

**Banque Mondiale
Programme des Nations Unies
pour le Développement
Banque Africaine de Développement
Ministère Français de la Coopération**

Evaluation Hydrologique de l'Afrique Sub-Saharienne Pays de l'Afrique de l'Ouest

Rapport de Pays : G A B O N

Juillet 1992

**Mott MacDonald
International
Cambridge, UK**

**BCEOM
Montpellier
France**

**SOGREAH
Grenoble
France**

**ORSTOM
Montpellier
France**

PREAMBULE

Cette étude constitue la troisième tranche de l'évaluation hydrologique régionale de l'Afrique Sub-Saharienne financée par le PNUD (Projet RAF/87/030), la Banque Africaine de Développement et le Fonds d'Aide et de Coopération de la République Française . L'Etude a porté sur 23 pays de l'Afrique de l'Ouest et a débuté en septembre 1990. Les pays furent visités par les membres de l'équipe d'étude entre novembre 1990 et novembre 1991. Le temps global consacré à chaque pays a été de six semaines en moyenne, dont la moitié au bureau des consultants. Dans 17 pays, ces derniers ont été introduits par le CIEH. L'étude a été organisée de manière à ce que les évaluations soient réalisées par le personnel de MOTT MacDonald International, du BCEOM, de SOGREAH, de l'ORSTOM et de plusieurs consultants nationaux. Dès le début, une attention toute particulière a été portée à la cohérence de l'approche et à l'homogénéité de l'évaluation.

Le but du projet consistait à évaluer l'état des systèmes de collecte de données hydrologiques existants, et à formuler des recommandations nécessaires à leur amélioration, de manière à assister les pays dans l'établissement ou l'amélioration de bases de données hydrologiques fiables en vue de leur permettre une meilleure planification des programmes et projets d'aménagement des ressources en eaux superficielles et souterraines. Le but était donc d'identifier les domaines où l'aide internationale serait nécessaire et de développer ces recommandations dans des propositions de projets sous une forme convenant aux bailleurs de fonds.

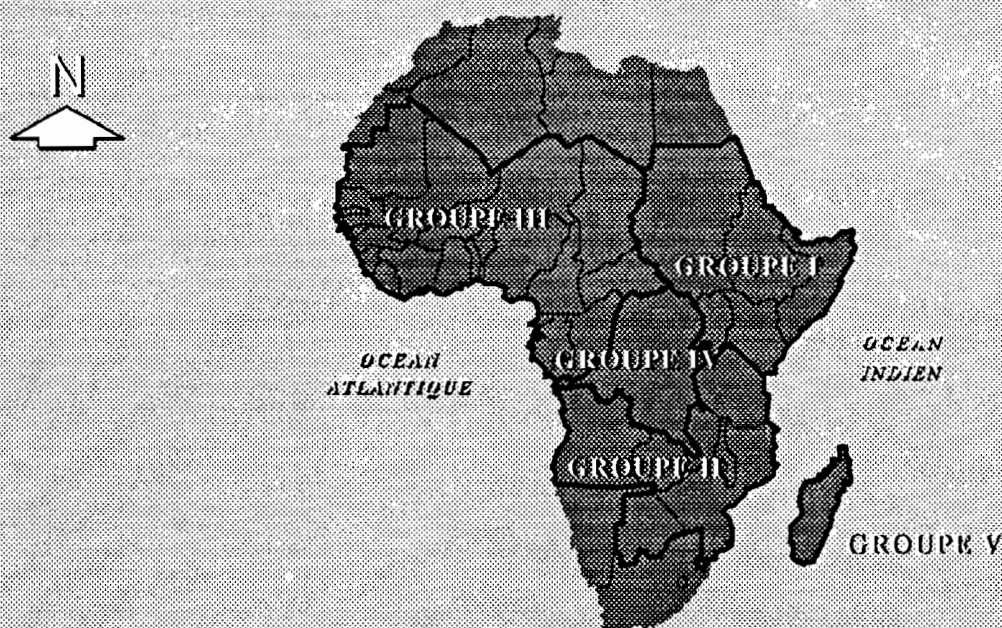
Les évaluations nationales, recommandations et propositions de projets identifiées ont fait l'objet de rapports nationaux. Un rapport régional complète les rapports par pays sur les aspects de l'étude qui nécessitent une approche au niveau de la région ou d'un grand bassin. Il résume également les caractéristiques communes des évaluations nationales et inclut des propositions de projets pour les activités qui couvrent tout ou partie de la région.

Ce rapport national est basé sur l'information obtenue et les documents collectés lors d'une mission au Gabon début Juillet 1991.

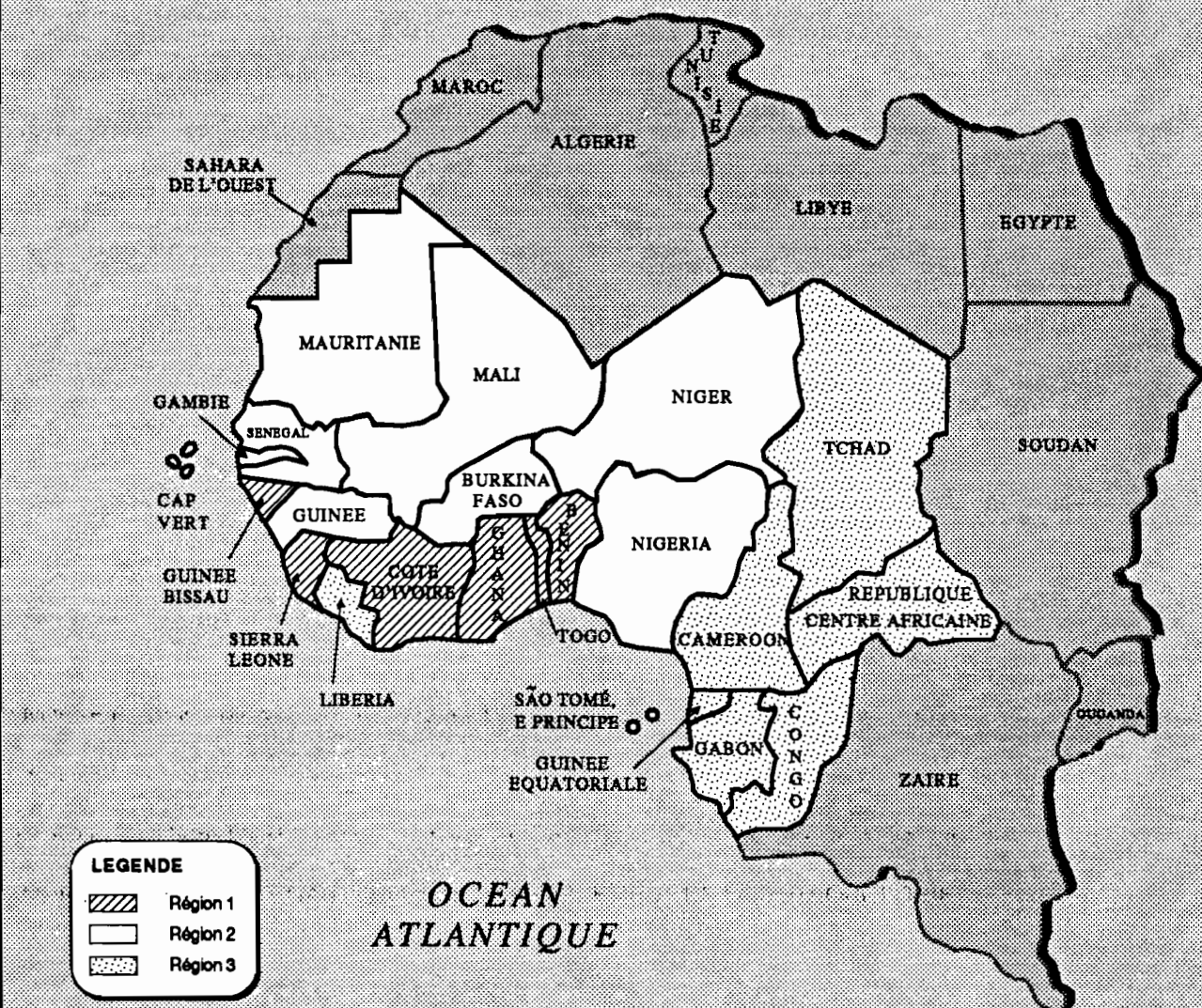
Ces consultations ont été effectuées du 3 au 17 Juillet 91 pour l'ORSTOM et du 8 au 26 Juillet 1991 pour le BCEOM.

Nous souhaitons insister particulièrement sur l'aide précieuse apportée par des personnalités trop nombreuses pour être citées, et qui nous ont aidé à mener à bien cette évaluation.

Evaluation Hydrologique de l'Afrique Sub-Saharienne



Pays de l'Afrique de l'Ouest - Groupe III



SOMMAIRE

CHAPITRE 1 : DONNEES GENERALES	1-1
1.1 Introduction géographique et relief	1-1
1.1.1 Formes du Relief	1-1
1.1.2 Structures du Relief	1-3
1.2 Population	1-4
1.3 Santé	1-6
1.4 Education	1-7
1.5 Economie	1-8
1.6 Climat	1-9
1.6.1 Généralités	1-9
1.6.2 Grandes zones climatiques	1-11
1.6.3 Eléments climatiques (autres que précipitations)	1-16
1.6.4 Pluviométrie	1-25
1.7 Géologie	1-43
1.8 Hydrologie	1-49
1.8.1 Régionalisation du Bilan Hydrologique interannuel	1-50
1.8.2 Grands fleuves gabonais	1-57
1.9 Hydrogéologie	1-66
1.9.1 Contexte de l'approvisionnement en eau au Gabon	1-66
1.9.2 Caractéristiques hydrogéologiques des formations aquifères du territoire gabonais	1-67
 CHAPITRE 2 : MOBILISATION DES RESSOURCES	 2-1
2.1 Ressources en eau	2-1
2.1.1 Ressources en eaux superficielles	2-1
2.1.2 Ressources en eaux souterraines	2-2
2.2 Aménagements existants	2-13
2.2.1 Utilisation actuelle des eaux de surface	2-13
2.2.2 Utilisation actuelle des eaux souterraines	2-15
2.3 Besoins en eau	2-19
2.3.1 Alimentation des populations en eau domestique	2-19
2.3.2 Demande en eau pour l'agriculture	2-22
 CHAPITRE 3 : CLIMAT	 3-1
3.1 Organisation et gestion	3-1
3.1.1 Service Météorologique	3-1
3.1.2 Autres Organisations	3-4
3.1.3 Personnel et Formation	3-7
3.1.4 Budget	3-8
3.2 Données climatologiques	3-9
3.2.1 Réseau synoptique et agrométéorologique	3-10
3.2.2 Equipement	3-12
3.2.3 Entretien et soutien	3-14
3.2.4 Traitement des données synoptiques	3-14
3.2.5 Disponibilité des données	3-15
3.3 Données pluviométriques	3-17
3.1.1 Réseau pluviométrique	3-17
3.3.2 Equipement	3-23
3.3.3 Entretien et soutien sur le terrain	3-23
3.3.4 Traitement des données	3-23
3.3.5 Qualité des données	3-24
3.3.6 Disponibilité des données pluviométriques	3-40

CHAPITRE 4 : EAUX SUPERFICIELLES	4-1
4.1 Organisation et gestion	4-1
4.1.1 Service Hydrologique	4-1
4.1.2 Autres Organisations	4-3
4.1.3 Personnel et Formation	4-3
4.1.4 Budget	4-5
4.2 Données hydrologiques	4-6
4.2.1 Réseau HYDROMétrique	4-6
4.2.2 Conditions d'étalonnages	4-17
4.2.3 Equipements	4-18
4.2.4 Entretien et soutien sur le terrain	4-19
4.2.5 Traitement des données	4-20
4.2.6 Existence et qualité des données	4-21
4.2.7 Disponibilité des données	4-50
4.3 Transport solide et qualité des eaux	4-50
CHAPITRE 5 : EAUX SOUTERRAINES	5-1
5.1 Structures Institutionnelles	5-1
5.1.1 Organisation et gestion nationales	5-1
5.1.2 Assistances techniques	5-13
5.2 Documents cartographiques	5-13
5.2.1 Documents disponibles	5-13
5.2.2 Archivage et diffusion	5-15
5.2.3 Qualité des données	5-15
5.2.4 Lacunes et insuffisances	5-16
5.3 Données Hydrogéologiques - Caractéristiques Géologiques et Géométriques du Système Aquifère	5-16
5.3.1 Collecte des données et traitement	5-16
5.3.2 Archivage et diffusion	5-22
5.3.3 Qualité des données	5-22
5.3.4 Lacunes et insuffisances	5-23
5.4 Géophysique	5-23
5.4.1 Contexte d'exécution	5-23
5.4.2 Organisation des campagnes et interprétation	5-23
5.4.3 Archivage et diffusion	5-24
5.4.4 Qualité des données	5-24
5.4.5 Lacunes et insuffisances	5-25
5.5 Données sur la qualité des eaux	5-25
5.5.1 Campagne de mesures, collecte et traitement	5-25
5.5.2 Archivage et diffusion	5-26
5.5.3 Qualité des données	5-26
5.5.4 Lacunes et insuffisances	5-27
5.6 Archivage informatique	5-27
5.6.1 Matériel et logiciels disponibles	5-27
5.6.2 Traitements informatiques des données	5-27
CHAPITRE 6 : EXPERTISE ET EVALUATION	6-1
6.1 Besoins en données	6-1
6.1.1 Besoins en données concernant les eaux de surface	6-1
6.1.2 Besoins concernant les eaux souterraines	6-3
6.2 Diagnostic en pluviométrie	6-5
6.2.1 Evaluation générale	6-5
6.2.2 Situation actuelle	6-7
6.2.3 Besoins à venir	6-8

6.3 Diagnostic en climatologie	6-9
6.3.1 Evaluation générale	6-9
6.3.2 Situation actuelle	6-10
6.3.3 Besoins à venir	6-11
6.4 Diagnostic pour les eaux de surface	6-12
6.4.1 Evaluation générale	6-12
6.4.2 Situation actuelle	6-16
6.4.3 Besoins à venir	6-17
6.5 Diagnostic en hydrogéologie	6-18

CHAPITRE 7 : RECOMMANDATIONS 7-1

7.1 Description du niveau de changement nécessaire	7-1
7.2 Pluviométrie et climat	7-2
7.2.1 Structure	7-2
7.2.2 Réseaux	7-3
7.2.3 Données	7-7
7.3 Eaux superficielles :Recommandations	7-8
7.3.1 Structure gestionnaire	7-8
7.3.2 Réseaux	7-9
7.3.3 Données	7-12
7.4 Eaux souterraines	7-14
7.4.1 Structures organisationnelles	7-14
7.4.2 Taille et densité du réseau	7-15
7.4.3 Personnel	7-15
7.4.4 Equipement	7-15
7.4.5 Entretien	7-16
7.5 Récapitulatif des projets	7-16

LISTE DES ANNEXES 7-17

ANNEXE A : TERMES DE REFERENCES SPECIFIQUES AU GABON

ANNEXE B : DOCUMENTS DE PROJET

- B1 : Assistance Technique et Institutionnelle dans le domaine de l'Hydrogéologie, auprès de la Direction Générale de l'Energie et des Ressources Hydrauliques
- B2 : Traitements et Interprétations détaillées, dans les domaines des Ressources Naturelles, des données de Radar Aéroporté disponibles
- B3 : Modernisation du réseau pluviométrique et climatologique
- B4 : Informatisation de la banque de données pluviographiques de la DMN
- B5 : Réhabilitation du Réseau d'observatoires Hydrologiques des Rivières du Gabon
- B6 : Atlas des relations Pluies/Débits au Gabon

ANNEXE C : BIBLIOGRAPHIE

ANNEXE D : TABLEAUX RECAPITULATIFS DE LA CARTOGRAPHIE DU GABON

ANNEXE E : DOCUMENTS HYDROGEOLOGIQUES - EXEMPLES DE FICHES-TYPES

ANNEXE F : DEBITS JOURNALIERS A LAMBARENE POUR LA DECENNIE 1980

ANNEXE G : INVENTAIRES DES STATIONS HYDROMETRIQUES DU RESEAU HISTORIQUE

ANNEXE H : LE PROJET GAB/89/004 DE RENFORCEMENT DE LA METEOROLOGIE

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.2-1 : Estimations de la population par province (1991)	1-5
Tableau 1.2-2 : Taux d'accroissement naturel de la population	1-5
Tableau 1.2-3 : Evolution du taux de natalité	1-5
Tableau 1.2-4 : Evolution du taux de mortalité au Gabon	1-6
Tableau 1.5-1 : Valeurs ajoutées, origines du PIB pour quelques secteurs d'activités ; Montant du PIB total annuel (milliards de francs CFA ou % du PIB)	1-10
Tableau 1.6-1 : Moyennes mensuelles interannuelles des températures journalières en degrés C°	1-18
Tableau 1.6-2 : Variations moyennes mensuelles de l'humidité relative en %	1-19
Tableau 1.6-3 : Rayonnement global à Libreville - Aviation en joules/cm ³	1-20
Tableau 1.6-4 : Comparaison des résultats de l'E.T.P d'après Penman et Turc	1-24
Tableau 1.6-5 : Evapotranspiration potentielle en mm/mois (Formule de Turc) d'après Lemoine et Prat	1-24
Tableau 1.6-6 : Caractéristiques des pluies annuelles en mm sur la zone côtière et précôtère nord	1-28
Tableau 1.6-7 : Pluviométries annuelles calculées pour diverses fréquences (en mm), selon la loi de Gauss	1-29
Tableau 1.6-8 : Caractéristiques des précipitations annuelles homogénéisées de la région nord-est, en mm (période 1951-1980)	1-29
Tableau 1.6-9 : Pluviométries annuelles de diverses fréquences sur la région nord-est, en mm.	1-30
Tableau 1.6-10 : Pluviométries annuelles caractéristiques de la région sud-est	1-30
Tableau 1.6-11 : Pluviométries annuelles calculées pour diverses fréquences (en mm) selon la loi de Gauss.	1-31
Tableau 1.6-12 : Pluviométries annuelles caractéristiques de la région centre-sud	1-31
Tableau 1.6-13 : Pluviométries annuelles de diverses fréquences, calculées selon la loi de Gauss (en mm).	1-32
Tableau 1.6-14 : Caractéristiques des précipitations annuelles homogénéisées en mm. Région côtière sud	1-32
Tableau 1.6-15 : Pluviométries annuelles de diverses fréquences, calculées selon la loi de Gauss (en mm).	1-33
Tableau 1.6-16 : Répartition et caractéristiques des précipitations mensuelles	1-39
Tableau 1.6-17 : Nombre moyen annuel de jours de pluies (1951-1980)	1-42
Tableau 1.6-18 : Précipitations maximales journalières enregistrées aux stations synoptiques	1-42
Tableau 1.6-19 : Précipitations maximales journalières enregistrées aux postes pluviométriques	1-43
Tableau 1.7-1 : Bassin sédimentaire côtier du Gabon : Données stratigraphiques	1-46 à 1-47
Tableau 1.7-2 : Formations du socle Précambrien : Données stratigraphiques	1-48
Tableau 1.8-1 : Bassins versants et zones climatiques régionales	1-51
Tableau 1.8-2 : Dynamique de l'eau à l'échelle des versants. Définition des unités phyto- géomorphologiques	1-53
Tableau 1.8-3 : Estimation du déficit annuel d'écoulement (mm/1 000 km ²) sur bassin versant gabonais	1-56
Tableau 1.8-4 : Apports sur l'année hydrologique au Gabon	1-58
Tableau 1.8-5 : Débits des rivières du Gabon. Moyenne des Maximas, Modules, Minima	1-59
Tableau 1.8-6 : Grands fleuves gabonais	1-60
Tableau 1.8-7 : Débits mensuels interannuels, à quelques stations du réseau gabonais sur l'année hydrologique, depuis le 1 septembre	1-64 à 1-65
Tableau 2.2-1 : Potentiel hydroélectrique au Gabon	2-14
Tableau 2.2-2 : Répartition par province des travaux d'hydraulique villageoise	2-17
Tableau 2.3-1 : Besoins journaliers de pointe (et prévisions) pour Libreville	2-19
Tableau 2.3-2 : Evolution de la Production annuelle d'eau (en millions de m ³ par an)	2-20
Tableau 3.2-1 : Observations pluviométriques avant 1915	3-10
Tableau 3.2-2 : Liste des stations synoptiques du Gabon	3-11
Tableau 3.2-3 : Liste des stations agrométéorologiques du Gabon	3-12
Tableau 3.3-1 : Liste des stations pluviométriques	3-19 à 3-21

