène dissous (mg/l) | 6,9 | - | - |

Source : Fonteh, (2003) modifié

Annexe 10 : Polluants rejetés des principales industries de la zone côtière du Cameroun en 1996

| Villes | Industries | Produits | Production par an | DBO5 (mg/l) | MES (mg/l) | Huiles et autres matières grasses (mg/l) | DCO (mg/l) |
|-----------------|-------------------------------------|-----------------------------|-------------------|-------------|------------|--|------------|
| Douala | CCC | Savons | 18000 T/an | 40860 | 69660 | 4860 | 102060 |
| | | Detergents | 2000 T/an | 134 | 134 | 134 | 660 |
| | CICAM | Tissus | 3500000 m | 119018 | 304500 | | 1480500 |
| | ENA | Assiettes en aluminium | 1800 T/an | | 2268 | | |
| | SABC | Bières | 65000000 L | 66300 | 307450 | | 728000 |
| | | Boissons non alcoolisées | 25000000 L | 78750 | 108250 | | 197500 |
| | CHOCOCAM | Transformation du cacao | 7000 T/an | | | | |
| | | Pâtisseries | | 45000 | | | |
| | SAPARCA | Parfums et lait de toilette | 2000 T/an | | | | |
| | SAPCAM | Peintures et chaux | 175000 T/an | 232750 | 350000 | | 582750 |
| | UCB | Boissons | 12000000 L | 37800 | 51960 | | 94500 |
| | PILCAM | Piles | 1500000 | 9360 | 2340000 | | 23400 |
| | SCPL | Produits laitiers | 250000 L | 125 | 338 | | 563 |
| SYNTHECAM | Fibres synthétiques | 1500000 m ² | 5100 | 13050 | | 63450 | |
| SOCAFRUIT | Conservation des végétaux | 5000 | 25650 | 21650 | | 64125 | |
| Limbe | Industries de fabrication du papier | Papiers | 3000 | 56010 | 120000 | | 140025 |
| Idenau/ Mondoni | CDC | Huiles de palme | 13000 | 289900 | 253500 | 182000 | 724750 |
| | | Huiles de palmistes | 5000 | 111500 | 97500 | 70000 | 278750 |
| Tiko | CDC | Caoutchouc | 2000 | 4540 | 7340 | 1866 | 91340 |
| Edéa | ALUCAM | Aluminium | 5000 | | 500000 | | |

Source: MINEF, (1995) in Fonteh (2003) modifié

Annexe 11 : Caractéristiques physicochimiques des effluents des brasseries SABC et SOFAVINC à Yaoundé

a) SABC de Yaoundé (Société Anonyme des Brasseries du Cameroun)

| Paramètres | Eaux usées (centre de production) | Eaux usées (bains de laveurs des bouteilles) | Norme Coca Cola | Norme Française | Norme Nigériane | Norme Sénégalaise |
|-------------------------|-----------------------------------|--|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| T (°C) | 26,4 | 50,64 | < 5°C | < 30°C | < 40°C | 30°C |
| pH | 11,7 | 10,59 | 6 - 9 | > 6 | 6 - 9 | 6 - 9 |
| MES (mg/l) | 101 | 139 | < 50 | < 50 | 30 | 40 |
| Turbidité (NTU) | 188 | 68 | - | - | - | - |
| STD (mg/l) | 3 831 | 543 | < 2000 | Non définie | 2000 | Non définie |
| DCO (mg/l) | 1 300 | 2 132 | < 150 | < 200 | 100 | 200 |
| DBO ₅ (mg/l) | 936 | 841 | < 50 | < 50 | 50 | 50 |