Tableau 3.3-2 : Liste des stations pluviométriques supplémentaires	3-22
Tableau 3.3-3 : Inventaire du fichier pluviométrique journalier du début des observations à 1980 compris	3-25 à 3-27
Tableau 3.3-4 : Pourcentages d'années complètes par décennies	3-28
Tableau 3.3-5 : Inventaire des totaux annuels utilisés pour la critique	3-31 à 3-33
Tableau 3.3-6 : Vecteur de la région n°1 MITZIC - BITAM - MEKAMBO	3-34
Tableau 3.3-7 : Critique de la station de BITAM avec MVR	3-35
Tableau 3.3-8 : Critique de la station d'OYEM avec MVR	3-36
Tableau 3.3-9 : Critique de la station de MITZIC avec MVR	3-37
Tableau 3.3-10 : Décompte des anomalies aux stations du réseau pluviométrique	3-39
Tableau 4.1-1 : Service Hydraulique	4-4
Tableau 4.1-2 : Eléments du budget	4-5
Tableau 4.2-1 : Inventaire des stations HYDROMétries gérées par SEEG, décennie 1980/1989	4-10
Tableau 4.2-2 : Evolution du nombre de stations hydrométriques ayant fourni des observations à SEHYDRO, décennie 80/89	4-10
Tableau 4.2-3 : Inventaire des stations hydrométriques du Service Hydrologique, opérationnelles sur au moins partie de la décennie 1980/1989. (1/2)	4-11 à 4-12
Tableau 4.2-4 : Inventaire des hauteurs d'eau (banque HYDROM) 1/3	4-13 à 4-15
Tableau 4.2-5 : Observations mensuelles/stations parvenues au Service Hydrologique depuis 1989	4-16
Tableau 4.2-6 : Inventaire des jaugeages (banque sous HYDROM) 1/5	4-23 à 4-27
Tableau 4.2-7 : Inventaire des étalonnages (banque sous HYDROM) 1/2	4-28 à 4-29
Tableau 4.2-8 : Inventaire des débits instantanés (banque sous HYDROM)	4-30
Tableau 4.2-9 : Les débits de la décennie 80 aux stations principales : Lambaréné, Makokou, Fougamou (sorties HYDROM) 1/2	4-45 à 4-46
Tableau 4.2-10 : Les débits de la décennie 80 sur le Ntem, à Ebomane et Ngoazik (station du Cameroun), aux marges nord du Gabon	4-47
Tableau 4.2-11a : Les débits de la décennie 80 aux marges sud-ouest, aux stations de Moulla et Tchibanga	4-48
Tableau 4.2-11b : Les débits de la décennie 80 aux marges sud-est, aux stations de Lendendoungou et Akieni	5-49
Tableau 6.2-1 : Densités des réseaux pluviométriques et climatologiques	6-7
Tableau 6.3-1 : Besoins en personnel pour la collecte de données météorologiques	6-10
Tableau 6.4-1 : Eléments d'évaluation générale de la qualité de l'exploitation des stations principales du réseau HYDROMétrie gabonais	6-13
Tableau 7.5-1 : Récapitulatif des projets	7-16

LISTE DES FIGURES

Figure 1.1-1 : Esquisse du relief	1-2
Figure 1.6-1 : Carte de la République du Gabon	1-27
Figure 1.6-2 : Carte de la République du Gabon. Isoyète moyenne annuelle (mm)	1-34
Figure 1.6-3 : Evolution de la pluviosité	1-36
Figure 1.6-4 : Pluies mensuelles moyennes du Nord-Est au Sud-Est à quelques stations	1-37
Figure 1.7-1 : Carte géologique et géologique simplifiée du Gabon	1-44 à 1-45
Figure 1.8-1 : Facteurs de l'écoulement : unités phyto-géomorphologiques	1-54
Figure 1.8-2 : Représentation comparative des débits mensuels à cinq stations hydrométriques sur les grands fleuves gabonais (échelle x 6 pour les débits à Lambaréné)	1-61
Figure 1.8-3 : Comparaison des apports, de l'amont à l'aval, pour trois tronçons du système de l'Ogooué (échelle des débits x 6 pour Booué et Lambaréné)	1-63
Figure 2.1-1 : Représentation des débits annuels des rivières	2-3
Figure 2.1-2 : Fleuves et rivières du Gabon	2-4
Figure 2.1-3 : Distribution des débits spécifiques par province et par formation	2-6
Figure 2.1-4 : Distribution des débits spécifiques par province et par formation	2-6
Figure 2.1-5 : Distribution des débits spécifiques par province et par formation	2-7
Figure 2.1-6 : Distribution des débits spécifiques par province et par formation	2-7

Figure 2.1-7 : Distribution des débits spécifiques moyens par formation géologique	2-8
Figure 3.3-1 : Organigramme de la Direction de la Météorologie Nationale du Gabon	3-3
Figure 3.3-2 : Réseau des stations pluviométriques du Gabon	3-18
Figure 3.3-3 : Réseaux des stations pluviométriques du Gabon	3-19
Figure 4.1-1 : Organigramme de la Direction Générale de l'Energie et des Ressources Hydrauliques	4-2
Figure 4.2-1 : Le réseau d'observation des eaux de surface . Stations hydrométriques durant la décennie 1980	4-7
Figure 4.2-2a : Histogramme du nombre d'années d'observations sur les 41 stations principales du réseau hydrométrique	4-31
Figure 4.2-2b : Histogramme du nombre d'années à jaugeage pour chacune des 41 stations principales du réseau hydrométrique gabonais	4-32
Figure 4.2-2c : Histogramme du nombre de jaugeage par station pour les 41 stations principales du réseau hydrométrique	4-33
Figure 4.2-3 : Etalonnage à Lambaréné, Fougamou, Makokou	4-34
Figure 4.2-4 : Répartition des cotes et débits jaugés à trois stations du bassin de l'Ogooué	4-35
Figure 4.2-5 : Etalonnage à Ebomane, Lendendoungou, Mouila	4-36
Figure 4.2-6 : Observations limnimétriques à Lambaréné, période 83/86, originales d'après l'observateur	4-38
Figure 4.2-7 : Observations limnimétriques à Lambaréné, période 86/89, originales d'après l'observateur	4-39
Figure 4.2-8 : Observations à Lambaréné, après principales corrections, pour les années 84/85, 87/88, 88/89	4-40
Figure 4.2-9 : Crue de l'année 88/89 dans le bassin de l'Ogooué	4-41
Figure 4.2-10 : Crue de l'année 89/90 dans le bassin de l'Ogooué; cohérence amont-aval entre la date et la valeur des maxima de novembre 90	4-42
Figure 4.2-11 : Propagation de la crue de novembre 1989 dans le bief de la Ngounié à Fougamou	4-43
Figure 5.1-1 : Services compétents dans le domaine des eaux souterraines, au sein du Ministère des Mines, de l'Energie et des Ressources Hydrauliques	5-3
Figure 5.1-2 : Organigramme de la Direction Générale des Etudes et Laboratoires	5-6
Figure 5.1-3 : Organigramme de la Société d'Energie et d'Eau du Gabon	5-11
Figure 5.3-1 : Nombre de forages villageois réalisés dans la Ngounié	5-18
Figure 5.3-2 : Nombre de forages villageois réalisés dans l'Ogooué-Lolo	5-18
Figure 5.3-3 : Nombre de forages villageois réalisés dans l'Ogooué-Ivindo	5-19
Figure 5.3-4 : Nombre de forages villageois réalisés dans le moyen Ogooué et l'Ogooué maritime	5-19
Figure 5.3-5 : Nombre de forages villageois réalisés dans l'estuaire	5-20
Figure 5.3-6 : Nombre de forages villageois réalisés dans le Woleu Ntem	5-20
Figure 5.3-7 : Distribution des forages par formation géologique	5-21
Figure 6.4-1 : Histogrammes et diagramme éléments d'évaluation sur la qualité du suivi pour les 41 stations étalonnées du réseau hydrométrique gabonais	6-14

ABREVIATIONS

Organismes internationaux

BAD :	Banque Africaine de Développement
BRGM :	Bureau de Recherches Géologiques et Minières
CCCE :	Caisse Centrale de Coopération Economique
CEFIGRE :	Centre d'Etude et de Formation International pour la Gestion des Ressources en Eau
CIEH :	Comité Interafricain d'Etudes Hydrauliques
DCTD :	Département des Nations Unies de la Coopération Technique pour le Développement
EDF	Electricité De France
FAC :	Fond d'Aide et de Coopération
FENU :	Fonds d'Equipement des Etats Unis
FMI :	Fond Monétaire International
MMERH :	Ministère des Mines, de l'Energie et des Ressources Hydrauliques
OCTRA :	Office du Chemin de Fer Transgabonnais
OUA :	Organisation de l'Unité Africaine
PHI :	Programme Hydrologique International de l'UNESCO
PNUD :	Programme des Nations Unies pour le Développement
SEEG :	Société d'Energie et d'Eau du Gabon
UNICEF :	Fonds des Nations Unies pour l'Enfance
ASECNA :	Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne
CIAM :	Centre d'Introduction d'Adaptation et de Multiplication du Matériel Végétal, Vivrier, Fruitier et Maraîcher

Organismes nationaux

MMERH :	Ministère des Mines, de l'Energie et des Ressources Hydrauliques
DGERH :	Direction Générale de l'Energie et des Ressources Hydrauliques
DGMG :	Direction Générale des Mines et de la Géologie
DGEL :	Direction Générale des Etudes et Laboratoires
DGEEHRD :	Direction Générale de l'Exploration et Exploitation des Hydrocarbures, du Raffinage et de la Distribution
MAEER :	Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de l'Economie Rurale
MDCDM :	Ministère des Domaines, du Cadastre et du Droit de la Mer
INC :	Institut National de la Cartographie
SEEG :	Société d'Energie et d'Eau du Gabon
OCTRA :	Office du Chemin de Fer Transgabonnais

CHAPITRE 1

DONNEES GENERALES

1.1 Introduction géographique et relief (d'après l'Atlas du Gabon)

Logé dans le golfe de Guinée, à cheval sur l'équateur, constitué à plus de 75% par le bassin versant de l'Ogooué, recouvert sur près de 85% de sa superficie par la forêt équatoriale, le Gabon s'étend sur la façade occidentale d'un continent dépourvu à cet endroit de relief susceptible de gêner la circulation atmosphérique : le pays est relativement plat et ouvert sur l'océan atlantique par un bassin sédimentaire côtier de 20 à 300 km de largeur et de 800 km de long.

Le Gabon est séparé de ses voisins par des frontières souvent artificielles déjà fixées au moment de son indépendance le 17 août 1960, après quelques variations suivant les péripéties et nécessités de la colonisation : frontières du nord à la suite des traités France-Allemagne (1908), France-Espagne (1900), limites est et sud avec le Congo, définies dans le cadre de l'Afrique Equatoriale Française.

Le territoire ainsi délimité couvre une superficie de 267 667 km², comparable à celle de pays africains comme le Sénégal, la Guinée, l'Ouganda. Cet espace recèle des richesses naturelles importantes : pétroles et mines, hydro-énergie, forêts. Sa population, d'une densité proche de 4 habitants/km², par contre, le fait plutôt comparer à des déserts tels le Sahara Occidental où la Lybie.

La cartographie du Gabon au 1/200 000 progresse avec lenteur, car les prises de vues aériennes sont gênées par la couverture nuageuse quasi permanente : de nombreuses tâches blanches subsistent et les vérifications font apparaître des erreurs sur les cartes anciennes. Le tracé des quatre isohypses (200, 400, 600, 800 m.), proposé par la carte de l'Atlas du Gabon n'est qu'estimatif et la représentation jointe également. (Figure 1.1-1)

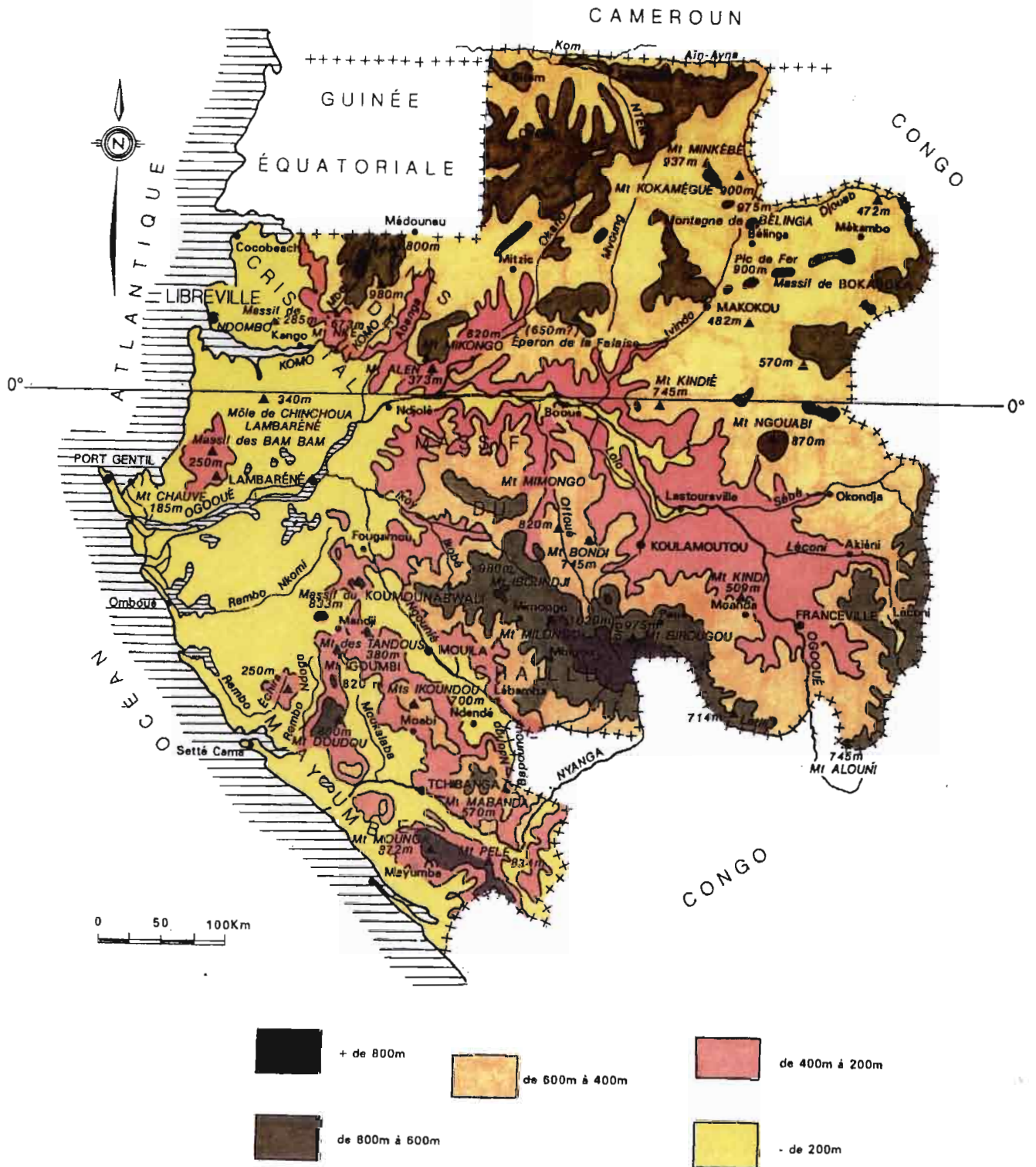
1.1.1 Formes du relief

Comme beaucoup de pays du domaine équatorial africain, le Gabon est surtout un pays de collines et de plateaux cachés par une épaisse végétation forestière, alors que la topographie est rarement plate et que plusieurs massifs vigoureux atteignent près de 1000 mètres.

1.1.1.1 Montagnes

Malgré leur altitude peu élevée, certains ensembles présentent des pentes très fortes, et méritent ainsi leur nom de montagne. C'est le cas des Monts de Cristal, sur le rebord occidental des plateaux du Ntem Ivindo, qui dominent de 800 m la plaine de la Noya. De même le massif de l'Ikondou, au dessus des plaines de la Nyanga et de la Ngounié.

Figure 1.1-1 : Esquisse du relief



Dessiné par JP-DEBUICHE

1.1.1.2 Plateaux et collines

Paysage typique du nord-est, les plateaux sont souvent fortement entaillés par les cours d'eau, qui forment les mailles d'un réseau de collines. Le fond des vallées est plat et marécageux.

1.1.1.3 Plaines et dépressions

Les plaines sont souvent associées à des formations de savanes : plaines de la Ngounié, de la Lopé, de la Nyanga.

Le bassin sédimentaire côtier, ensemble de collines, de plateaux de faible altitude et de dépressions, ne peut être assimilé à une plaine mais il contient, avec le delta de l'Ogooué et la région des lacs, la plaine la plus remarquable du Gabon.

1.1.2 Structures du relief

Les reliefs s'organisent en trois ensembles structuraux liés à la géologie.

1.1.2.1 Reliefs du vieux socle

De vastes régions de plateaux monotones du vieux bouclier arasé s'opposent à quelques massifs de montagnes.

Les surfaces du nord-est, dans le Woleu Ntem et l'Ogooué Lolo, s'organisent en plates formes étagées : plateau septentrional vers 650 m dans la région de Minvoul; plateau plus vaste et moins élevé, 450-500 m, de la majeure partie du bassin de l'Ivindo, avec quelques crêtes culminant à près de 1000 m. (Mts de Bélinga et de Boka Boka). Certaines parties de cet ensemble sont très planes, comme les marécages des rivières Djadié et Djoua ou encore démantelées par l'érosion.

Le massif du Chaillu culmine par des tables sédimentaires aux monts Iboundji (980m.) et Mimongo (860 m).

Le massif du Mayombe a une forme linéaire depuis la frontière congolaise jusqu'à Lambaréné. A Koumounanwali, il domine la plaine de la Ngounié de 750 m.

Les Monts de Cristal sont entaillés de vallées profondes. (vallée de Tchimbélé).

Les Monts de Ndjolé et de l'Ikoy montrent un relief compartimenté.

1.1.2.2 Reliefs des vieux bassins sédimentaires

Au Sud-ouest, les plaines de la Ngounié et de la Nyanga s'opposent au massif de l'Ikoundou. Celui-ci a été peu entaillé par les grandes vallées. Les plaines karstiques, elles, offrent de petites ondulations avec de rares cours d'eau, des étangs et de petits chaînons.

Les bassins de Franceville et d'Okondja présentent à la fois des plateaux (Okouma) limités par des escarpements et des dépressions moutonnantes de collines.

Le bassin de Booué, en dehors des entablements du pourtour, est un ensemble d'une grande monotonie où les lourdes collines sont séparées par des vallées encaissées.

1.1.2.3 Reliefs des bassins sédimentaires récents

Les plateaux Batékés présentent leurs surfaces ondulées sableuses autour de Léconi mais ils sont plus accidentés au Sud où l'altitude atteint 830 m. Les cours d'eau ont disséqué les plateaux.

Le bassin côtier a une topographie très variée, avec des plaines, des plateaux et des crêtes : celle des grès de Ndombo culmine à 240 m. environ, avec un profil de versant de cuesta et un revers à pente plus douce. Le plateau de Wonga Wongué est démantelé par l'érosion des petits fleuves côtiers.

Le relief de Libreville est celui d'un vieux plateau démantelé qui a donné lieu à un système de petites crêtes à flancs convexes. Quelques collines plus hautes dominent la ville (Mont Bouet : 126 m.).

La côte est plate, avec au sud de l'Ogooué de grands ensembles de cordons littoraux qui délimitent de vastes lagunes. Au nord du grand fleuve, les estuaires sont calfeutrés de vase et envahis par la mangrove.

Le littoral est rocheux juste au nord de Libreville : cap Santa Clara et cap Esterias.

1.2 Population

Compte tenu de la superficie du territoire (267 000 km²), la population gabonaise est peu importante, au plus de l'ordre du million d'habitants en 1990, y compris les communautés étrangères qui y sont légalement établies (Cf tableau 1.2-1). Les statistiques officielles "remaniées" comptabilisent par contre une population de 1 350 000 habitants en 1990.

La densité moyenne de population reste inférieure à 5 - voire plus vraisemblablement 4 - habitants au km².

Le contrôle de l'immigration n'y étant pas effectif, on estime qu'environ 150 000 personnes de l'Afrique de l'Ouest sont installées sur le territoire, notamment dans les centres urbains.

L'ampleur des migrations internes est à noter. En 1980, 39,1 % des Gabonais vivaient en zones urbaines ; en 1990, 52,7 % sont répertoriés en zones urbaines, dont 52 % concentrés à Libreville (22,5 % de la population totale). La population rurale ne représente donc plus actuellement que moins de 50 % de la population nationale, contre environ 70 % il y a 15 ans.

La relative rapidité de multiplication actuelle de la population gabonaise représente un contraste significatif par rapport au rythme de croissance antérieure, régulièrement faible en raison de facteurs d'hypo-fécondité, notamment féminine (stérilité), impliquant un nombre des naissances restreint (Cf tableau 1.2-2 et 1.2-3). Pour la période 1985-1990, le nombre moyen d'enfants par femme est de 4,5.

Tableau 1.2-1 : Estimations de la population par Province (1991)

VILLES PRINCIPALES ET PROVINCES	Nombre d'habitants
Libreville	250 000
Reste du département de l'Estuaire	40 000
Port Gentil	50 000
Reste du département de l'Ogooué Maritime	40 000
Franceville	20 000
Reste du département du Haut Ogooué	40 000
Oyem	20 000
Reste du département du Woleu N'Tem	130 000
Makokou	9 000
Reste du département de l'Ogooué Ivindo	20 000
Mouila	18 000
Reste du département de la N'Gounié	50 000
Koulamoutou	12 000
Reste du département de l'Ogooué-Lolo	45 000
Lambaréné	13 000
Reste du département du Moyen Ogooué	25 000
Tchibanga	12 000
Reste du département de la Nyanga	55 000
Population Totale	850 000

Tableau 1.2-2 : Taux d'accroissement naturel de la population.