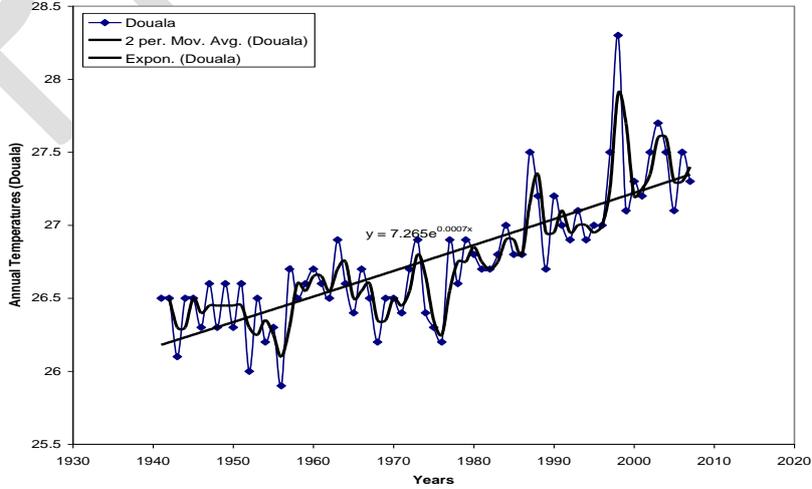
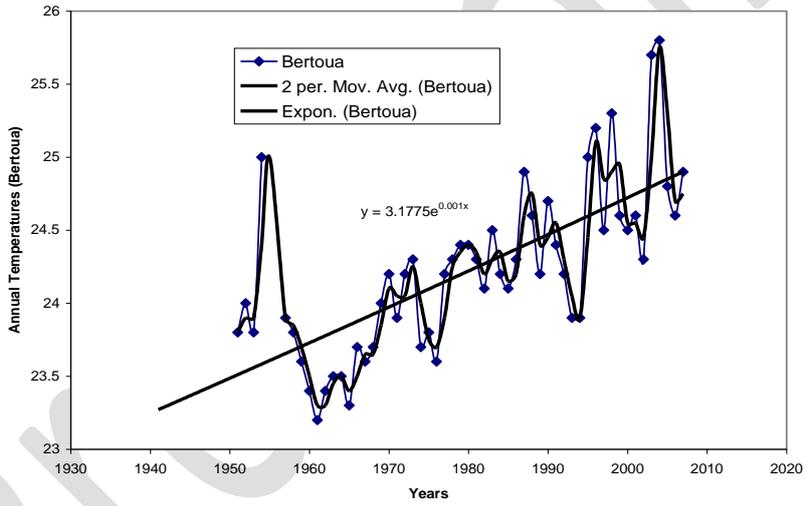
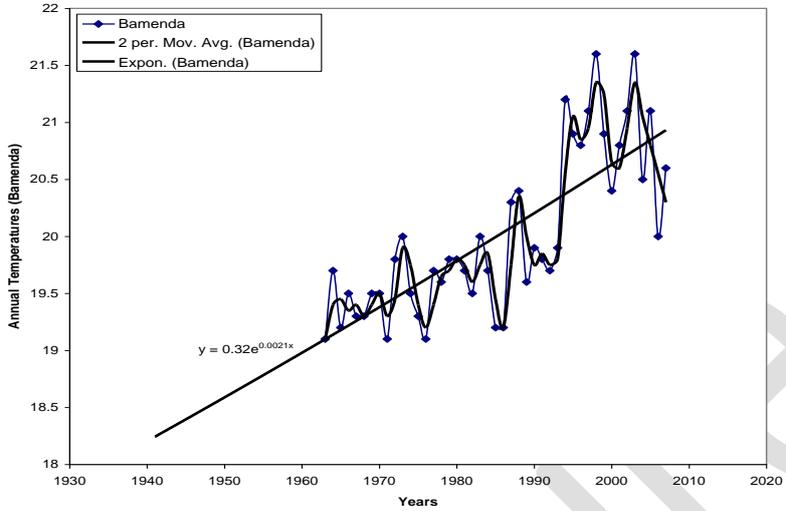
Source : Gbetnkom (2009)

b) SOFAVINC de Yaoundé (Société de Fabrication du Vin au Cameroun)