Période	Taux
1960-1961	0.5 %
1976	1,3 %
1980-1985	1.6 %
1985-1990	2,0 %

Tableau 1.2-3 - Evolution du taux de natalité

Période	Taux
1960-1961	35,0 ‰
1976	32,0 ‰
1980-1985	35,9 ‰

La croissance actuelle résulterait largement de la baisse du taux brut de mortalité et de l'influence de la migration internationale sur la croissance (par les effectifs des adultes et leur taux de fécondité).

De 1960 à 1990 on observe à la fois une régression du taux brut de mortalité et du taux de mortalité infantile, et une augmentation de la durée moyenne de vie (Cf tableau 1.2-4).

Tableau 1.2-4 : Evolution du taux de mortalité au Gabon

Période	Taux brut de mortalité	Taux de mortalité infantile pour 1000 naissances
1960-1965	30 °/∞	229
1965-1970	26 °/∞	143
1970-1975	20 °/∞	132
1975-1980	18 °/∞	109
1980-1985	17 °/∞	?
1985-1990	15 °/∞	99

L'espérance de vie est ainsi passée de 32 ans en 1960, à 51 ans en 1990.

Le taux de mortalité reste néanmoins anormalement élevé, pour un pays à ce niveau de P.I.B., dont les structures sanitaires et le niveau de vie sont très élevés.

1.3 Santé

La crise économique gabonaise provoque un certain effondrement des structures sanitaires développées au Gabon, pays d'Afrique ayant pu disposer d'une couverture médicale et hospitalière exceptionnellement étendue.

La diminution des budgets de fonctionnement et d'investissements des organismes publics et parapublics et la diminution parallèle des revenus individuels, affectent particulièrement le secteur de la santé : actuellement les services de base gratuits ne sont plus assurés contre le développement d'une médecine libérale et payante ; la médecine de "brousse" notamment, se dégrade rapidement faute de postes de médecins et d'outils opérationnels ; la répartition entre les médecins, pharmaciens et dentistes sur le territoire gabonais est très inégale avec une très forte concentration en zone urbaine ; les matériels et produits pharmaceutiques sont trop fréquemment détournés à des fins personnelles.

Il est certes difficile pour l'Etat - mais encore faudrait-il qu'il en ait la volonté - de débloquer les moyens financiers nécessaires à la mise en place d'une nouvelle politique de santé à long terme, visant à réduire les inégalités de la couverture sanitaire en infrastructures, équipements et personnels et à améliorer notamment la formation des personnels de santé et des médecins.

Parmi les objectifs du Ministère de la Santé, le Service des Grandes Endémies entreprend particulièrement :

- le développement d'une structure nationale de dépistage de la trypanosomiase humaine,
- la construction de petites unités d'hospitalisation pour myco-bactérioses,
- le dépistage et le traitement de la tuberculose,
- la promotion de l'hygiène publique dans les zones urbaines et les villages...

Les maladies d'origine hydrique sont prédominantes (choléra, typhoïde et paratyphoïde, maladies diarrhéiques, poliomyélite, amibiase.) ; d'autres maladies sont rattachables plus indirectement à "l'eau" telles que paludisme, bilharziose, filariose, ankylostomiase, parasitoses intestinales.. Les examens statistiques sanitaires des dernières années font apparaître des points positifs : depuis 20 ans, une unique épidémie de choléra a été recensée en 1988 à Libreville, les cas de typhoïde ont diminué de 42 % durant les 4 dernières années, les cas d'amibiases de 45 %.

Les impacts réels de la médecine sont difficiles à quantifier, car il existe des imbrications entre l'éducation sanitaire, l'aménagement du niveau de vie, les vaccinations..

A travers le programme d'investissements concernant l'eau potable en zone rurale, développé par le Ministère de l'Energie et des Ressources Hydrauliques ("Programme d'Hydraulique Villageoise"), le Ministère de la Santé renforce ses objectifs d'approvisionnement en eau saine de tous les villages; il reste à associer ces programmes techniques avec les campagnes d'éducation pour la santé.

1.4 Education

Les Etablissements du Supérieur fournissant au Gabon un enseignement à caractère scientifique sont les suivants :

- à Libreville, l'Université Omar Bongo (U.O.B.) avec plus de 2300 élèves inscrits, dont dépendent entre autres :

- . la Faculté de Droit et des Sciences Economiques (770 étudiants en 1987) ;
- . le Centre Universitaire des Sciences de la Santé (C.U.S.S.) avec 370 étudiants inscrits en 1987. Le nombre d'étudiants en Médecine au cours de l'année 1989-1990 étaient de 134 en 1ère année, et de 16 en 7ème année. La même année on notait la présence de 95 médecins-boursiers à l'étranger (France, Chine, Maroc, URSS, Sénégal...) ;
- . l'Institut National des Sciences de Gestion (INSG) présente 2 cycles de 3 et 5 ans (220 étudiants en 1987) ;
- . l'Ecole Normale Supérieure (E.N.S.) forme les professeurs de lycée (205 étudiants) ;
- . l'Ecole Normale Supérieure d'Enseignement Technique (ENSET) forme les professeurs des lycées techniques (90 étudiants) ;

- à Franceville, l'Université des Sciences et Techniques de Masuku (USTM), qui avait inscrit environ 400 étudiants en 1987, dont :

- . la Faculté des Sciences (175 étudiants environ) ;
- . l'Ecole Polytechnique de Masuku (E.P.M.) avec 30 étudiants dans le Cycle des Ingénieurs et des Techniques Supérieures et 180 étudiants dans le Cycle des Ingénieurs des Techniques.

Le nombre faible d'ingénieurs et de techniciens gabonais qui sortent des structures de formation, en comparaison avec l'importance des besoins recensés, ne laisse pas espérer à court terme un allègement des effectifs de l'Assistance Technique étrangère. Les secteurs productifs (Mines et Agriculture) restent les plus démunis.

1.5 Economie

La politique économique du Gabon est fortement influencée par les aléas de son secteur pétrolier. Après avoir connu une période particulièrement faste de 1974 à 1985, il a subi un effondrement dans la deuxième moitié des années 80, entraînant une grave crise économique et financière. Depuis 1987, appuyé par le F.M.I., l'état a lancé en conséquence une politique de restrictions à l'égard des dépenses publiques, tout en cherchant à relancer le secteur non pétrolier.

En effet, les secteurs considérés autrefois comme traditionnels (foresterie, agriculture) ont connu un déclin de leurs productions et de leurs exportations. L'agriculture ne parvient à satisfaire aujourd'hui que 10 à 15 % des besoins alimentaires du pays ; les terres cultivées représentent 0,5 % de la superficie totale du Gabon. Le secteur agriculture-élevage-pêche, qui couvrait 4,3 % du PIB en 1985, a finalement atteint 9,2 % en 1988 grâce aux investissements publics réalisés.

La hausse des importations, induites par les investissements découlant des revenus pétroliers, a progressé parallèlement à un rythme supérieur à celui des exportations.

La pression sur le marché du travail encourageait un exode rural massif (la population rurale est passée de 70 à 45 % de la population nationale en moins de 20 ans), ainsi que l'immigration de travailleurs venus des pays voisins.

Sous l'effet de cette tension et d'une série de hausses généralisées du salaire minimum fixé par l'état, la compétitivité de la plupart des secteurs de l'économie (secteurs exposés à la concurrence : agriculture et industrie manufacturière) a considérablement diminué. A l'opposé, le secteur protégé (services, administration, commerce, construction...) s'est développé. Actuellement, on note une pénurie généralisée de personnel qualifié à tous les niveaux, associée parfois à des effectifs pléthoriques.

L'investissement public a connu une expansion rapide et mal maîtrisée, entraînant une augmentation du rôle de l'état dans les administrations et les entreprises para-publiques. Or, suite à la période d'austérité

décrotée, le budget d'investissement de l'Etat est passé de 400 milliards de FCFA en 1985 à 70-75 milliards ces dernières années.

La population du Gabon bénéficie encore d'un revenu par tête de l'ordre de 4 500 US\$, le plus élevé du continent africain après la Libye (6 500 US\$) et avant l'Afrique du Sud (2 500 US\$), loin devant ses voisins immédiats (Congo : 950 US\$/hab., Guinée Equatoriale : 100 US\$/hab).

Le Produit Intérieur Brut illustre une très nette décélération depuis 1985 : 971,4 milliards de FCFA en 1988 comme autour des années 80, puis 1 232 milliards en 1990. La part du secteur informel dans le PIB, qui passe de 11,3 % en 1980 (40 % du secteur structuré) à 27,3 % en 1987 (75 % du secteur structuré), traduit l'existence de la crise économique actuelle. L'activité pétrolière occupe toujours une place prépondérante dans l'économie nationale, qui en est de ce fait très dépendante (en 1990, le pétrole a contribué pour 33 % à la formation du PIB contre 45 % en 1985, et pour 72 % contre 83 % aux recettes d'exportation).

La répartition du PIB par secteurs d'activités est reportée sur le tableau 1.5-1. Sous les rubriques "Pétrole" et "Industrie de transformation" s'entendent : l'exploitation pétrolière et la recherche d'une part ; l'industrie alimentaire, les boissons et tabacs, l'imprimerie, l'édition, la chimie, les matériaux de construction, les ouvrages en métaux et le textile d'autre part.

1.6 Climat *

1.6.1 Généralités

Le Gabon positionné entre les parallèles 2°20'N et 4°S, a un climat de type équatorial chaud humide sans écart notable de température. Mais il est soumis sur l'axe nord-sud à une variation progressive et continue. D'équatorial pur à deux saisons des pluies et deux saisons sèches alternées à la frontière camerounaise, il subit une tendance australe de plus en plus affirmée en se dirigeant vers le sud où elle devient dominante.

Seule la saison sèche de juin à septembre est bien marquée ; celle de décembre à janvier s'estompe avec des précipitations non négligeables.

Cette variation est due essentiellement à la position géographique du pays placé toute l'année au sud de l'équateur thermique et aux centres d'actions qui régissent les mouvements saisonniers d'air atmosphérique, établis de part et d'autre de la zone des basses pressions équatoriales.

Le climat gabonais résulte de l'interaction bien connue des quatre grandes masses d'air principales qui sont :

** Ce sous chapitre a été préparé à partir d'extraits de l'important travail réalisé par M. Jacques LERIQUE dans le cadre de la Monographie sur les Régimes du GABON. (à paraître)*

Tableau 1.5-1 : Valeurs ajoutées, origines du PIB pour quelques secteurs d'activités ; Montant du PIB total annuel.
(milliards de francs CFA ou % du PIB)

(milliards FCFA)	1985	1986	1987	1988
Pétrole	733,4	244,5	256,2	219,1
Agriculture, élevage et pêche	71,1	86,6	88,5	89,1
Exploit. forestière	15,5	22,7	22,0	22,3
Mines et carrières	53,0	51,1	42,5	42,9
Industrie du bois	9,0	12,2	10,7	9,7
Raffinage	14,2	11,8	24,9	26,3
Ind. de transform.	37,8	59,6	47,8	44,9
Electricité, Eau, Gaz.	26,2	26,4	29,8	29,3
B.T.P.	125,0	132,6	68,4	52,4
Commerce	106,5	117,2	83,1	80,9
Services	110,6	108,6	82,1	78,9
PIB TOTAL	1645,8	1201,0	1035,3	971,4
(en % du PIB)	1985	1986	1987	1988
Pétrole	44,6	20,4	24,7	22,6
Agriculture, élevage et pêche	4,3	7,2	8,5	9,2
Exploit. forestière	0,9	1,9	2,1	2,3
Mines et socarrières	3,2	4,3	4,1	4,4
Industrie du bois	0,5	1,0	1,0	1,0
Raffinage	0,9	1,0	2,4	2,7
Ind. de tansform.	2,3	5,0	4,6	4,6
Electricité, Eau, Gaz	1,6	2,2	2,9	3,0
B.T.P.	7,6	11,0	6,6	5,4
Commerce	6,5	9,8	8,0	8,3
Services	6,7	9,0	7,9	8,1

1 / L'anticyclone subtropical saharien appelé aussi anticyclone de Libye.

2 / L'anticyclone de Sainte-Hélène, qui véhicule dans ses basses couches un air maritime épais, relativement frais et très humide avec une tendance marquée à la déstabilisation. C'est ce flux de "mousson atlantique" qui provoque la majeure partie des précipitations.

3 / L'anticyclone de l'océan indien ou alizé du sud-est dénommé aussi anticyclone des Mascareignes. Cette masse d'air chaude et moyennement humide peut interférer avec la mousson et donner naissance à des zones orageuses à caractère parfois violent se déplaçant d'est en ouest.

4 / L'anticyclone subtropical ou anticyclone du Transvaal.

Ce sont les variations des champs de pression affectés à ces masses d'air, qui par interactions, vont provoquer un déplacement saisonnier et alternatif du F.I.T. et par voie de conséquences engendrer le rythme des saisons dans la zone équatoriale.

La répartition annuelle des pluies est l'élément caractéristique de la définition des saisons dans la zone intertropicale.

La grande saison sèche équatoriale en juillet-août dure environ deux mois dans le nord du pays (Bitam, Mékambo) et augmente progressivement vers le sud pour atteindre près de quatre mois entre juin et septembre. A partir de septembre le flux de mousson pénètre au Gabon par le nord, où les précipitations sont maximales en octobre (250 à plus de 600 mm), et atteint le sud en octobre, où les maximums sont observés en novembre (200 à 400 mm). Cette séquence pluvieuse constitue ce qui est appelé la grande saison des pluies. Durant la petite saison sèche, en janvier et février, les précipitations diminuent jusqu'à 50 à 200 mm par mois du nord au sud.

De fin février à mai la zone active du flux de mousson traverse le pays, renforcée très souvent par la pénétration par l'est des masses d'air humides de l'océan indien. C'est la seconde saison des pluies, dispensatrice de précipitations avoisinant 200 mm par mois sur tout le territoire.

1.6.2 Grandes zones climatiques

Il est assez délicat de définir avec précision les limites de zones présentant une homogénéité du point de vue climatique. Néanmoins, on peut en apprécier les contours généraux. La faible densité des postes d'observations climatologiques et la qualité des observations n'ont guère facilité l'affinement de cette délimitation. Les critères ayant servi à cette délimitation sont la durée de la grande saison sèche ; c'est elle qui a présidé à la classification de Caroff et Rydalewski. M. LERIQUE y a ajouté la pluviométrie moyenne annuelle de la région considérée. La durée de la saison sèche a été déterminée à travers le facteur "mois secs" de la classification de Gaussen, classification qui lie le total des précipitations mensuelles à la température.

Un mois est dit "sec" lorsque $P < 2T$. Au Gabon, la température moyenne annuelle voisine 25° ; le mois sec aura donc pour valeur $P < 50$ mm.

Deux grands ensembles peuvent être dégagés : le régime équatorial pur et le régime équatorial de transition australe avec plusieurs variantes progressives.

1.6.2.1 Régime équatorial pur

Il est caractérisé par la présence de précipitations plus ou moins importantes en toutes saisons avec dédoublement quasi symétrique des épisodes secs et humides provoquant deux maximums et deux minimums. La grande saison sèche couvre les mois de juillet et août avec un total pluviométrique inférieur à 100 mm. Le minimum mensuel se situe généralement en juillet (20 à 40 mm).

Elle accuse une nette sévérité par rapport à la petite saison sèche qui se présente entre décembre et février et reçoit sur l'ensemble de cette période de 200 à 300 mm avec un minimum en janvier (de 50 à 80 mm). Les deux séquences humides s'intercalent entre les deux épisodes secs précédents. La grande saison des pluies sévit de la mi-septembre à la mi-novembre avec un total de 650 à 750 mm de précipitations. Le maximum est en principe relevé en octobre avec $P \approx 300$ mm. La seconde saison des pluies couvre la période de mars à mai et est toujours inférieure quantitativement à celle d'octobre-novembre. La répartition mensuelle est relativement homogène et voisine les 200 mm/mois.

Le maximum mensuel secondaire se présente soit en avril soit en mai avec une pluviométrie dépassant les 200 mm. Le mois de juin correspond à un mois de transition résultant de l'action très amortie de la frange sud ou flot moussonique. Les précipitations sont bien souvent inférieures à 100 mm.

Ce type de climat affecte la région extrême nord-est du pays correspondant sensiblement à la zone des plateaux séniles Ntem-Ivindo délimitée au sud par une ligne générale joignant Oyem-Bélinga-Mékambo. La pluviométrie moyenne annuelle est comprise entre 1 500 et 1 800 mm.

1.6.2.2 Régime équatorial de transition australe

1.6.2.2.1 Généralités

Il sévit sur le reste du territoire. L'allongement progressif de la durée de la saison sèche sur l'axe général nord-sud et parallèlement le rapprochement des deux maximums mensuels dans le temps, impliquent la notion de nuance dans le degré de transition. La relativité de la petite saison sèche qui a tendance à devenir de plus en plus humide en descendant vers le sud renforce cette constatation.

La tendance australe, faible au voisinage de la ligne Oyem-Bélinga-Mékambo, s'affirme progressivement pour devenir dominante sur le sud-ouest du pays se rapprochant ainsi du régime tropical à une saison des pluies et une saison sèche. Cette variabilité est encore renforcée par des

influences régionales plus ou moins marquées comme l'influence océanique sur la bande côtière et les zones précôtières, le relief et le type de végétation comme la savane.

1.6.2.2 Régime équatorial de transition à faible nuance australe

Sa zone d'influence s'exerce sensiblement sur l'ensemble de la pénéplaine de l'Ivindo, c'est-à-dire sur une bande dissymétrique comprise entre la ligne Oyem-Bélinga-Mékambo au nord et au sud par l'Equateur jusqu'aux environs des Portes de l'Okanda et à partir de celles-ci par une direction générale les reliant à Médouneu. Cette dernière limite correspond sensiblement au piedmont est des Monts de Cristal.

Les caractéristiques de cette zone sont les suivantes :

- Pluviométrie moyenne annuelle 1 700 - 1 800 mm
- Grande saison sèche. Durée 2,5 à 3 mois maximum. Précipitations totales sur cette période entre 70 et 150 mm, minimum en juillet (<30 mm).
- Grande saison des pluies. Pluviométrie totale entre 600 et 700 mm, durée mi-septembre à mi-novembre, maximum en octobre (250 à 350 mm).
- Petite saison sèche. Pluviométrie totale (250 mm) assez bien répartie sur les trois mois, de décembre à février # 100 mm/mois. Maximum secondaire en janvier (80 à 100 mm).

1.6.2.3 Régime équatorial de transition à nuance australe

Bordée au nord par l'Equateur, cette zone d'influence recouvre une bonne partie des plateaux sédimentaires du Francevillien et des plateaux Batékés. Sa limite sud-est voisine une courbe qui joindrait les Portes de l'Okanda, Koulamoutou, Moanda, Franceville et Léconi.

On est en présence des caractéristiques suivantes :

- Pluviométrie moyenne annuelle 1 600 - 1 800 mm. Durée de la saison sèche, de 3 mois à 3 mois 1/2 avec un total de précipitations inférieur à 100 mm.
- Minimum en juillet (# 10 mm). La petite saison sèche est relative, seulement marquée par une légère diminution de la pluviométrie, soit environ 400 mm pour la période décembre-février. Les deux séquences humides ont tendance à s'équilibrer quantitativement voisinant les 600 mm ; on relève toujours la dualité des maximums, le premier en octobre-novembre avec 250 mm environ, le second en mars-avril avec plus de 200 mm.

1.6.2.2.4 Climat équatorial de transition à nuance australe sous forte influence océanique

C'est le climat presque insulaire de la région de Libreville. Il concerne la partie nord-ouest du territoire, délimitée par la frontière guinéo-gabonaise au nord, la bordure sud de l'estuaire du Gabon et à l'est, par la série de barrières de reliefs des Monts de Cristal avec ses versants ouest "au vent".

La pluviométrie moyenne est comprise entre 3 000 et 2 200 mm. Elle décroît progressivement sur un axe nord-ouest / sud-est passant par Cocobeach.

La grande saison sèche couvre une période de trois mois, de juin à août, avec un minimum en juillet inférieur à 10 mm pour une pluviométrie totale de juin à août oscillant entre 20 et 100 mm. Il est à remarquer la toute relative de la petite saison sèche avec un minimum secondaire se situant la plupart des années en février avec précipitations comprises entre 150 mm et parfois plus de 300 mm.

1.6.2.2.5 Régime équatorial de transition à dominante australe

Il règne sur l'espace complémentaire aux trois régions précédentes exception faite de la bande côtière sud. La zone d'influence s'établit à l'est de la série de lignes de crêtes des Monts Mayumbe, du massif du Koumounabwali y compris la vallée abritée du moyen Ogooué entre Booué et Ndjolé et le bassin inférieur de l'Okano. Au Nord-est, c'est la ligne fictive Portes de l'Okanda, Koulamoutou, Franceville, Léconi, qui la délimite.

La grande saison sèche sévère dure de 3 mois 1/2 à 4 mois et est étalée sur la période allant de la mi-juin à la mi-septembre, pour une pluviométrie totale de 100 à 150 mm. En juillet, qui marque le mois le plus sec, les précipitations sont rares voire nulles. Un ralentissement des précipitations a lieu entre décembre et février marquant la petite saison sèche toute relative avec un total voisinant les 500 mm de pluie. Le minimum secondaire se présente en général en janvier ou février avec 160 à 210 mm.

Il y a toujours dualité des deux maximums à travers les deux séquences humides, le premier en novembre (300 à 400 mm), le second en mars (200 à 300 mm). La faible densité des postes d'observations et la qualité toute relative des observations à ces postes dans le Massif du Chaillu entraînent un certain doute sur les valeurs moyennes exposées ci-dessus. On notera que pour les stations sûres situées dans cette zone, les valeurs totales des précipitations des deux séquences pluvieuses voisinent l'équilibre (700 à 800 mm).

La pluviométrie moyenne annuelle est comprise entre 1 700 et 2 200 mm. On notera des anomalies provoquées par des situations particulières liées surtout à l'orographie et à la végétation (îlots déficitaires de Booué et de Ndendé, Tchibanga et excroissance du réseau d'isohyètes sur Mouila Mbigou).

1.6.2.2.6 Régime équatorial de transition à dominante australe sous influence océanique

Il sévit sur l'ensemble de la bande côtière comprise entre le sud de l'estuaire du Gabon et la Nyanga. Sa limite est se confond avec les piedmonts ouest des Monts de Ndjolé, du Massif du Koumounabwali et des Monts Mayumbe. C'est le climat presque insulaire de Port-Gentil.

La grande saison sèche dure au moins quatre mois (de juin à septembre) et est très sévère, les précipitations totales sur ces quatre mois n'atteignant que rarement les 100 mm. Juillet et août sont très secs ($P < 10$ mm) et les précipitations y sont souvent absentes. Deux épisodes humides encadrent cette saison sèche avec présence de deux maximums sensiblement d'égale valeur en novembre et en mars ou avril. On observe encore un minimum secondaire en février avec 200 mm environ.

La séquence dite petite saison sèche n'est marquée que par un léger amortissement des précipitations qui atteignent quand même 750 mm entre décembre et février, pour une pluviométrie moyenne annuelle de 2 000 à 2 200 mm.

1.6.2.2.7 Climat équatorial de transition à forte dominante (dominante australe)

Seule la plaine littorale de Mayumba, au sud de l'embouchure de la Nyanga, est soumise à ce régime, caractérisé par une saison sèche d'une durée proche de cinq mois (de mi-mai à mi-octobre). Juin, juillet et août réunis reçoivent rarement plus de 10 mm de pluie. Le maximum se présente en novembre (300 à 400 mm).

En décembre-janvier, on observe, une régression des précipitations voisinant ou dépassant les 200 mm/mois. Le maximum de la seconde séquence pluvieuse a lieu en février ou mars (250 à 300 mm). La moyenne pluviométrique annuelle comprise entre 1 800 et 2 000 mm, reflète l'influence océanique de par sa position "au vent" par rapport au Massif du Mayumbe, contrairement à la région voisine de la plaine de Tchibanga qui, bien abritée par ce même massif (sous le vent), présente un creux déficitaire caractéristique.

1.6.2.2.8 Conclusion

Le Gabon peut donc être divisé en sept zones présentant un certain caractère d'homogénéité du point de vue climatique. Les limites moyennes qui ont été déterminées sont flottantes en particulier lors des situations extrêmes du FIT qui sont elles aussi fluctuantes et peuvent varier certaines années de plus de deux degrés de latitude, c'est-à-dire, plus de 200 km.

Il est à remarquer que ces limites moyennes se confondent sensiblement à celles des paysages-types gabonais, et coïncidence fortuite, à celles des grandes unités géologiques et pédologiques.

1.6.3 Eléments climatiques (autres que précipitations)

1.6.3.1 Température

Bien que la température fasse l'objet de mesures dans un grand nombre de stations (stations agroclimatiques, climatiques, stations de sociétés paraétatiques ou privées), ce paramètre n'est relevé systématiquement qu'aux seules stations synoptiques.

Ce sont donc celles-ci qui serviront de référence pour dégager les grandes lignes générales.

Comme dans toute la zone équatoriale les moyennes annuelles de la température sont modérées, oscillant aux alentours de 25°C, avec de faibles variations dans le temps. L'amplitude journalière entre la température minimale atteinte vers 5 heures du matin et la maximale relevée vers 15 heures, se situe en 6 et 10°C. Les variations moyennes mensuelles sont plus faibles et inférieures à 5°C. Les plus basses températures se situent toujours, et ce sur l'ensemble du territoire, au coeur de la grande saison sèche (juillet, août) période pendant laquelle on relève toujours le minimum absolu (température la plus basse de l'année).

A cette époque, l'ensoleillement qui atteint ses plus faibles valeurs mensuelles et les effets du courant côtier et de l'upwelling équatorial, concourent à ce rafraîchissement.

A partir de la fin de la saison sèche, l'ensemble des températures journalières et des moyennes mensuelles augmente légèrement pour atteindre son maximum pendant la séquence pluvieuse de mars à mai, période qui enregistre toujours le maximum absolu.

Le territoire subit alors, sauf sur la bande côtière sud, l'ensoleillement le plus fort de l'année et le réchauffement est accentué par la descente des eaux chaudes maritimes du Golfe de Guinée jusqu'aux environs du 6^{ème} parallèle sud. L'ensemble des températures moyennes maximales est assez homogène sur tout le pays et est compris entre 28°C à Moanda et 30°C à Mouila. Les zones les plus chaudes se situent dans les régions relativement abritées par le relief, c'est-à-dire, dans les grandes vallées en majeure partie occupées par la savane (vallée de la Ngounié et de la Nyanga). Les températures maximales, dépassent dans ces zones les 30°C (Mouila, Tchibanga, Lambaréné).

Les variations spatiales sont surtout marquées par les éléments physiques : proximité de l'Océan, couvert végétal et altitude.

L'océan, par sa forte capacité calorifique, marque l'ensemble de la zone côtière d'une faible amplitude thermique moyenne qui évolue entre 5 à 6°C.

Cette amplitude augmente avec l'effet continental. Elle est d'environ 8°C sur la zone précôtière (Lambaréné, Mitzi, ...), avoisine les 9°C pour une grande partie du pays, pour atteindre les 11°C dans les régions les plus orientales (Mékambo).

L'altitude a une influence certaine sur les températures minimales dont la moyenne est inférieure à 20°C pour les stations situées à plus de 500 mètres, (Lastoursville : 20°C, 585 m - Bitam : 19°C, 599 m - Makokou : 19°C, 515 m - Mékambo : 17°C, 501 m).

Les températures absolues ont été relevées, pour les plus fortes, à Mouila avec 37°C, et pour les plus basses, à Lastoursville, Mbigou, Makokou et Mékambo avec 10°C.

Le tableau 1.6-1 fournit pour chaque station synoptique la moyenne mensuelle interannuelle des températures maximales T_x , minimales T_n , moyennes $T_x + T_n/2$, ainsi que les valeurs extrêmes absolues. La période de relevés pris en compte pour les calculs est également donnée.

La faible densité des points de mesures des températures ne permet pas de dresser avec assez de précision une carte des lignes isothermes du GABON.

1.6.3.2 Humidité relative

A l'échelon journalier, celle-ci est fonction inverse de la température. Les minimums ont toujours lieu à l'heure la plus chaude de la journée (aux environs de 15 heures) et les maximums à l'heure la plus fraîche où ils atteignent très souvent 100 %, c'est-à-dire, au lever du jour vers 5 heures.

La moyenne de l'humidité relative annuelle au Gabon dépasse 80 %. L'influence maritime et le couvert végétal la renforce : elle sera plus faible (= 82 %) dans les zones de savanes (Booué, Franceville, Mouila, Tchibanga) que dans les parties couvertes par la forêt ou situées dans la zone littorale où elle atteint 85 % à 86 %.

Les variations mensuelles sont de faible amplitude 4 à 8 %. En principe, les maximums moyens mensuels se relèvent pendant la période pluvieuse d'octobre-novembre.

Les minimums, selon les régions, sont atteints pour la zone continentale nord entre février et avril. Pour le reste du territoire, ils se situent au cœur de la saison sèche (juillet-août). Le minimum absolu journalier a été relevé à Franceville avec 23 %.

1.6.3.3 Insolation

La durée journalière de l'insolation n'est mesurée par l'héliographe type Campbell qu'à certaines stations synoptiques.

La durée moyenne annuelle de l'insolation varie de 1 266 h/année à Tchibanga à 1 633 h/année à Port-Gentil en passant d'ouest en est, à 1 270 à Bitam, 1 425 à Lambaréné, 1 485 à Makokou, 1 540 à Moanda et Libreville - Aviation, et 1 560 à Lastoursville ; elle dépasse 1 700 h/année au delà de la frontière gabonaise, au Congo, 1 708 à Ouessou et 1 746 à Djambala.

Tableau 1.6-1 : Moyennes mensuelles interannuelles des températures journalières en degrés C°

Mois		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année	Max abs.	Mini abs.
Stations																
<i>Libreville</i> 1951-1975 Alt. 10 m	Tx	29,3	29,9	30,1	30,0	29,5	27,6	26,5	26,6	27,6	27,8	28,2	28,9	28,5	35,1	17,8
	Tn	23,8	23,8	23,6	23,9	23,1	22,0	22,3	23,0	23,0	23,3	23,3	23,8	23,3		
	$\frac{T_x+T_n}{2}$	26,6	26,9	26,9	26,8	26,7	25,4	24,3	24,5	25,3	25,6	25,8	26,4	25,9		
<i>Port-Gentil</i> 1955-1975 Alt. 4 m	Tx	29,5	30,1	30,3	30,3	29,2	26,7	25,7	26,5	28,0	28,5	28,5	28,9	28,5	32,8	16,2
	Tn	23,9	24,2	24,1	24,1	23,9	21,8	20,5	21,3	22,6	23,3	23,3	23,7	23,0		
	$\frac{T_x+T_n}{2}$	26,7	27,2	27,2	27,2	26,6	25,3	23,3	23,9	25,3	25,9	25,9	26,3	25,8		
<i>Cocobeach</i> 1951-1975 Alt. 20 m	Tx	29,7	30,4	30,5	30,5	29,9	28,1	27,6	27,6	28,2	28,4	28,9	29,5	29,1	34,4	14,8
	Tn	23,2	23,2	23,0	23,0	23,1	22,3	21,1	21,3	22,3	22,5	22,6	22,9	22,5		
	$\frac{T_x+T_n}{2}$	26,5	26,8	26,8	26,8	26,5	25,2	24,4	24,5	25,3	25,5	25,8	26,2	25,8		
<i>Mayumba</i> 1951-1975 Alt. 37 m	Tx	29,3	29,5	30,4	30,4	29,1	26,6	25,6	25,8	26,5	27,3	27,9	28,6	28,2	35,2	15,5
	Tn	23,2	23,4	23,6	23,7	23,2	21,0	19,2	19,8	21,2	22,6	22,6	22,8	22,2		
	$\frac{T_x+T_n}{2}$	26,3	26,5	27,0	27,1	26,2	23,8	22,4	22,8	23,9	25,0	25,3	25,7	25,2		
<i>Bitam</i> 1954-1975 Alt. 599 m	Tx	29,2	29,9	30,2	30,1	29,7	28,2	26,7	27,0	28,4	28,9	28,8	28,8	29,0	36,0	13,5
	Tn	20,0	19,9	19,8	19,9	20,0	19,8	19,0	19,5	19,5	19,5	19,6	20,0	19,7		
	$\frac{T_x+T_n}{2}$	24,6	24,9	25,9	25,0	24,9	24,0	22,9	23,1	24,0	24,2	24,2	24,4	24,4		

Suite .../...

Mois		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année	Max abs.	Mini abs.
Stations																
<i>Makokou</i> 1953-1975 Alt. 515 m	Tx	28,9	29,4	30,0	30,1	29,5	27,3	25,4	26,0	28,2	29,0	28,7	28,6	28,4	34,3	10,0
	Tn	19,6	19,6	19,7	19,9	19,9	19,0	18,0	18,1	19,1	19,5	19,4	19,2	19,3		
	$\frac{T_x+T_n}{2}$	24,3	24,5	24,9	25,0	24,7	23,2	21,7	22,1	23,7	24,3	24,1	23,9	23,9		
<i>Mitzié</i> 1951-1975 Alt. 583 m	Tx	28,6	29,4	29,6	29,7	28,9	27,3	25,8	25,8	27,8	28,4	28,3	28,2	28,2	35,5	13,0
	Tn	19,8	19,7	19,6	19,8	19,9	19,3	18,4	18,4	19,1	19,4	19,4	19,7	19,4		
	$\frac{T_x+T_n}{2}$	24,2	24,6	24,6	24,8	24,4	23,3	22,1	22,1	23,5	23,9	23,9	24,0	23,8		
<i>Mékambo</i> 1957-1975 Alt. 501 m	Tx	29,1	29,9	30,3	30,4	29,9	28,1	26,5	25,5	28,3	29,1	29,0	27,4	28,8	34,6	10,0
	Tn	18,6	18,6	19,1	19,3	19,4	18,6	17,4	16,7	18,7	19,2	18,8	17,5	17,7		
	$\frac{T_x+T_n}{2}$	23,8	24,2	24,7	24,8	24,6	23,3	21,9	21,1	23,5	24,1	23,9	22,4	23,2		
<i>Lambaréné</i> 1961-1975 Alt. 26 m	Tx	30,7	31,6	31,8	31,9	31,1	28,4	27,2	27,8	29,5	30,6	30,2	30,2	30,1	36,0	14,0
	Tn	22,7	22,6	22,7	22,8	23,0	21,1	19,8	20,2	21,8	22,6	22,5	22,6	22,0		
	$\frac{T_x+T_n}{2}$	26,7	27,1	27,3	27,4	27,1	24,8	23,5	24,0	25,7	26,6	26,4	26,4	26,1		
<i>Lastoursville</i> 1954-1975 Alt. 485 m	Tx	28,6	29,3	29,8	29,7	29,0	27,1	25,5	26,1	28,2	28,7	28,5	28,3	28,2	33,9	10,0
	Tn	20,4	20,2	20,2	20,3	20,3	19,5	18,5	18,9	19,7	20,1	20,0	20,1	20,0		
	$\frac{T_x+T_n}{2}$	24,5	24,8	25,0	25,0	24,7	23,3	22,0	22,5	24,0	24,4	24,3	24,2	24,1		

Stations		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année	Max abs.	Mini abs.
Mouila 1951-1975 Alt. 89 m	Tx Tn $\frac{T_x+T_n}{2}$	31,5 22,8 27,2	32,3 22,4 27,4	32,6 22,4 27,5	32,8 22,5 27,7	31,5 22,7 27,1	28,4 21,2 24,8	27,5 19,8 23,7	27,7 20,2 24,0	29,4 21,5 25,5	31,2 22,4 26,8	31,0 22,2 26,6	30,7 22,5 26,6	30,5 21,9 26,2	37,2	12,5
Tchibanga 1958-1975 Alt. 150 m	Tx Tn $\frac{T_x+T_n}{2}$	31,1 22,2 26,7	31,6 22,2 26,9	32,4 22,4 27,4	32,5 22,5 27,5	31,4 22,2 26,8	28,7 19,7 24,2	27,6 18,5 23,1	27,6 19,1 23,4	28,6 20,7 24,7	30,3 22,2 26,3	30,2 22,1 26,2	30,4 22,2 26,3	30,2 21,2 25,7	36,2	14,0
Moanda 1962-1975 Alt. 250 m	Tx Tn $\frac{T_x+T_n}{2}$	28,4 20,1 24,3	29,4 20,0 24,7	29,7 20,0 24,9	29,6 20,2 24,9	28,2 20,1 24,2	27,1 19,2 23,2	26,2 18,5 22,4	26,7 18,8 22,8	27,9 19,4 23,7	28,4 19,7 24,1	28,2 19,7 24,0	27,5 19,7 23,6	28,1 19,6 23,9	33,8	15,0

Les variations mensuelles se présentent de façon classique sous la forme d'une sinusoïde dissymétrique pour six stations. Seul Port-Gentil ne reflète pas l'allure générale des six autres tracés, où deux maximums et deux minimums se dégagent :

- le maximum principal se présente pendant la petite saison sèche et lors de la période de transition entre cette dernière et la seconde saison des pluies (janvier à mars) 177 h/mois à Libreville en février, 129 h/mois à Bitam en mai. Il se présente en juillet à Port-Gentil. Le maximum secondaire a lieu en octobre-novembre.

Tableau 1.6-2 : Variations moyennes mensuelles de l'humidité relative en %

Stations	Période	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	An
Libreville	1951 - 1963	86	85	85	85	85	81	80	81	84	87	88	86	85
Port-Gentil	1953 - 1965	84	82	83	84	85	83	82	80	81	83	83	85	83
Lambaréné	1960 - 1965	86	85	85	86	87	86	83	81	81	85	87	87	85
Franceville	1951 - 1965	83	82	82	82	84	84	81	77	78	82	84	85	82
Bitam	1956 - 1965	86	84	84	85	87	88	87	85	87	88	88	87	86
Makokou	1954 - 1965	85	83	83	83	85	87	87	85	83	85	86	86	85
Tchibanga	1958 - 1965	85	84	85	85	84	81	78	78	79	82	86	86	83
Mékambo	1957 - 1965	86	85	84	85	81	88	88	89	87	87	87	87	87
Mitzic	1951 - 1965	85	84	84	85	86	88	88	86	85	86	87	86	86
Mayumba	1951 - 1965	87	86	86	86	87	85	84	84	86	87	89	88	86
Lastoursville	1956 - 1965	87	85	81	85	86	87	86	84	82	85	87	87	85
Cocobeach	1951 - 1965	87	86	86	86	87	85	84	84	87	89	88	87	86
Mouila	1951 - 1965	83	82	82	83	84	83	80	78	78	81	84	84	82

- le minimum est relevé pendant la grande saison sèche de juin à septembre selon la région et varie de 48 h/mois à Tchibanga en septembre à 95 h/mois à Libreville toujours en septembre.

Des mesures de l'intensité du rayonnement global ont été effectuées à la station climatologique de l'aéroport de Libreville. Le tableau 1.6-3 fournit des résultats sur la période août 1970 - juin 1977 (renseignements ASECNA Libreville).

Tableau 1.6-3 : Rayonnement global à Libreville - Aviation en joules/cm²

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Total moyen mensuel	49365	51879	57750	54408	52456	45678	45998	43759	49834	48047	45534	46365
Rayonnement quotidien moyen	1 592	1 832	1 863	1 814	1 692	1 523	1 484	1 412	1 661	1 550	1 518	1 496
Maximum quotidien absolu	2 540	3 189	2 588	2 595	2 456	2 400	2 310	2 357	2 548	3 178	1 383	2 224
Minimum quotidien absolu	348	436	386	363	436	571	280	211	693	219	383	260

1.6.3.4 Régime des vents

Cet élément climatique n'a pas fait l'objet de dépouillement approfondi. Seules quelques données exploitées permettent de dégager des généralités. Les vents dominants pour 50 % environ des fréquences directionnelles proviennent du secteur quart sud-ouest, 30 % sont dits "calmes", c'est-à-dire, de vitesse inférieure à 5 km/heure soit 1,4 m/s. Les vents violents accompagnant les tornades soufflent en général de secteur est-sud-est. On a noté des vents à plus de 26 m/s, soit voisins de 100 km/h.

Les variations saisonnières sont faibles. A l'échelle régionale, les variations dépendent surtout du relief. A Mitzic, abritée derrière la barrière des Monts de Cristal, on enregistre plus de 50 % de vents calmes et 35 % à Tchibanga enserré entre la chaîne du Mayumbe et le massif de l'Ikoundou. Port-Gentil située à la pointe du Cap Lopez devant la zone plate du delta de l'Ogooué voit ce pourcentage se ramener aux alentours de 10 %.

1.6.3.5 Evaporation et évapotranspiration potentielle

La mesure de l'évaporation se réduit pour une majorité de stations synoptiques gabonaises à la lecture de l'évaporimètre Piche. Les résultats obtenus sont peu représentatifs d'une évaporation réelle sur nappe d'eau libre et a fortiori de l'évapotranspiration potentielle (E.T.P). L'évaporation Piche, comme facteur climatique, reste donc d'un intérêt limité.

1.6.3.5.1 L'évaporation sur bac

L'évaporation directe sur bac de classe A a été mesurée à la station météorologique de Libreville - Aviation (mais plus actuellement). Les résultats obtenus sont peu exploitables, entachés d'erreurs de lecture (mauvaise utilisation de la vis micrométrique de contrôle), débordement du bac, niveau non remis journallement à l'index de la pointe, etc...

L'ORSTOM a utilisé pour ses mesures d'évaporation le bac enterré de 1 m² de section, version modifiée du bac type Colorado américain, le contrôle étant effectué par mesures volumétriques. Les résultats obtenus figurent ci-après :

- station climatologique ORSTOM Libreville 890 mm/an, moyenne établie sur cinq années,
- bassin versant de Mala (région des Monts de Cristal) à 95 km à l'est-nord-est de Libreville

1963 : 820 mm 1964 : 884 mm,

- bassin versant de la Nzémé à Ntoun (40 km à l'est de Libreville)

année hydrologique 1969 - 1970 : 918 mm

année hydrologique 1970 - 1971 : 946 mm

Les résultats obtenus présentent une certaine cohérence aux alentours de 900 mm/année. On pourrait objecter qu'ils se situent pratiquement dans la même région, ils sont pourtant proches de ceux enregistrés à Sounda (Congo) en plein Mayumbe congolais par la mission Electricité de France qui sur la période avril 1956 - décembre 1959 a trouvé 936 mm/an.

La valeur de 920 mm/an devrait représenter l'évaporation moyenne annuelle sur eaux libres pour l'ensemble du territoire.