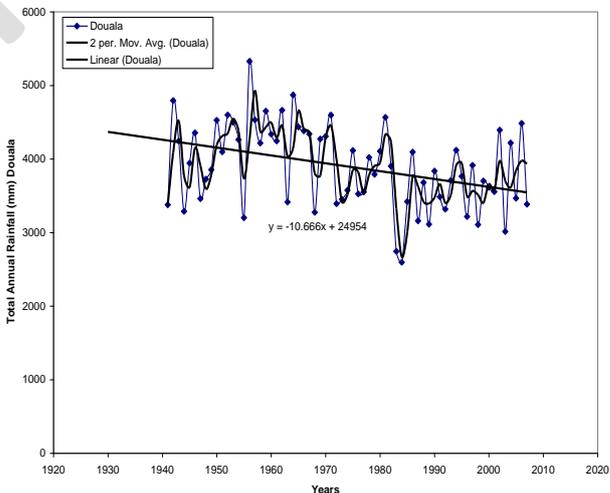
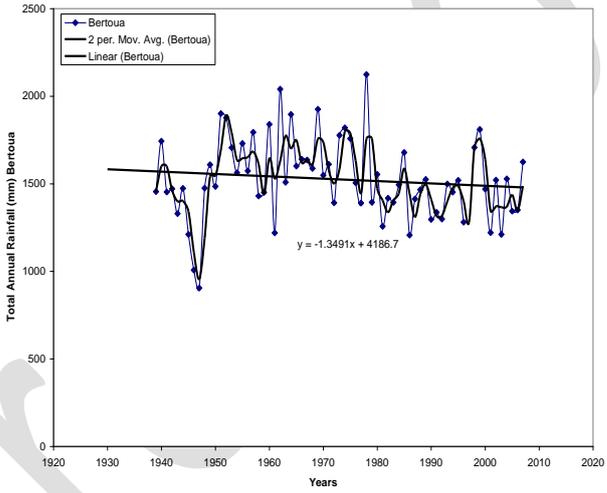
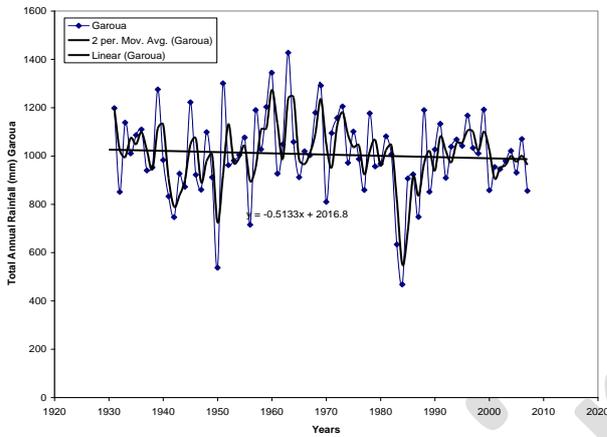
| Paramètres | Eaux usées de la SOFAVINC | Norme Coca Cola | Norme Française | Norme Nigériane | Norme Sénégalaise |
|-------------------------|---------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| DCO (mg/l) | 2 830 | < 150 | < 200 | 100 | 200 |
| DBO ₅ (mg/l) | 1 500 | < 50 | < 50 | 50 | 50 |
| Turbidité (NTU) | 170 | - | - | - | - |
| MES (mg/l) | 97,5 | < 50 | < 50 | 30 | 40 |
| Indice de phénol | 122,75 | - | - | - | - |

Source : Ambadiang, 2006 (modifié)