1.6.3.5.2 Evapotranspiration potentielle

Généralités

L'évapotranspiration qui représente la résultante de la perte en eau d'un sol, additionnée de la transpiration de son couvert végétal, est d'un intérêt primordial dans la composition d'un bilan hydrologique annuel qui se définit par l'équation simple pour un cycle complet d'étiage en étiage :

Pluviométrie moyenne sur le bassin = Ecoulement à l'exutoire + déficit

Ce dernier élément se compose principalement de l'E.T. réelle ou E.T.R, de la recharge des nappes superficielles et de l'alimentation des nappes profondes par infiltration.

En zone équatoriale, les infiltrations profondes sont négligeables, voire nulles, sauf peut-être au Gabon dans la région schisto-calcaire de Mouila Ndendé à dominante quartzitique.

Les nappes superficielles font office de tampon et restituent au cours de l'étiage qui dure de 3 à 4,5 mois la plus grande partie de leur eau stockée. Le déficit n'est donc composé pratiquement que par l'E.T.R. L'équation du bilan hydrologique à l'échelle annuelle pour une année hydrologique peut s'écrire alors :

Pluviométrie moyenne annuelle sur le bassin = Ecoulement annuel à l'exutoire + évapotranspiration annuelle réelle (E.T.R)

Evapotranspiration annuelle

La consommation en eau d'une pelouse irriguée à volonté, ou ETP, a été mesurée à la station ORSTOM de Libreville sur bac évapotranspiratoire de 4 m² de section et planté de paspalum. A partir de ces résultats et du rayonnement solaire global, de la vitesse du vent, de l'albédo, et de la tension ou de la vapeur saturante, P. Carré a calculé l'E.T.P à l'aide de la formule de Penman, pour quelques stations caractéristiques du Gabon. Il a obtenu les valeurs suivantes :

Libreville 1 072 mm, Bitam 924 mm, Franceville 980 mm et Tchibanga 989 mm

On observe une certaine cohérence régionale dans les résultats que l'on peut comparer à ceux obtenus avec la même méthode par C. Riou au Congo :

Pointe-Noire 1 108 mm, Brazzaville 1 076 mm, Ouessou 1 088 mm et Impfondo 1 134 mm

On peut aussi comparer cet ensemble aux déficits d'écoulements moyens annuels calculés pour de grands bassins régionaux :

Ogooué à Franceville	1 064 mm
Ogooué à Lastoursville	1 073 mm
Ogooué à Booué	1 105 mm
Ivindo à Makokou	1 127 mm
Ivindo à Loa Loa	1 134 mm
Ngounié à Mouila	1 052 mm
Ngounié à Fougamou	1 042 mm
Ogooué à Lambaréné	1 120 mm
Niari à Loudima (Congo)	1 025 mm
Bouenza à Moukoulou (Congo)	1 090 mm
Sangha, confluent Ngoko (Cameroun)	1 186 mm
Ntem à Ngoazik (Cameroun)	1 158 mm

Ces déficits, qui représentent l'évapotranspiration réelle (E.T.R), sont comparables à ceux enregistrés pour l'E.T.P calculée par la formule de Penman.

Au Gabon, couvert à 85 % par la forêt équatoriale, on considère que l'E.T.P égale pratiquement l'E.T.R à l'échelle de l'année. Pour les deux à quatre mois de saison sèche, selon la région, où la pluviométrie est faible voire nulle, la végétation assure sa consommation en eau dans les réserves hydriques accumulées par drainage dans les nappes superficielles, ces dernières assurant par restitution, un débit relativement soutenu en période d'étiage (2 à 4 mois). Dans un souci de simplification, on peut donc considérer que pour le Gabon E.T.P, E.T.R et déficit d'écoulement, sont en harmonie et ont des valeurs très proches qui oscillent à l'intérieur de la fourchette 900 - 1 100 mm. Cette généralité exclut la plaine côtière de Mayumba (durée de la saison sèche : 5 mois) et les plaines schisto-calcaires des vallées de la Ngounié et de la Nyanga.

La variabilité annuelle de l'E.T.P est faible, les écarts par rapport à la moyenne interannuelle sont inférieurs à + 10 %.

L'E.T.P varie surtout en fonction du rayonnement solaire, et de son phénomène dérivé, la température. La pluviométrie intervient en sens inverse diminuant la température et augmentant la nébulosité.

L'emploi de la formule de Penman conduit l'utilisateur à une série de calculs longs et fastidieux, auxquels il faut ajouter pour certaines régions assez mal connues un certain degré d'imprécision dans la détermination du coefficient de passage de l'évaporation calculée sur une surface d'eau libre à l'E.T.P.

L'utilisation de la formule de Turc est nettement plus simple, donnant l'E.T.P mensuelle. Elle est de la forme :

$$\text{E.T.P mm / mois} = (\text{Ig} + 50) / 0.40 \frac{t}{t + 15}$$

Ig = radiation solaire globale en calories / cm²

t = température moyenne mensuelle en C°

La comparaison entre les méthodes Penman et Turc montre que les résultats obtenus par la formule de Turc sont supérieurs de 18 % en moyenne à ceux calculés par la formule de Penman.

Le tableau 1.6-4 compare pour huit stations d'Afrique Centrale, les résultats de Carré et Riou (méthode Penman) à ceux obtenus de L. Lemoine et J.C. Prat du CIEH par la formule de Turc.

A titre documentaire, les résultats donnés par le CIEH pour l'évapotranspiration potentielle moyenne mensuelle calculée d'après la formule de Turc pour huit stations synoptiques du Gabon, sur la période 1961 - 1970 figurent sur le tableau 1.6-5.

Les variations régionales sont de faible amplitude et l'on constate, mis à part la bande côtière qui bénéficie d'un plus grand ensoleillement, que l'E.T.P pour les stations de l'intérieur augmente légèrement d'ouest en est.

Tableau 1.6-4 : Comparaison des résultats de l'E.T.P d'après Penman et Turc

1	2	3	4	5
Stations	Altitude en m	E.T.P PENMAN en mm/an	E.T.P TURC en mm/an	Rapport colonnes 4/3
Libreville	12	1 072	1 244	1.16
Bitam	600	924	1 087	1.18
Franceville	424	980	1 226	1.25
Tchibanga	83	989	1 093	1.11
Pointe-Noire-Aéro	16	1 108	1 205	1.09
Brazzaville	313	1 076	1 327	1.23
Ouessou	352	1 088	1 278	1.17
Impfondo	326	1 134	1 382	1.22

**Tableau 1.6-5 : Evapotranspiration potentielle en
mm/mois (Formule de Turc) d'après Lemoine et Prat**

Stations	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E.T.P Annuelle en mm/an
Bitam	91	93	100	105	100	86	75	72	85	92	95	93	1.087
Makokou	101	107	116	115	107	84	74	70	87	107	102	92	1.162
Libreville-Aéro	118	121	122	116	107	93	88	83	89	95	99	113	1.244
Port-Gentil	106	105	108	102	96	98	98	97	97	96	95	104	1.202
Lambaréné	114	113	116	111	100	76	74	73	74	98	101	104	1.154
Lastoursville	106	107	122	115	103	89	73	76	92	105	105	100	1.193
Franceville	106	112	123	120	104	85	83	90	96	106	102	99	1.226
Tchibanga	104	106	108	106	90	75	73	74	72	91	97	97	1.093

La répartition mensuelle de l'évapotranspiration est synchrone avec les variations du rayonnement solaire et de sa résultante, la température. Comme pour la température moyenne, les variations

mensuelles se présentent sous la forme d'une sinusoïde dissymétrique comportant deux maximums, le principal se situant en février - mars pour la zone côtière et mars - avril pour les stations continentales, le secondaire se présente lors de la grande saison des pluies (octobre - novembre) et de deux minimums, le premier en juillet - août coeur de la grande saison sèche, le second étant moins marqué en décembre - janvier.

A l'échelle journalière, l'E.T.P est nulle pendant la nuit. De 6 à 7 heures du matin elle augmente progressivement jusqu'à 12 à 13 heures où elle atteint son maximum pour redescendre à zéro à la tombée de la nuit vers 18 heures.

1.6.4 Pluviométrie

La description du réseau pluviométrique gabonais sera présentée en détail au chapitre 3.

Les principales caractéristiques de ce réseau sont d'une part, sa faible densité et sa mauvaise répartition et d'autre part, la forte variabilité spatio-temporelle des périodes d'observations et de la qualité des mesures. Il existe de plus des "vides importants" dans les régions inhabitées de la zone nord-est des plateaux Ntem-Ivindo et dans l'ensemble des grandes formations montagneuses (Monts de Cristal, Chaillu, Ikoundou, etc...).

1.6.4.1 Pluviométrie annuelle

1.6.4.1.1 Généralités

Il n'est pas aisé de dégager de l'ensemble des archives pluviométriques gabonaises une période homogène dite normale, c'est-à-dire, s'étalant sur une période continue de 30 années, sauf pour quelques stations synoptiques. Il est à noter que pour certaines d'entre-elles des déplacements non négligeables avec une modification assez importante de l'environnement ont été effectués, en particulier lors du transfert des infrastructures relatives à l'aéronautique de la ville, à l'aéroport même. Il s'agit là d'un phénomène tout à fait classique.

Le contrôle de la qualité des données pluviométriques fait appel dans ce rapport à 2 méthodes de conceptions voisines et qui produisent des résultats en général très proches :

- La critique des totaux pluviométriques annuels présentées au point 3.3.5 (qualité des données) a été faite par Y. L'Hôte du Bureau de Pluviométrie de l'ORSTOM suivant la méthode du vecteur régional (MVR) de G. HIEZ (ORSTOM) afin de présenter un produit homogène avec les travaux menés dans les autres rapports nationaux sur le "Water Assessment" relatif à l'Afrique francophone.

- La détermination de zones climatiques homogènes et la reconstitution de données sur une normale de 30 années ont été effectuées avec la collaboration de Y. L'Hôte et A. Hervé suivant la méthode mise

au point par Y. Brunet-Moret (ORSTOM) sous le titre homogénéisation des précipitations (voir le point 3.3.5.3).

Pour des raisons techniques imposées par les normes données ci-dessus, le Gabon a été divisé en cinq zones climatiques. Les régions soumises au régime équatorial pur et au régime équatorial de transition à faible nuance australe ont été regroupées. Il en a été fait de même pour la région de la plaine côtière de Mayumba qui a été intégrée à la zone côtière au sud de l'Equateur.

Certains postes situés dans les pays voisins ont été pris en compte dans cette étude (Cameroun, Congo). Ils serviront d'une part à diriger les isohyètes annuelles en limites de territoire et à établir des bilans hydrologiques d'autre part.

Les cinq zones climatiques retenues sont donc les suivantes :

- **région 1, MITZIC-BITAM-MEKAMBO** : région A de la monographie; régimes équatorial pur et équatorial de transition à faible nuance australe;
- **région 2, FRANCEVILLE-LASTOURSVILLE** : région B de la monographie; régime équatorial de transition à nuance australe;
- **région 3, LIBREVILLE-COCO BEACH** : région C de la monographie; régime équatorial de transition à nuance australe sous forte influence océanique;
- **région 4, TCHIBANGA-LAMBARENE** : région D de la monographie; régime équatorial de transition à dominante australe;
- **région 5, PORT GENTIL-MAYUMBA** : région E de la monographie; régime équatorial de transition à dominante australe sous influence océanique et régime équatorial de transition à forte dominante australe sous influence océanique.

La figure 1.6-1 présente ces 5 zones climatiques et les données annuelles qui suivent proviennent de l'homogénéisation pratiquée avec la méthode de Y. Brunet-Moret.

1.6.4.1.2 Région côtière et précôtière nord

Elle est soumise au climat équatorial de transition à nuance australe sous forte influence océanique.

Les 9 stations retenues sont : Libreville Aéro, Abanga-Nkan, Cap Esterias, Cocobeach, Ikoy-Bandja, Kango-Centre, Libreville-ville, Nkoulounga et Sibang.

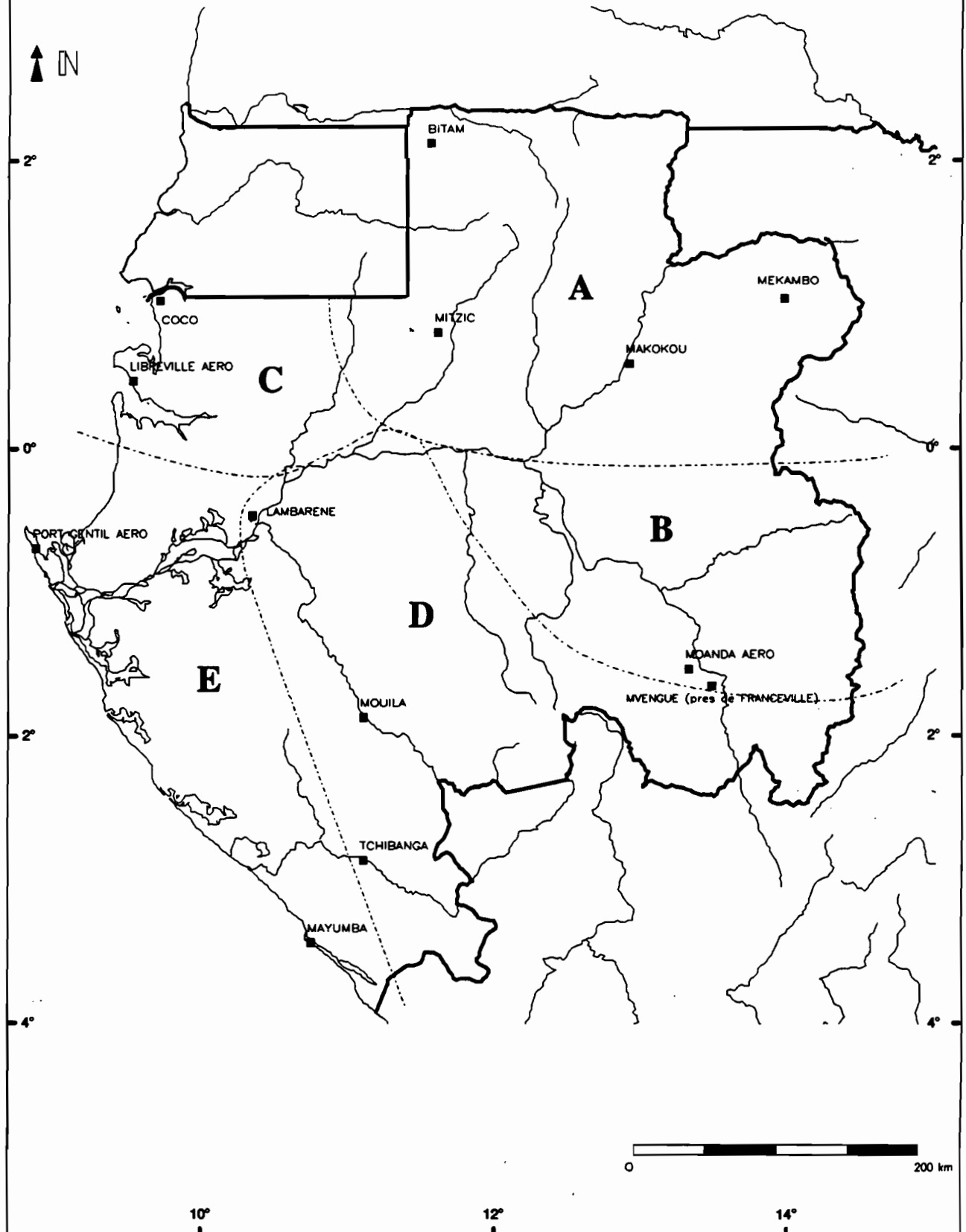
Figure 1.6-1

Carte de la République du GABON

Légende

Météorologie

■ Station synoptique



Les différents passages du vecteur confirment la médiocre qualité des observations. Seule la station de Libreville-aéro a été correctement observée sur les 30 années de la période 1951 à 1980. Les manquants des autres postes ont été reconstitués grâce à la méthode.

Le tableau 1.6-6 reprend pour cette période quelques éléments caractéristiques des pluviométries annuelles

MX : valeur maximale observée ou reconstituée
MDO : valeur médiane
MN : valeur minimale observée ou reconstituée
MOY : moyenne sur la période
ET : écart-type
CV : coefficient de variation = ET / MOY

Tableau 1.6-6 : Caractéristiques des pluies annuelles en mm sur la zone côtière et précôtière nord

Stations	MX	MDO	MN	MOY	ET	CV
Libreville-Aéro	3 596	3 037	2 055	2 933	458	0,156
Nkan Abanga	2 480	2 051	1 769	2 005	294	0,147
Cap Estérias	4 523	3 344	2 566	3 339	491	0,147
Cocobeach	3 865	3 190	2 309	3 084	405	0,131
Ikoy-Bandja	2 980	2 446	1 656	2 408	321	0,134
Kango-Centre	2 738	2 276	1 493	2 228	314	0,141
Libreville-Ville	3 233	2 589	1 830	2 584	354	0,137
Nkoulounga	3 202	2 522	1 842	2 509	336	0,134
Sibang	2 984	2 309	1 602	2 285	340	0,149

Le coefficient de variation CV, rapport de l'écart-type à la moyenne, est homogène et oscille entre 0,131 et 0,156 pour une valeur moyenne de 0,142.

Les totaux pluviométriques annuels de diverses fréquences calculés suivant la loi de GAUSS sont donnés ci-après pour les stations synoptiques. Bien évidemment, une valeur au mm près reste assez illusoire.

Tableau 1.6-7 : Pluviométries annuelles de diverses fréquences calculées selon la loi de Gauss (en mm)

Stations	F : 0,05	F : 0,10	F : 0,20	F : 0,50	F : 0,80	F : 0,90	F : 0,95
Libreville-Aéro	3 686	3 521	3 319	2 934	2 549	2 347	2 182
Cocobeach	3 750	3 604	3 425	3 085	2 744	2 566	2 420

1.6.4.1.3 Région des plateaux du nord-est

Soumise au régime équatorial pur sur une majeure partie de sa zone d'influence, on note une faible nuance à la transition australe tout le long de sa frange méridionale.

Les stations et postes retenus sont les suivants : Bitam, Makokou, Médouneu, Mékambo, Mitzic, Oyem (CMCE).

La qualité des observations est moyenne, sans plus. On relève un certain nombre supposé d'erreurs dues à l'emploi d'appareils de mesures (éprouvettes) ne correspondant pas à la surface de réception du pluviomètre. La période 1966 - 1969 à Mitzic nous a semblé erronée à la vue des précipitations enregistrées aux postes voisins, avec en particulier, un total annuel de 787,2 mm en 1969, alors que l'homogénéisation donne 1 852 mm avec cette méthode et 1917 mm avec la méthode MVR (le tableau 3.3.7 établi avec cette dernière méthode confirme bien la mauvaise qualité de MITZIC) ! Les caractéristiques des pluies annuelles homogénéisées (période 1951 - 1980) figurent au tableau 1.6-8 (les données de MITZIC sont présentées sous toute réserve).

Tableau 1.6-8 : Caractéristiques des précipitations annuelles homogénéisées de la région nord-est, en mm (période 1951 - 1980)

Stations	MX	MDO	MN	MOY	ET	CV
Bitam	2 405	1 903	1 545	1 895	200	0,106
Makokou	2 029	1 660	1 353	1 653	163	0,099
Médouneu	2 626	2 137	1 746	2 134	219	0,103
Mékambo	2 042	1 605	1 414	1 629	166	0,102
Mitzic	2 380	1 800	1 379	1 799	203	0,113
Oyem (CMCE)	2 295	1 735	1 422	1 728	198	0,115

On notera des coefficients de variation assez semblables et compris entre 0,099 et 0,115. La moyenne ressort à 0,106.

Le tableau 1.6-9 reprend les pluviométries de diverses fréquences calculées selon la loi Gauss pour les stations synoptiques (MITZIC sous toute réserve).

Tableau 1.6-9 : Pluviométries annuelles de diverses fréquences sur la région nord-est, en mm

Stations	F : 0,05	F : 0,10	F : 0,20	F : 0,50	F : 0,80	F : 0,90	F : 0,95
Bitam	2 224	2 152	2 063	1 895	1 727	1 639	1 567
Makokou	1 921	1 862	1 791	1 653	1 516	1 445	1 386
Mékambo	1 903	1 843	1 769	1 629	1 489	1 416	1 356
Mitzic	2 132	2 059	1 970	1 800	1 629	1 540	1 467

1.6.4.1.4 Région du sud-est

Elle est soumise au régime équatorial de transition à nuance australe.

Les stations et postes retenus sont les suivants : Ewo (Congo), Kellé (Congo), Booué, Franceville, Koulamoutou, Lastoursville-Aéro, Moanda-Aéro, Moanda Comilog, Okondja, Petit Okano.

La qualité des observations est variable selon les postes, assez bonne pour les stations synoptiques jusqu'en 1962, en particulier pour Franceville. Cette dernière station a été déplacée à Mvengué fin 1972 arrétant ainsi une série qui avait commencé en 1938. Il y a de nombreux manques dans les relevés des postes pluviométriques.

Les pluviométries annuelles caractéristiques figurent au tableau 1.6-10.

Tableau 1.6-10 : Pluviométries annuelles caractéristiques de la région sud-est

Stations	MX	MDO	MN	MOY	ET	CV
Ewo	2 478	1 944	1 622	1 954	206	0,106
Kellé	2 237	1 628	1 252	1 658	239	0,144
Booué	1 968	1 602	1 235	1 605	189	0,118
Franceville	2 420	2 008	1 555	1 998	200	0,101
Koulamoutou	2 138	1 677	1 500	1 724	167	0,097
Lastoursville	2 388	1 852	1 534	1 894	246	0,130
Moanda-Aéro	2 557	2 054	1 744	2 091	232	0,111
Moanda-Comilog	2 463	2 035	1 494	2 017	217	0,108
Okondja	2 088	1 697	1 408	1 735	179	0,103
Petit Okano	1 748	1 360	1 117	1 379	162	0,118

Les coefficients de variation de Kellé et Lastoursville sont supérieurs à ceux enregistrés aux autres postes oscillant entre 0,097 et 0,118. La moyenne générale est 0,114 et la médiane ressort à 0,110.

Le tableau ci-après donne pour les stations synoptiques quelques valeurs pluviométriques de diverses fréquences, toujours suivant la loi de Gauss.

**Tableau 1.6-11 : Pluviométries annuelles calculées pour diverses fréquences
(en mm), selon la loi de Gauss**

Stations	F : 0,05	F : 0,10	F : 0,20	F : 0,50	F : 0,80	F : 0,90	F : 0,95
Franceville	2 322	2 250	2 162	1 994	1 825	1 737	1 665
Lastoursville	2 299	2 211	2 102	1 895	1 687	1 579	1 490
Moanda-Aéro	2 473	2 399	2 287	2 091	1 896	1 794	1 710

1.6.4.1.5 Région centre-sud

Cette zone est soumise au climat équatorial de transition à dominante australe.

Les stations retenues sont les suivantes : Bakoumba, Ekouk, Fougamou, Lambaréné-Ville, Lambaréné-Aéro, Lébamba, Mandji C.G.P.P.O, Mbigou, Moulla, Mvily, Niali, Pégnoundou, Sindara, Tchibanga.

Le tableau suivant donne les pluviométries annuelles caractéristiques (en mm) :

**Tableau 1.6-12 : Pluviométries annuelles caractéristiques de la région centre-sud
(en mm)**

Stations	MX	MDO	MN	MOY	ET	CV
Bakoumba	2 865	2 125	1 452	2 084	286	0,138
Ekouk	2 944	2 223	1 495	2 236	315	0,141
Etéké	2 981	2 094	1 571	2 130	288	0,136
Fougamou	2 877	2 163	1 574	2 140	312	0,146
Lambaréné-Ville	2 716	1 975	1 620	1 996	244	0,123
Lambaréné-Aéro	2 770	2 074	1 410	2 038	277	0,136
Lébamba	2 203	1 758	1 147	1 776	229	0,129
Mandji C.G.P.P.O	2 745	2 051	1 404	2 029	302	0,149
Mbigou	3 235	2 392	1 622	2 420	319	0,132
Moulla	2 937	2 242	1 467	2 164	312	0,144
Mvily	2 658	2 058	1 526	2 093	277	0,132
Niali	2 375	1 832	1 358	1 824	240	0,132
Pégnoundou	2 044	1 538	1 076	1 543	218	0,141
Sindara	3 028	2 331	1 708	2 372	322	0,136
Tchibanga	2 129	1 534	890	1 500	229	0,153

Les précipitations annuelles de diverses fréquences calculées par la loi de Gauss figurent ci-après pour les stations synoptiques.

Tableau 1.6-13 : Pluviométries annuelles de diverses fréquences, calculées selon la loi de Gauss (en mm)

Stations	F : 0,05	F : 0,10	F : 0,20	F : 0,50	F : 0,80	F : 0,90	F : 0,95
Lambaréné-Aéro	2 493	2 393	2 271	2 038	1 806	1 634	1 584
Mouila	2 676	2 564	2 426	2 164	1 902	1 764	1 652
Tchibanga	1 877	1 794	1 693	1 500	1 307	1 206	1 123

1.6.4.1.6 Région côtière sud

Elle est soumise au régime équatorial de transition à forte dominante australe sous influence océanique.

La qualité des observations est bonne pour les stations de Port-Gentil-Ville et Port-Gentil-Aéro. Les relevés de Omboué et de Setté Cama, outre les manques, ont subi de nombreuses corrections étant donné leur médiocrité. Mayumba, malgré son statut de station synoptique, n'a pas été prise en compte. Les différents passages du vecteur n'ont apporté sur le tracé graphique qu'une ligne brisée. L'essai des doubles masses avec les postes voisins n'a pas été concluant. Mayumba est elle sous l'effet d'un climat tout à fait particulier ou alors la qualité des observations relève-t-elle de la fantaisie ? C'est plutôt cette dernière hypothèse que nous retiendrons.

Néanmoins, sur une période 1943 - 1977 à travers laquelle les années douteuses ont été éliminées (1945, 1946, 1947, 1948, 1971 et 1976) nous avons pu obtenir une série discontinue de 29 ans.

Les caractéristiques de Mayumbe sont ainsi les suivantes : moyenne 1910 mm, écart-type 597 mm, pluviométrie décennale sèche 1147 mm, pluviométrie décennale humide 2675 mm.

Les caractéristiques des précipitations annuelles homogénéisées (période 1951 - 1980) figurent au tableau 1.6-14.

Tableau 1.6-14 : Caractéristiques des précipitations annuelles homogénéisées (en mm)

Stations	MX	MDO	MN	MOY	ET	CV
Omboué	2 626	1 877	1 152	1 943	381	0,196
Port-Gentil-Aéro	2 735	2 012	1 367	2 029	375	0,196
Port-Gentil-Ville	2 327	1 766	1 192	1 761	323	0,184
Setté Cama	2 641	1 978	1 231	2 012	388	0,193

Les pluviométries annuelles ont été calculées pour diverses fréquences à partir des observations réelles ou reconstituées. Elles sont reprises dans le tableau suivant pour Port-Gentil-Aéro.

Tableau 1.6-15 : Pluviométries annuelles de diverses fréquences, calculées selon la loi de Gauss (en mm)

Station	F : 0,05	F : 0,10	F : 0,20	F : 0,50	F : 0,80	F : 0,90	F : 0,95
Port-Gentil-Aéro	2 645	2 510	2 345	2 030	1 715	1 549	1 414

1.6.4.1.7 Variations spatiales

Le tracé du réseau d'isohyètes pour la période d'homogénéisation 1951-1980 est donné à la figure 1.6-2. L'influence océanique ressort nettement . De 3 000 mm dans la région de l'estuaire (Libreville, Cocobeach), elle régresse en allant vers le sud pour atteindre pratiquement toujours 2 000 mm le long de la côte méridionale à partir de Port-Gentil. L'isohyète 2 200, caractéristique d'un régime pluviométrique abondant, est sensiblement parallèle à la courbe de la grande barrière orographique "au vent". Du centre des Monts de Cristal, elle descend vers les Monts de Ndjolé pour envelopper complètement le centre du Massif du Chaillu chevauchant pratiquement la courbe de niveau 700 m. Elle oblique ensuite vers le nord-ouest en passant par le Massif du Koumounabwali et rejoint la côte entre Libreville et Port-Gentil. On remarquera les îlots déficitaires de la région de Booué et de la vallée de la Nyanga au sud-est de Tchibanga. Ces deux régions sont "sous le vent", la première à l'abri des Monts de Ndjolé et du Massif de l'Okanda (Mont Mokékou), la seconde coincée entre les Monts Mayumbe à l'ouest et le Massif de l'Ikoundou à l'est. Ces deux îlots sont couverts en dominante par la savane.

Cette composition floristique occupe également une grande partie de la vallée de l'Ogooué autour de Franceville et cette région marque aussi un îlot déficitaire par rapport aux environs nettement plus arrosés.

La différence de plus de 250 mm en moyenne interannuelle entre Fougamou et Sindara ne peut s'expliquer que par la position privilégiée de Fougamou blotti sous le vent sous l'à-pic du Koumounabwali. Les 1 825 mm de Niali peuvent paraître surestimés mais ils s'expliquent par la situation particulière de cette agglomération, sur la ligne de crête du Massif de l'Ikoundou.

1.6.4.1.8 Variations temporelles

Les variations dans le temps peuvent être représentées par la pluviosité P qui est le rapport de la pluie annuelle de l'année p sur la pluie moyenne p_m enregistrée sur la période prise en compte soit $P = p/p_m$. Cette pluviosité a été calculée pour cinq stations caractéristiques : Libreville, Mouila, Lastoursville, Makokou et Tchibanga, sur la période 1951 - 1983.

Figure 1.6-2

Carte de la République du GABON

Légende

Pluviométrie

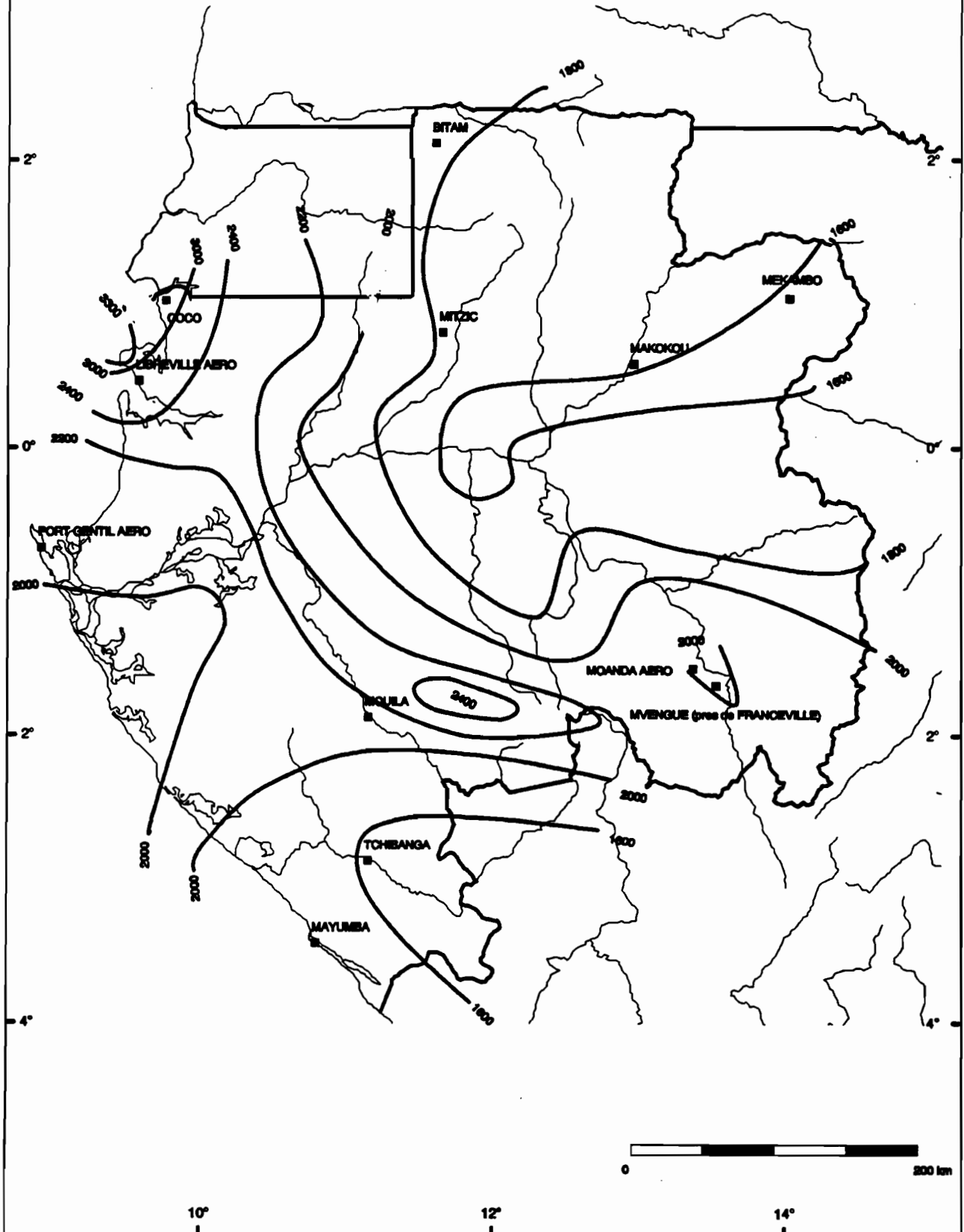
800

Isohyète moyenne annuelle (mm) -Période 1951/80-

Météorologie



Station synoptique



Si l'on étudie l'évolution de la pluviosité on observe une certaine similitude pour les quatre stations continentales, alors que Libreville, marquée par l'influence océanique, déroge légèrement dans le détail tout en respectant la forme générale des courbes des stations de l'intérieur.

Il ressort que la pluviométrie a été excédentaire antérieurement à 1957 - 1958 où l'on relève le creux relatif à la sécheresse de 1958. Libreville n'a quasiment pas accusé ce déficit. A nouveau elle est excédentaire de 1959 à 1964 avec une pointe en 1961 où l'on a enregistré les plus fortes crues sur le bassin de l'Ogooué.

De 1964 à 1974, les précipitations sont pratiquement normales à tendance déficitaire en particulier sur Mouila. Aux alentours de 1975 - 1976, on relève une très faible remontée de la pluviosité sur les stations continentales alors qu'elle est très marquée à Libreville. C'est à partir de 1976 que l'on assiste à un effondrement spectaculaire de la moyenne mobile sur 5 ans qui atteint pour tous les postes considérés ses plus basses valeurs avec l'enregistrement de records de faible pluviosité annuelle. On peut rapprocher ces observations de la séquence sèche qui depuis 1968 sévit pratiquement sur l'Afrique de l'Ouest et tout particulièrement sur la zone sahélienne. L'extension méridionale de cette sécheresse avec une accentuation catastrophique a donc touché le Gabon en 1982-1983, généralisant le phénomène sur une grande partie du continent africain.

Par contre, l'année 1984 connaît des précipitations particulièrement abondantes au Gabon et la fin de la décennie est marquée par une pluviosité en dent de scie mais proche de l'unité (avec une année 1988 très excédentaire). La figure 1.6-3 donne pour les stations de Libreville et de Makokou l'évolution de la moyenne mobile lissée sur 5 ans (période 1951-1990).

1.6.4.2 Pluviométrie mensuelle

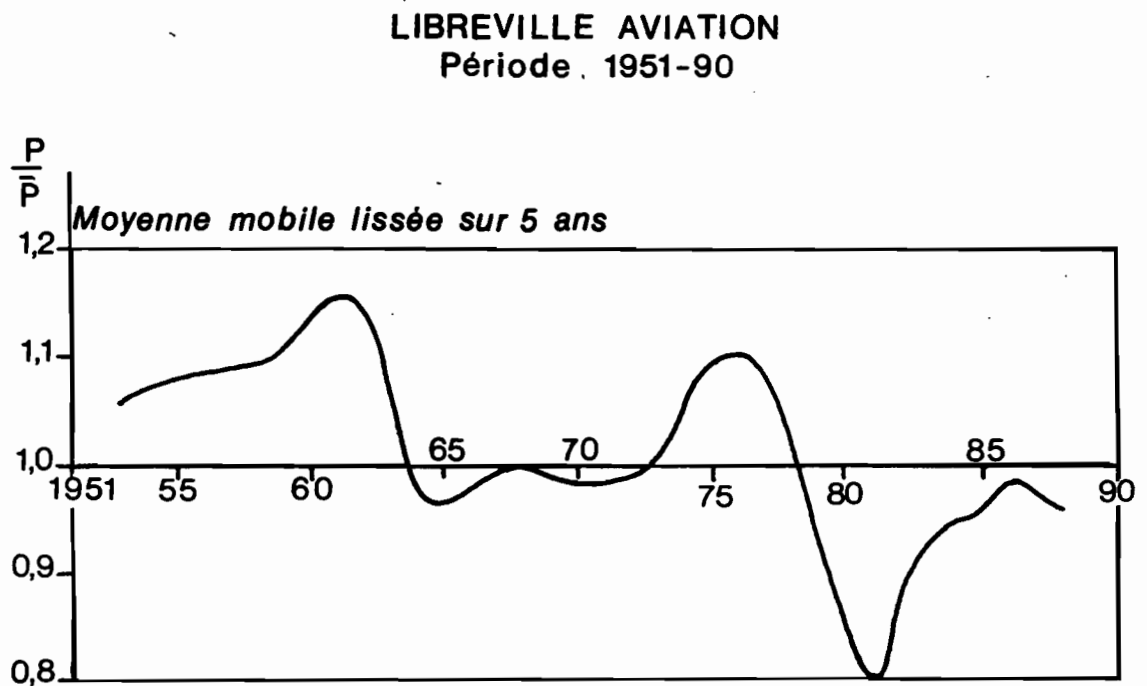
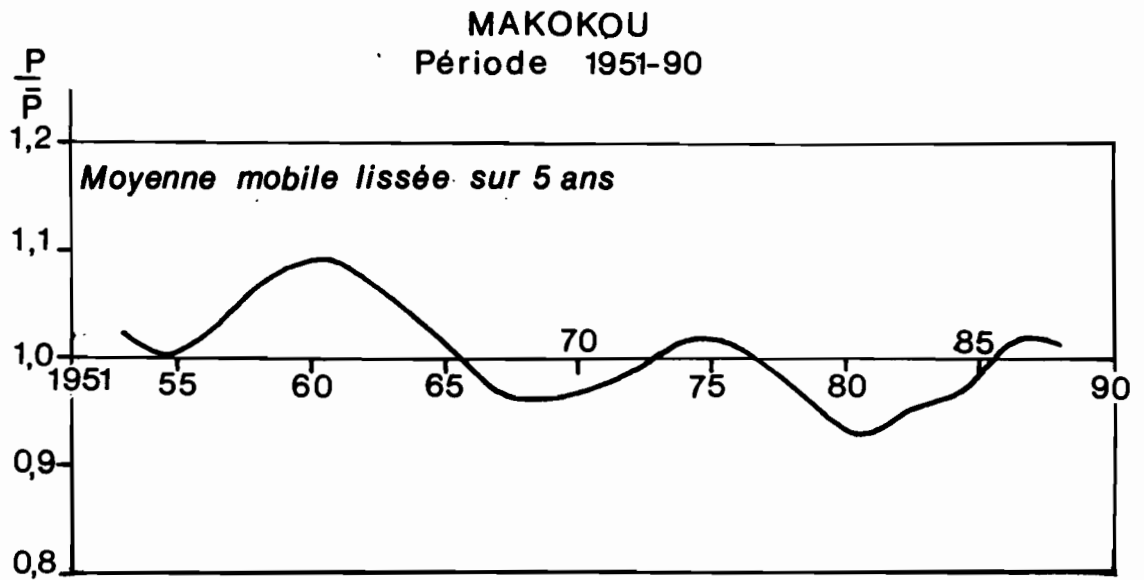
La répartition mensuelle des précipitations a été obtenue par le programme PAMPOC (ORSTOM) qui fait suite au programme VECREC (ORSTOM) de l'homogénéisation des pluies annuelles. PAMPOC ne prend évidemment en compte que les précipitations observées avec ou sans corrections systématiques. Les années ou mois manquants sont exclus de cette répartition. De ce fait, les périodes sont différentes entre stations et bien souvent pour une même station le nombre de mois observés en quantités sur la période 1951 - 1980 est lui aussi différent. Le tableau ci-après reprend pour chaque zone la répartition mensuelle des précipitations aux stations synoptiques uniquement.

La colonne 1 donne le nom de la station avec indication de sa période d'observation.

Les 12 colonnes suivantes indiquent pour chaque mois ses valeurs caractéristiques : maximum, quartile supérieur, médiane, quartile inférieur et minimum. La médiane a été préférée à la moyenne, cette dernière n'ayant dans cette étude aucun caractère significatif eu égard à l'hétérogénéité des périodes d'observation.