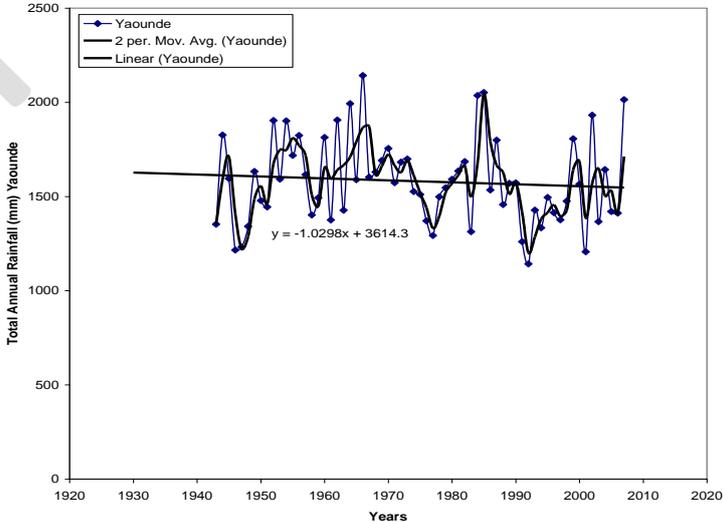
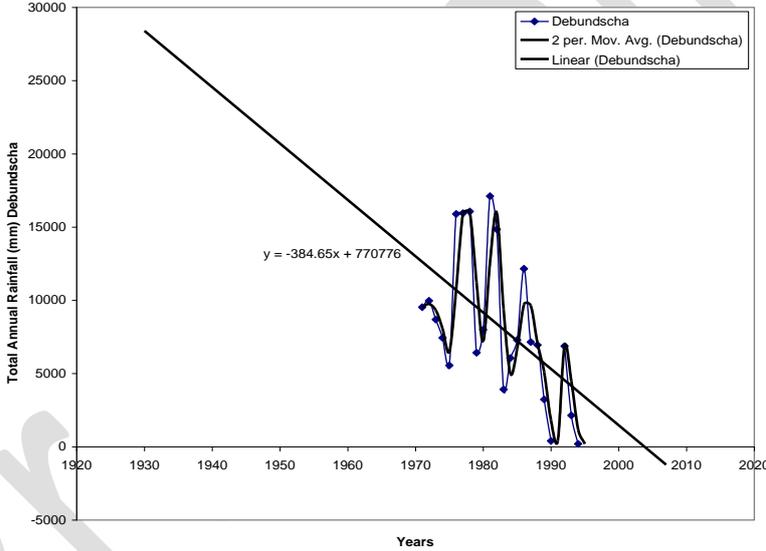
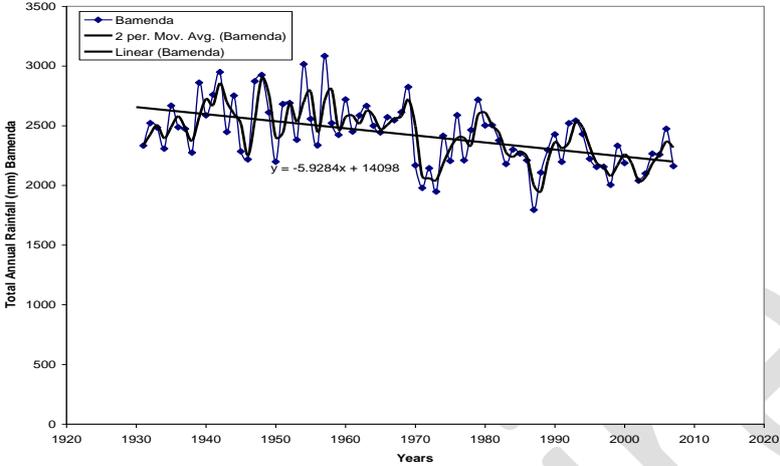
Annexe 12 : Augmentation des températures dans quelques régions du Cameroun (Bamenda ; Bertoua et Douala)



Annexe 13 : Variations des précipitations dans quelques régions du Cameroun (Garoua ; Bertoua et Douala)