Figure 1.6-3

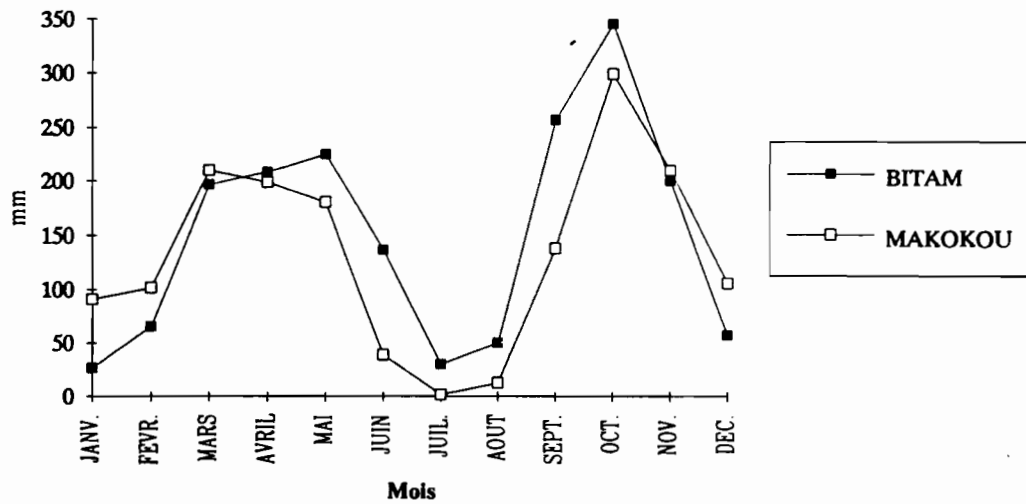
EVOLUTION DE LA PLUVIOSITE



(D'après LERIQUE, complété)

**Figure 1.6-4 : Pluies moyennes mensuelles du Nord-Est au Sud-Est à quelques stations
(nombre d'années au tableau 1.6-16)**

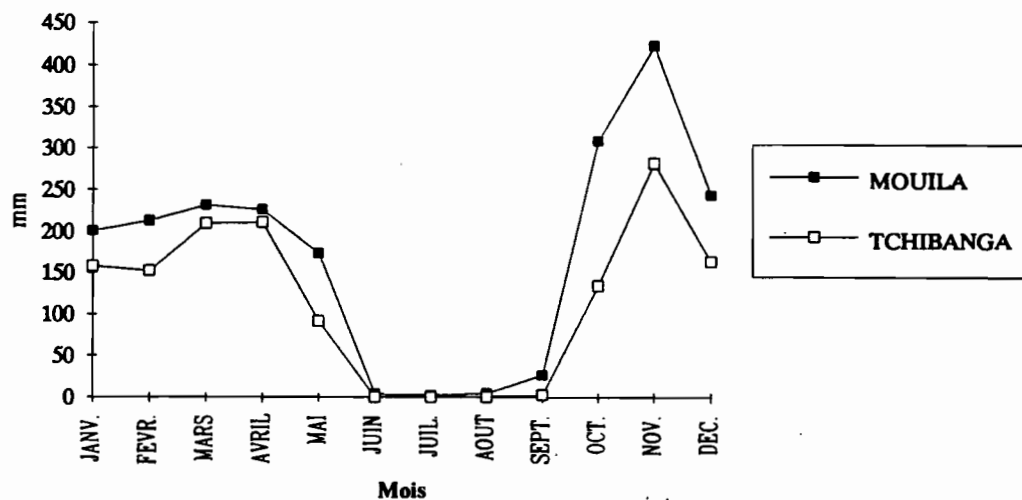
PLUIES MENSUELLES MOYENNES A BITAM ET MAKOKOU



PLUIES MENSUELLES MOYENNES A FRANCEVILLE ET LAMBARENE



PLUIES MENSUELLES MOYENNES A MOUILA ET TCHIBANGA



1.6.4.3 Pluviométrie journalière

De façon générale ce domaine a été très peu exploité. Seules quelques études, en particulier à l'occasion de l'exploitation de bassins représentatifs, ont affiné l'analyse des précipitations journalières sur les postes inclus ou jouxtant la surface impliquée dans ces études.

L'examen des relevés pluviométriques montre, qu'en particulier pour certains postes pluviométriques, les mesures ne sont pas effectuées chaque jour, et de ce fait la hauteur indiquée représente le total cumulé des averses sur plusieurs journées. A part quelques relevés fantaisistes décelés à travers l'homogénéisation des précipitations annuelles, les relevés journaliers des stations synoptiques présentent un certain caractère de fiabilité.

1.6.4.3.1 Nombre moyen annuel de jours de pluie

La Direction de la Météorologie Nationale a procédé pour quelques stations à l'évaluation du nombre moyen annuel de jours de précipitations supérieures aux cinq tranches classiques de hauteurs : 0,1 - 1 - 10 - 50 et 100 mm et ce, sur la période 1951 - 1975.

Ces résultats sont repris au tableau 1.6-17 pour les stations synoptiques où la période d'observation est supérieure à 20 ans.

1.6.4.3.2 Précipitations journalières maximales

Les tableaux 1.6-18 et 1.6-19 reprennent respectivement pour les stations synoptiques, et pour les postes pluviométriques auxquels on a ajouté les postes périphériques implantés hors du territoire national, les précipitations maximales enregistrées sans aucune correction. La quatrième colonne (x) indique la moyenne interannuelle des averses journalières maximales enregistrées sur la période d'observation.

Le Comité Interafricain d'Etudes Hydrauliques (C.I.E.H) a effectué une étude de synthèse des pluies journalières de fréquences rare au Gabon. La méthode employée est celle de Comet - Barthe et T.M. Djitik.

Tableau 1.6-16 : Répartition et caractéristiques des précipitations mensuelles

Zone côtière nord

Nom de station (nombre d'années)		1 Janv.	2 Fév.	3 Mars	4 Avril	5 Mai	6 Juin	7 Juil.	8 Août	9 Sept.	10 Oct.	11 Nov.	12 Déc.
<i>Libreville - Aéro</i>	Max.	559.1	475.7	669.6	545.3	510.4	125.5	7.1	28.8	426.8	649.0	799.2	771.4
	Q 1	348.5	309.5	499.9	389.9	357.2	21.9	2.1	8.7	146.9	516.7	614.8	418.8
30 ans complet	Méd.	276.2	290.2	413.4	328.0	289.9	5.7	1.0	2.6	77.8	424.8	504.8	309.7
(1951-1980)	Q 3	174.9	235.8	320.1	268.3	195.9	1.0	0	1.3	36.4	272.3	396.8	214.0
	Min.	75.9	77.9	100.1	206.6	6.7	0	0	0	2.6	91.6	202.8	58.7
<i>Cocobeach</i>	Max.	486.0	685.7	571.0	538.7	554.2	174.1	14.2	42.0	905.3	925.0	753.6	515.4
28 ans	Q 1	305.3	269.1	316.6	381.2	435.0	63.6	6.1	25.2	256.7	785.8	551.3	357.2
	Méd.	222.7	214.6	273.4	317.2	348.5	28.6	2.0	15.8	162.6	586.3	476.7	295.3
	Q 3	185.0	141.7	210.4	262.2	254.0	13.0	0.1	5.5	127.0	502.4	384.8	194.1
	Min.	112.5	92.7	132.2	125.4	30.6	1.4	0	0	14.2	323.4	198.5	69.6

Suite ...

Zone nord - est

Nom de station (nombre d'années)		1 Janv.	2 Fév.	3 Mars	4 Avril	5 Mai	6 Juin	7 Juil.	8 Août	9 Sept.	10 Oct.	11 Nov.	12 Déc.
<i>Bitam</i>	Max.	138.8	187.7	482.7	388.7	460.3	317.5	122.4	170.3	543.3	490.2	362.4	136.4
29 ans	Q 1	93.0	116.3	232.9	272.8	313.1	214.1	65.0	86.6	294.6	383.3	250.4	85.2
	Méd.	26.5	65.3	196.4	208.5	224.6	136.4	30.1	49.9	257.2	346.3	200.0	56.9
	Q 3	11.6	48.0	153.3	167.8	171.6	102.8	3.6	21.3	197.5	238.5	156.7	26.4
	Min.	0	6.7	57.1	115.1	88.9	20.6	0.1	0	101.8	134.1	71.2	9.2
<i>Makokou</i>	Max.	164.2	277.8	359.2	386.4	282.7	121.0	27.1	92.7	258.2	486.4	303.7	210.6
30 ans	Q 1	101.6	164.6	255.9	254.6	216.3	79.9	5.6	34.9	171.8	364.7	245.8	153.4
(1951-1980)	Méd.	90.7	101.7	209.6	198.6	180.3	38.8	1.6	12.8	138.1	299.6	209.6	105.9
	Q 3	53.1	83.5	152.7	146.7	152.1	18.3	0.4	3.3	92.3	253.0	181.3	57.5
	Min.	10.6	49.0	87.5	108.0	71.3	2.2	0	0	8.8	150.9	113.0	29.2

Suite .../...

Zone nord - est

Nom de station (nombre d'années)		1 Janv.	2 Fév.	3 Mars	4 Avril	5 Mai	6 Juin	7 Juil.	8 Août	9 Sept.	10 Oct.	11 Nov.	12 Déc.
<i>Mitzic</i>	Max.	213.9	211.6	358.3	423.3	396.7	140.7	85.0	52.8	305.3	504.9	367.2	327.8
25 ans	Q 1	148.4	155.9	286.3	243.5	252.8	55.1	7.4	27.3	192.8	413.7	293.2	145.4
	Méd.	96.1	117.5	226.6	210.9	210.5	35.5	1.4	7.1	125.8	341.9	238.4	117.2
	Q 3	48.5	88.9	172.1	159.2	171.1	13.2	0.2	1.8	77.9	287.1	181.7	73.1
	Min.	30.9	27.2	99.5	79.7	114.2	4.3	0	0	50.9	200.1	118.2	36.7

Zone sud - est

Nom de station (nombre d'années)		1 Janv.	2 Fév.	3 Mars	4 Avril	5 Mai	6 Juin	7 Juil.	8 Août	9 Sept.	10 Oct.	11 Nov.	12 Déc.
<i>Franceville</i>	Max.	315.5	316.2	466.2	359.1	501.3	155.9	34.1	59.2	198.8	448.8	394.1	355.6
19 ans	Q 1	236.9	240.0	342.8	288.2	269.9	45.8	4.8	29.5	167.3	330.2	348.2	260.4
	Méd.	169.2	185.9	241.1	194.3	196.0	19.4	2.2	5.6	116.9	270.3	301.2	195.5
	Q 3	108.1	148.2	180.9	161.9	125.9	11.5	0.3	1.0	75.8	197.0	229.3	133.1
	Min.	54.0	110.0	58.2	12.5	69.3	0	0	0	23.0	149.7	194.6	118.4

.../...

Suite .../...

Zone sud - est

Nom de station (nombre d'années)		1 Janv.	2 Fév.	3 Mars	4 Avril	5 Mai	6 Juin	7 Juil.	8 Août	9 Sept.	10 Oct.	11 Nov.	12 Déc.
<i>Lastourville - Aéro</i>	Max.	382.0	285.9	536.5	382.2	366.0	135.4	20.3	88.4	235.8	491.2	464.6	39.9
	Q 1	197.8	227.7	261.0	245.3	227.0	50.8	9.2	21.3	174.5	348.6	334.7	255.5
27 ans	Méd.	156.1	162.8	231.2	189.5	178.8	29.4	2.8	9.0	107.6	290.5	277.6	151.9
	Q 3	103.9	107.5	184.5	155.8	144.7	6.6	0	2.2	63.8	235.2	224.9	121.2
	Min.	50.8	15.0	124.2	76.1	64.4	0	0	0	14.2	146.5	163.1	84.4
<i>Moanda - Aéro</i>	Max.	322.5	375.2	482.6	459.5	437.2	185.8	84.9	60.4	236.6	465.8	445.8	361.9
	Q 1	214.4	278.9	354.9	296.0	268.3	56.4	15.8	27.0	138.1	328.6	343.6	261.1
20 ans	Méd.	182.2	205.3	270.2	225.0	220.5	32.8	6.4	12.5	104.3	273.8	290.0	171.4
	Q 3	137.5	171.6	208.9	158.1	187.5	5.1	1.3	3.1	71.0	195.6	244.3	118.8
	Min.	93.5	87.9	82.7	118.6	84.0	0.3	0	0.7	46.7	108.7	139.9	53.5

.../...

Suite ...

Zone centre - sud

Nom de station (nombre d'années)		1 Janv.	2 Fév.	3 Mars	4 Avril	5 Mai	6 Juin	7 Juil.	8 Août	9 Sept.	10 Oct.	11 Nov.	12 Déc.
Lambaréné - Aéro	Max.	323.1	266.1	433.5	575.5	326.1	70.5	9.3	18.0	400.3	580.5	585.7	287.0
	Q 1	237.9	200.6	345.3	300.3	209.3	18.5	3.3	9.7	107.4	439.7	444.5	207.6
21 ans	Méd.	189.8	157.0	274.5	213.2	153.9	5.0	1.9	4.9	55.6	380.0	336.2	160.5
	Q 3	132.7	107.1	225.3	166.1	125.9	1.2	0.8	1.7	21.1	261.7	294.4	111.0
	Min.	73.0	59.9	115.7	74.7	71.2	0	0	0	3.2	174.3	199.9	40.5
Mouila	Max.	517.6	430.5	436.5	380.2	328.2	145.5	19.2	21.0	355.3	643.3	623.8	421.1
29 ans	Q 1	276.9	299.4	290.1	272.0	210.0	8.9	6.4	7.3	47.5	407.2	475.8	320.8
	Méd.	200.3	212.1	231.0	225.4	173.1	4.5	2.0	4.6	26.6	308.1	422.5	242.7
	Q 3	154.8	151.9	181.3	187.5	118.4	1.6	0.4	2.0	11.0	290.4	314.9	167.4
	Min.	65.8	39.2	100.9	100.8	23.4	0	0	0	0.9	131.2	116.8	84.7

...

Suite ...

Zone centre - sud

Nom de station (nombre d'années)		1 Janv.	2 Fév.	3 Mars	4 Avril	5 Mai	6 Juin	7 Juil.	8 Août	9 Sept.	10 Oct.	11 Nov.	12 Déc.
Tchibanga	Max.	354.1	335.6	468.6	335.1	247.5	38.8	0.8	3.3	22.2	410.2	445.8	446.6
27 ans	Q 1	219.3	228.3	268.2	246.1	131.7	0.3	0	0	8.8	209.6	349.4	239.8
	Méd.	157.5	152.0	209.4	210.6	91.5	0	0	0	2.9	133.6	280.9	163.3
	Q 3	94.2	113.6	158.4	162.0	64.1	0	0	0	0.4	74.9	231.3	128.5
	Min.	27.4	48.7	87.3	70.7	0	0	0	0	0	14.1	110.6	44.8

Zone côtière sud

Nom de station (nombre d'années)		1 Janv.	2 Fév.	3 Mars	4 Avril	5 Mai	6 Juin	7 Juil.	8 Août	9 Sept.	10 Oct.	11 Nov.	12 Déc.
Port - Gentil - Aéro	Max.	459.9	575.5	522.4	597.1	358.5	70.5	4.7	30.9	98.0	401.8	637.7	546.7
	Q 1	353.9	263.2	362.8	372.4	277.1	1.3	0.2	6.5	37.5	248.5	410.0	357.8
28 ans	Méd.	230.7	184.5	292.7	326.6	157.3	0	0	2.8	25.3	150.7	288.4	224.1
(1953-1980)	Q 3	159.1	135.3	234.3	181.2	77.5	0	0	0.7	9.4	91.2	216.8	98.5
	Min.	34.7	65.4	136.4	79.0	0	0	0	0	1.2	35.8	167.4	44.0

Tableau 1.6-17 : Nombre moyen annuel de jours de pluies (1951-1980)

Station	Nombre moyen de jours de pluie avec :				
	H > 0,1 mm	H > 1 mm	H > 10 mm	H > 50 mm	H > 100 mm
Libreville - Aéro	178,2	145,7	74,4	16,4	6,1
Cocobeach	192,9	171,6	86,7	19,1	2,9
Port - Gentil	136,3	109,7	51,3	10,0	1,5
Bitam	130,7	117,4	56,0	5,4	0,3
Mayumba	127,0	102,0	44,4	8,7	1,8
Makokou	132,6	110,7	55,7	5,4	0,5
Mitzic	142,7	115,6	54,2	4,5	0,1
Lastoursville	121,2	106,7	54,6	5,5	0,3
Mouila	151,4	130,8	61,6	9,7	1,2
Mékambo	124,1	108,7	50,8	3,8	0,2

Tableau 1.6-18 : Précipitations maximales journalières enregistrées aux stations synoptiques

Stations	Dates	H en mm	x
Libreville - Aéro	13.05.1950	248,2	150,0
Libreville - Ville	07.10.1897	186,8	-
Cocobeach	02.11.1897	245,2	147
Bitam	16.04.1969	132,6	90,1
Mitzic	10.05.1958	123,5	83,0
Makokou	03.10.1953	185,2	96,0
Mékambo	02.09.1959	128,4	79,0
Port-Gentil-Ville	18.04.1965	302,8	-
Port-Gentil-Aéro	18.04.1965	306,8	139,0
Mayumba	28.02.1959	325,2 ?	135,0
Franceville	23.03.1968	148,7	96,0
Lastoursville	21.05.1951	151,5	83,0
Lambaréné - Aéro	12.10.1968	150,0	108,0
Lambaréné - Ville	12.04.1958	180,8	-
Mouila	02.11.1966	204,0	113,0
Tchibanga	02.11.1957	126,6	78,0

Tableau 1.6-19 : Précipitations maximales journalières enregistrées aux postes pluviométriques

Stations	Dates	H (mm)	x
Bakoumba	05.01.1962	132	94,0
Booué	28.10.1955	147	88,0
Cap Estérias	27.09.1959	185	146,2
Ekouk	22.05.1970	189	128,0
Etéké	09.10.1966	126	81,0
Fougamou	10.01.1962	132	91,0
Kango	05.11.1961	203	123,7
Koulamoutou	03.12.1959	156	87,5
Lébamba	15.11.1955	160	98,0
Mbigou	10.01.1956	210	96,8
Médouneu	06.01.1963	120	80,8
Minvoul	17.10.1959	130	99,0
Moanda	01.05.1959	112	86,6
Mvily	17.05.1967	166	121,9
Niali	14.10.1969	131 *	100,2
Ntoun	09.11.1966	130	120,3
Okondja	03.10.1962	141	98,1
Omboué	11.03.1954	170 *	112,2
Oyem CMCE	22.03.1963	163	96,4
Pégnoundou	04.02.1965	133 *	87,3
Petit Okano	29.11.1955	127	-
Settécama	11.05.1959	181	111,4
Sindara	12.10.1961	153	106,0
Divénié	06.11.1961	140	99,7
Ewo	08.05.1962	172 *	117,0
Kellé	05.01.1957	202	99,1
Lékana	30.04.1961	122	91,3
Zanaga	06.05.1963	114	83,8
Sangmélina	? 1952	114	83,3

1.7 Géologie

La géologie du Gabon est déterminée par deux grands ensembles lithologiques, dont les descriptions sont résumées sur la figure 1.7-1 et les tableaux 1.7-1 et 1.7-2 :

a) les formations de couverture

- le Bassin Sédimentaire côtier Secondaire et Tertiaire, couvrant environ 40 000 km², présente des couches avec pendage vers l'Ouest. Il est divisé par le horst de Lambaréné, en un bassin synclinal intérieur constitué de formations continentales fluviolacustres ou lagunaires, et un bassin atlantique constitué de dépôts marins ;

- les dépôts continentaux de l'arrière pays, formations fluviales actuelles ou anciennes et "Complexe de la Stone Line" (formations meubles superficielles, sables argileux, matériaux grossiers et niveaux d'altération) ;

CARTE GÉOLOGIQUE ET GITOLOGIQUE SIMPLIFIÉE
DE LA RÉPUBLIQUE GABONAISE

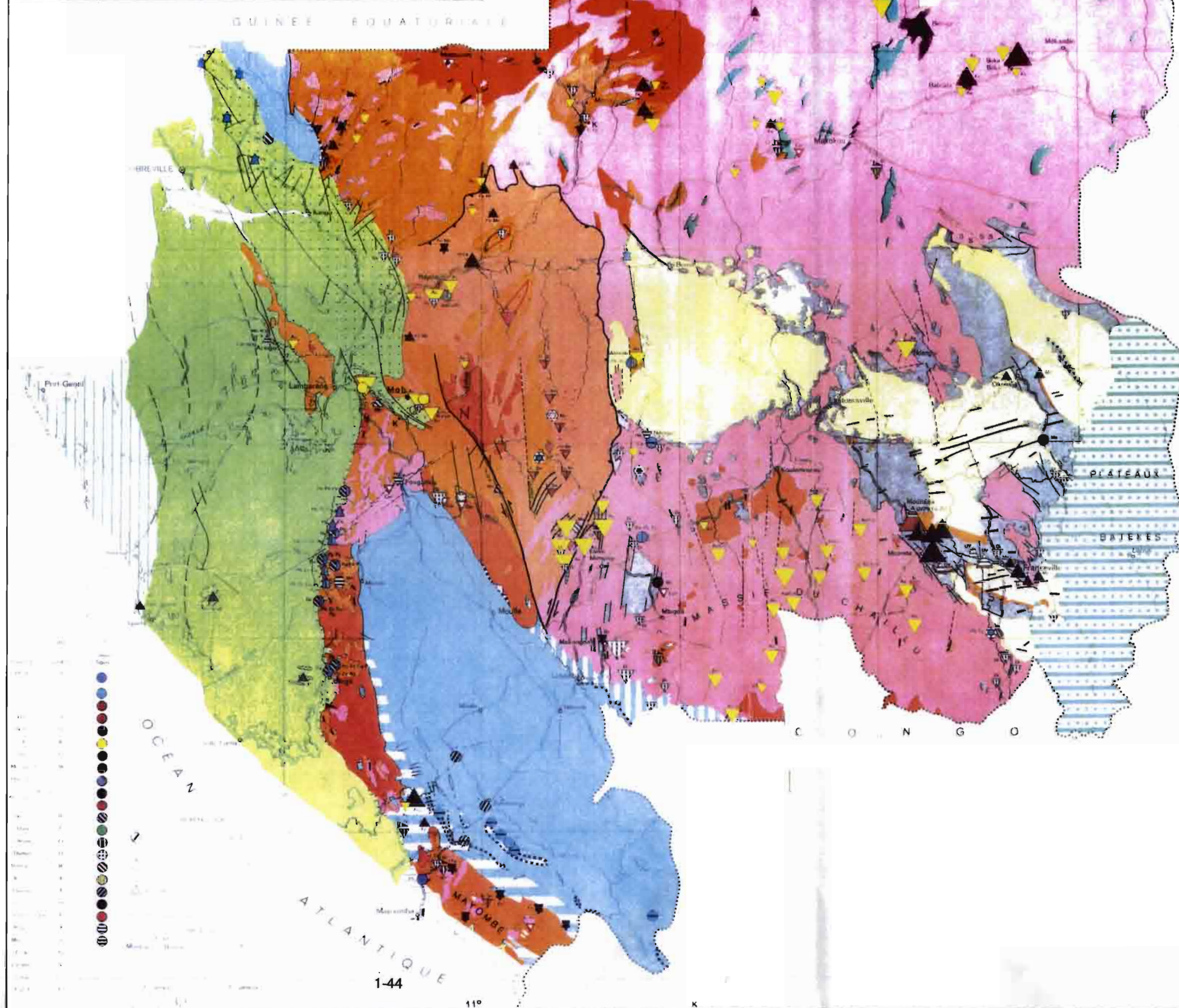
Fond géologique: H. HUDELEY
Géologie: P. DADET