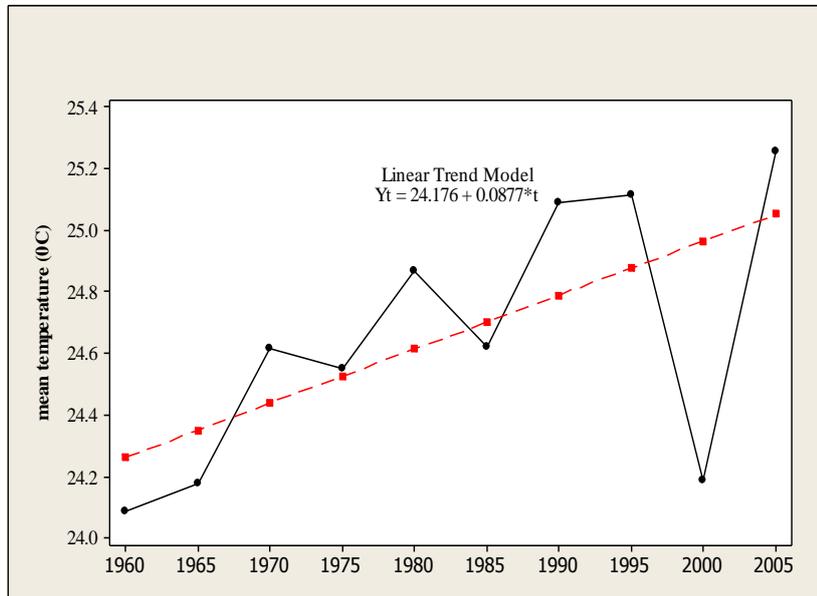


Annexe 13 (suite) : Variations des précipitations dans quelques régions du Cameroun (Bamenda ; Debundscha et Yaoundé)

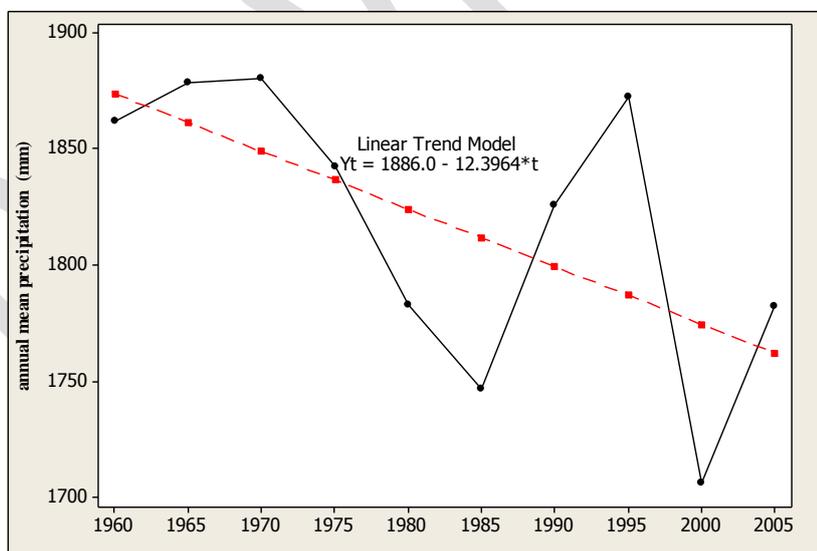


Annexe 14 : Variations des températures moyennes et des précipitations moyennes annuelles dans le bassin versant de la Sanaga entre 1960 et 2006

a) Températures moyennes dans le bassin de la Sanaga (1960 – 2005)



b) Précipitations annuelles dans le bassin de la Sanaga (1960 – 2005)



Source : Ayonghe (2001) ; Ayonghe (2009), communication personnelle in JERSIC, 2009,

Annexe 15 : Problèmes identifiés dans les bassins versants par la méthode MERQURE

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 insatisfaite | Qualité eaux souterraines insuffisante | 4 | | | 1 | 4 | 2 | 11 | 0 | | 0 | 1 | 1 | 2 | | 1 | 2 | 2 |

C- 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 |