Echelle 1/1000000

Figure 1.7-1

- source B R G M -

1971, complété 1990



LEGENDE

FORMATIONS DE COUVERTURE

TERTIAIRE

CONTINENTAL DE LA CUVETTE CONGOLAISE

- Série des Plateaux Batekes
- BASSIN SEDIMENTAIRE COTIER
- Série des Cirques (Pliocène Quaternaire)
- Tertiaire marin

CRETACE

- Séries marines (Aptien Supérieur Damien)
- Séries continentales lacustres (Jurassique Supérieur Aptien inférieur)
- Plateforme d'Azingo (Aptien inférieur marin)
- Flexure
- Dôme
- Synclinal

FORMATIONS PRECAMBRIENNES

CONGO OCCIDENTAL

- Séries schisto-gréseuses (Flysch externe et molasse) conglomérat
- Séries schisto-calcaires
- Tillites
- Flysch interne
- Molasse (Bouenzien)
- Série siliceuse à manifestations éruptives basiques (Loukoula)
- Anticlinal

FRANCEVILLIEN

- Francevillien moyen et supérieur
- Grès de Poubara
- Formations du Francevillien et système intermédiaire
- Faciès tufacé du Francevillien

COMPLEXE INFÉRIEUR

- Granite à tendance alcaline
- Granite filonien aplitique et pegmatitique associé
- Granite calco-alcalin
- Granodiorite et granite indifférencié
- Syénite alcaline
- Complexe charnockitique
- Migmatites
- Orthoamphibolites
- Quartzites ferrugineuses
- Norites
- Dolérites
- Faïlles observées
- Faïlles supposées
- Faïlle inverse chevauchante

Tableau 1.7-1 Bassin sédimentaire côtier du GABON : DONNEES STRATIGRAPHIQUES

AGE	ENSEMBLES		Description Lithostratigraphique	Débit spécifique moyen m3/h.m	
QUAT.			SERIES POST- SALIFERES (Aptien Supérieur à Post-Miocène)		
TERTIAIRE		Sédiments marins prédominants	P Série des Cirques (Pliocène) : 100 à 200 m Grès argileux, graviers, sables arkosiques, argiles, sables éoliens Série d'Aléwana (Miocène) : 500 à 1 200 m Principalement sableux. m Série des Plateaux Batékés : grès tendres et sables limoneux Formation de Tchengué : sables et argiles Formation de M'Béga : argiles à intercalations calcaires ou dolomitiques puis sables Formation de Mondorové : argiles silteuses à intercalations dolomitiques sables et argiles à intercalations de grès carbonatés, parfois conglomératiques Lacune de l'Oligocène Série de Mandji (Paléocène à Eocène) : 500 m. Faciés essentiellement argileux ; calcaires, calcaires gréseux ou marneux, sables grossiers. e Eocène Formation de N'Gola Formation d'Animba Formation d'Ozouri Pa Paléocène Formation d'Ozouri Formation d'Ikhandou	1,4 (0,03 à 3,2)	
			SeMae Série de Komandji et série de Pointe Clairette - Port-Gentil (Sénonien à Maestrichtien) Base Marnocalcaire, sommet gréseux	<1 (0,03 à 0,3)	
			Tu Série de Sibang et série d'Azilé (Turonien) : 500 à 650 m Base calcaréo-marneuse, grès friables, calcaires et marnes	< 5 (0,08 à 1,2)	
			Cen Série rouge et série du Cap Lopez (Cénomanién) : 400 à 1 000 m Faciès détritiques prédominants sableux et marneux, couleur rouge	0,2 (0 à 0,5)	
SECONDAIRE	CRETACE	Sédiments marins prédominants	Ma Série de Madiela (Aptien supérieur à Albien supérieur) : 750 à 850 m Série carbonatée	3,3 (0 à 66)	
		SALIFERE	SERIE DES EVAPORITES (Aptien supérieur) observée en sondages Sel massif à intercalations de marnes noires ou de marnes rubanées, calcaires ou dolomies : 50 à 1 000 m.		
			SERIES ANTE-SALIFERES (Jurassique supérieur ? à Aptien inférieur)		
		COCOBEACH	Série de Cocobeach	0,1 (0 à 1,3)	
PRIMAIRE	JURASSIQUE SUP.		Cs Cocobeach supérieur : marnes micacées sableuses, marnes noires rubanées 200 à 300 m ensemble détritique grossier, conglomérat à éléments de socle	< 0,1 > 1	
			Cm Cocobeach moyen : marnes vertes ou grises, calcaires, schistes pyrobitumineux, grès massifs 1 400 à 1 700 m	< 0,1	
			Ci Cocobeach inférieur : marnes souvent bitumeuses à intercalations de siltstones, calcaires, calcaires dolomitiques 800 à 1 300 m Série de transition - niveaux argileux dans des faciès gréseux	> 0,1	
	INFRA-COCOBEACH	Série de N'Dombo : 150 m au Sud à 400 m au Nord	> 0,1		
PRIMAIRE		PERMIEN		Nd Ensemble sableux et gréseux : alternance de sables fins et de niveaux grossiers et conglomératiques.	
	INFRA-COCOBEACH	Série de M'Vone : 180 m au Sud à 300 m au Nord	> 1 (1,7 à 2,7)		
		Mv Ensemble marneux : marnes compactes rouges, violettes ou vertes, parfois bitumineuses Ensemble gréseux : grès rouge brique friable grossier à conglomératique			
PRIMAIRE	PERMIEN	INFRA-COCOBEACH	Série de l'Agoula : 180 m au Sud à 400 m au Nord		
			Ag Complexe grés-marneux : marnes et grès rouges ou verts, intercalations de marnes bitumineuses ou de grès silicifiés		
			SYSTEME DE LA NOYA (Précambrien supérieur).		

D'après la "Carte de Planification des Ressources en eau - BRGH - CIEH"

Tableau 1.7-2

Formations du Socle Précambrien : DONNEES STRATIGRAPHIQUES

AGE	DESCRIPTION LITHOSTRATIGRAPHIQUE	Débit Spécifique Moyen m ³ /h.m
Précambrien supérieur	Formations calcaro-gréseuses avec des niveaux d'argiles et d'argilites dans le synclinal de la Noya ; évolution karstique des séries schisto-calcaires. Ensemble schisto-calcaire →	5,5 (0 à 24)
	Formations schisteuses, schisto-gréseuses, argilites dans le synclinal de la Nyanga. Ensemble schisto-gréseux →	0,9 (0 à 3,4)
Précambrien moyen (Francevillien)	Ensemble sédimentaire à dominante gréseuse à la base et au sommet : faciès gréseux grossiers, arkosiques ou conglomératiques.	0,6 (0 à 10)
	Niveaux intermédiaires : grès fins avec couches de jaspes et passées dolomitiques. Injections de dolérites fréquentes. Ensemble g abbrodoléritique →	0,3 (0,02 à 1,5)
Précambrien inférieur	Métamorphisme très marqué et importants phénomènes de granitisation.	
	Ensemble granitique, gneissique ou migmatitique ; localement schistes, micas-chistes et quartzites. Gneiss → altérites granitiques → Granito-gneiss →	0,1 (0,01 à 0,75) 0,3 (0 à 2,9) 0,2 (0 à 5,3)

- les formations de la cuvette congolaise représentées par les Plateaux Batékés, situés au Sud-Est et constitués de sables limoneux surmontant des grès tendres à intercalations argileuses, pouvant atteindre une centaine de mètres.

b) les formations du socle Précambrien

- le Précambrien inférieur couvre une surface de 140 000 km² (soit la moitié de la superficie du Gabon !), il est représenté par des séries cristallines à cristallophylliennes qui constituent le massif Nord-Gabon, le massif de Chaillu et la chaîne du Mayombé ;

- le Précambrien moyen couvre une superficie de 32 000 km² (le bassin sédimentaire de Franceville essentiellement, le flanc Ouest du synclinal de la Nyanga), il est constitué par une série sédimentaire à dominante gréseuse ;

- le Précambrien supérieur couvre une superficie d'environ 30 000 km² (synclinal de la Nyanga et bassin de la Noya), les formations représentées sont du type schisto-gréseux à calcaro-gréseux.

1.8 Hydrologie

Le contenu de ce paragraphe doit beaucoup à une courte synthèse provisoire de Carré (1978), identifiée en Bibliographie, sur le régime des fleuves et rivières du Gabon.

Certains chiffres ont été actualisés grâce au travail beaucoup plus important en cours de J.Lerique, qui prépare à l'ORSTOM une monographie hydrologique sur le Gabon, dont l'achèvement est prévu en 1992.

A l'échelle du territoire gabonais, la représentation sommaire des connaissances en hydrologie de surface relève de deux regards complémentaires.

Le premier est celui de l'observateur des nombreuses rivières ou petits cours d'eau qui sillonnent le territoire, dont la genèse et le fonctionnement peuvent être considérés comme essentiellement liés aux conditions locales de climat et de phyto-géographie. Les conclusions sont de portée **régionale** en ce sens qu'elles sont applicables en première approximation à différentes rivières du voisinage.

L'autre s'intéresse aux axes fluviaux et concerne la description des caractéristiques temporelles des débits, description "**stationnelle**", puisque attachée à une partie limitée et restreinte au cours proprement dit des fleuves, celle identifiée par la **station hydrométrique d'observation**.

Aussi le rappel du régime des grands cours d'eau sera-t-il précédé d'un essai de régionalisation des relations entre les termes du **bilan hydrologique** au sens large :

Pluie/Ecoulement/Evapotranspiration, sur une période donnée.

Ce bilan se réfère ici à des ensembles ne dépassant pas quelques milliers de km² (50 km de côté), supposés présenter encore une certaine homogénéité des caractéristiques climatiques dans un contexte de pénéplaine.

A l'opposé, le bassin de l'Ogooué à Lambaréné intéresse 203 000 km², soit près de 4/5e de la superficie du Gabon, répartis de part et d'autre de l'équateur géographique, avec des différences importantes dans la pluviométrie annuelle et sa répartition.

1.8.1 Régionalisation (/1 000 km²) du bilan hydrologique inter-annuel

A l'échelle de temps interannuelle, elle repose sur l'étude de la relation :

$$\text{Déficit moyen/an} = \text{Pluie moyenne/an} - \text{Ecoulement moyen/an}$$

Celle-ci est exprimée en unités cohérentes, pour l'ensemble du bassin de quelques milliers de km² de superficie qui fournit l'écoulement. Les très grands bassins ne sont pas utilisés.

1.8.1.1 Références climatiques

Caroff, Y. et Rydalevsky, G. (1970) ont défini au Gabon six zones climatiques d'après le critère de durée de la saison sèche australe, dont l'utilisation a aussi paru pertinente pour ordonner les valeurs du déficit d'écoulement. Le tableau 1.8-1, présente ces zones, leurs caractéristiques, et les principaux bassins versants intéressés correspondants.

Le climat gabonais, chaud (24 à 26°), sans gros écarts thermiques diurnes et très pluvieux, permet presque partout et toute l'année, la satisfaction de la demande évapo-transpiratoire.

Il trouve place dans les classifications en usage comme Climat **équatorial pur** ou **équatorial de transition australe, sous influence maritime**. On peut préciser le degré de transition : on parlera de transition à faible **nuance australe** quand la **sécheresse** de l'hiver australe, l'emportant sur l'autre, dure de **deux à trois mois**; la transition est à **nuance australe**, quand la même sécheresse dure **de trois à trois mois et demi**. La transition est dite à **dominance australe** quand la sécheresse australe dure plus de **3,5 mois**.

Le domaine du climat **équatorial pur** est limité aux plateaux du Ntem-Ivindo supérieur.

Le domaine du climat **équatorial de transition à dominance australe** couvre la moitié sud-ouest du territoire depuis les versants sud-ouest des plateaux batékés et du Chaillu jusqu'au Mayombe.

Le climat **équatorial de transition, à nuance australe faible à moyenne**, intéresse le complément des deux espaces précédents.

Tableau 1.8-1 : Bassins versants et Zones climatiques régionales

N°ZONE (sécheresse) (australe)	TEMP.MOY/AN (amplitude) (thermique)	PLUIE P/AN (période des) (Maximum/mois)	BASSINS VERSANTS
I 4 à 5 mois	25° 5°	< 2000mm Nov. Fév.	Plaine littorale de Mayumba
II 4 mois	26° 4 à 4.5°	1500mm Nov. mars 2000mm Nov. Mars Avril	Douli, Mouvenga Moukalaba, R.Nkomi
III 3,5 à 4 mois	26° 3.5 à 4°	2000/2250mm Oct.,Nov. Mars Avril	Ngounié, Offoué et Ogooué supérieurs
IV 3 à 3,5 mois	24 à 25° 3°	1500/1750mm Oct.,Nov. Mars Avril 2000/1750mm Oct.,Nov. Mars, Avril	Offoué, Okano et Lolo inférieurs Ogooué moyen Lebiyou, Leyou Lekoni
V 3 mois	26° 3°	2250mm Oct, Nov. Avril	Komo, Noya
VI 2 à 3 mois	24° 3°	1750mm Oct. Avril	Okano Supérieur Mvoun, Mounianze
VI 2 mois	24° 2 à 3°	1850/1650mm Oct Mai	Ivindo Supérieur Ntem

amplitude thermique : écart maximal suivant les valeurs mensuelles
un mois est dit "sec" s'il reçoit moins de 2% de la pluie annuelle

1.8.1.2 Références phyto-géomorphologiques

En dehors du climat, on peut présenter le fonctionnement hydrodynamique actuel des versants comme lié, dans l'ordre d'explication, à des causes historiques très récentes qui marquent la surface, plus anciennes qui ont marqué les formes et la sub-surface, et encore plus anciennes qui ont marqué le sous-sol (genèse des roches et altération).

En pratique, les premiers pas, dans Carré (1978), d'une structuration hydrodynamique de l'espace au Gabon ont été favorisés par l'existence de cartes de végétation, de géomorphologie, de géologie, interprétées en termes de consommation, stockage, déstockage, cheminement de l'eau aux interfaces et dans les paysages.

Les principales unités présentant une probable homogénéité du point de vue de la dynamique de l'eau sur versant sont présentées tableau 1.8-2 et Figure 1.8-1.

Le premier critère est la qualité de la protection du sol et donc la **nature et la dynamique de la couverture végétale**. La première différenciation spatiale introduite est donc due à une carte de la végétation. Pour des raisons de lisibilité, elle a été réduite à trois éléments : on suppose que la forêt et ses corollaires (humus et litières), présente sur 85% du territoire, possèdent partout les mêmes effets sur la dynamique de l'eau : infiltration en surface, drainage latérale souvent interne et rapide de celle-ci sur pente forte, ou alimentation verticale des nappes sur pentes faible, toujours sur ou à travers les horizons B des mêmes sols ferrallitiques généralement très épais. Cependant, sur les pentes fortes des forêts périodiquement sans litière ni sous-bois, l'existence de ruissellement (s.s.) est à envisager et les espaces correspondants mériteraient d'être différenciés.

La géomorphologie, et son vocabulaire, renseignent sur ces pentes, sur l'éventualité de zones contributives saturées, ainsi que sur la dynamique le long des lits mineurs, en particulier dans le cas de flats marécageux.

Ceux-ci sont à l'origine de la régularisation des crues dans le Nord Gabon, dont un exemple type est fourni par la station d'Ebomane sur le Ntem. Dans la même région, la coupe transversale en "dos de baleine" de l'amont des versants, raccordés brutalement au flat, fournit un cadre explicatif cohérent à l'existence et à l'origine spatiale des écoulements rapides consécutifs à des pluies qui sont pourtant d'intensité modeste.

La **qualité et l'âge des roches sous-jacentes** renseignent enfin sur les capacités d'emmagasinement et de restitution du sous sol, donc sur les niveaux comparés respectifs des étiages. On note le potentiel d'explication de ce critère dans le cas de la plupart des formations sédimentaires récentes, et en particulier pour les grès batékés. On pourra distinguer la fraction granito-gneissique du socle de ses parties schisteuses et introduire son degré de fracturation, facteur de drainage et de restitution.

**Tableau 1.8-2 : Dynamique de l'eau à l'échelle des versants. Définition
des unités phyto-géomorphologiques (1/2 000 000)**

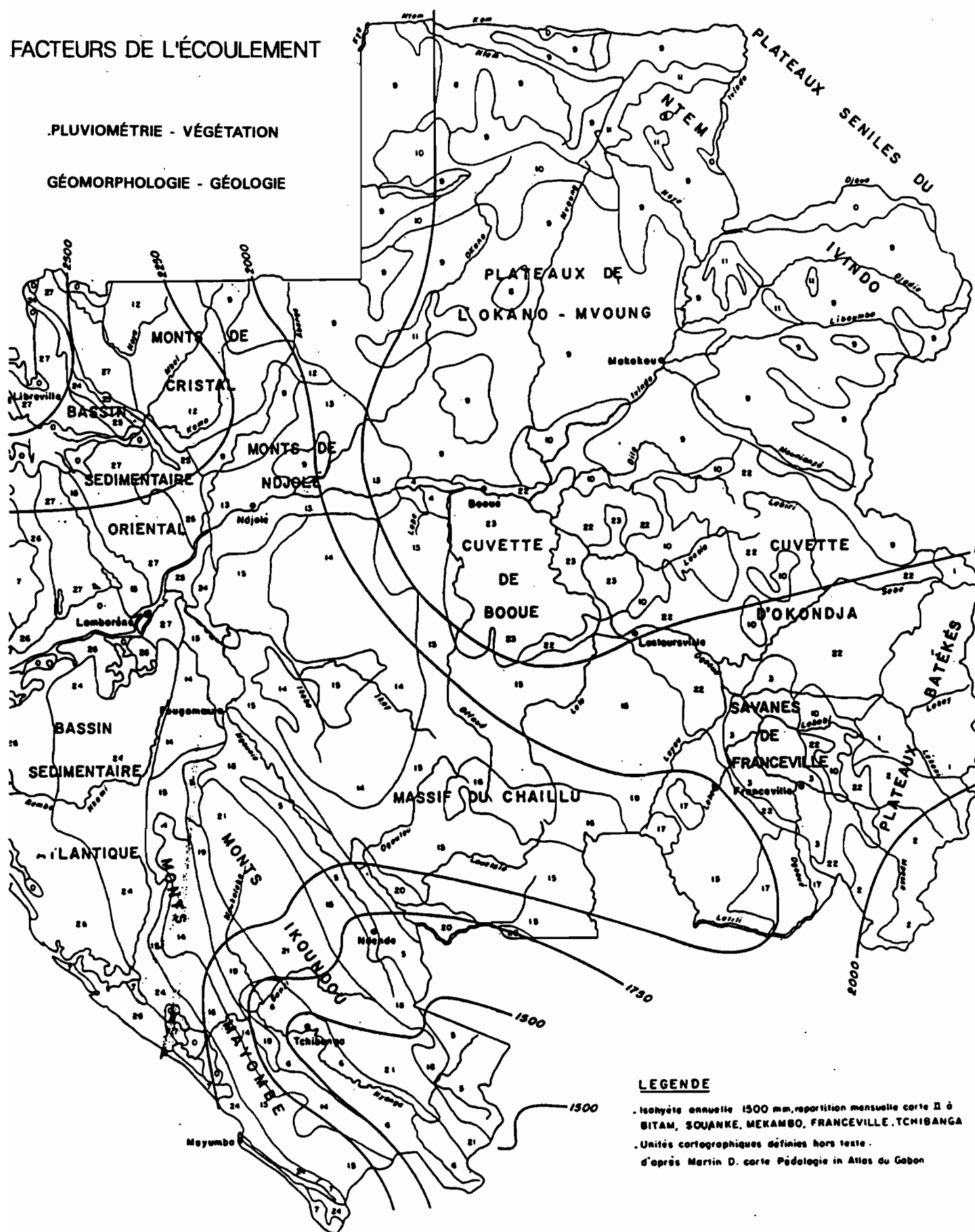
UNITE PHYTO-GEOMORPHOLOGIQUE	ROCHE MERE
<u>00.Mangroves, marécages, papyraies, forêt inondée</u>	
<u>Steppes, savanes à galeries forestières</u>	
01.Collines ondulées à pentes moyennes	grès et sables batékés
02.Collines ondulées, pentes moyennes à fortes	id
03.Plateaux et collines généralement convexes à pentes variables avec le matériau	grès, pélites et ampélites jaspes du Francevillien
04.Collines érodées des bords de l'Ogooué	micaschistes et gneiss
05.Plaine karstique de Ndende	schisto-calcaire de la Nyanga
06.Plaine de la Nyanga	id.
07.Plateaux (Bam Bam) et collines sableuses, cordons littoraux	Séries calcaires des cirques et Madiela
<u>Forêt</u>	
08.Petits plateaux et collines convexes à larges flats	socle
09.Collines convexes à flats étroits, zones aplanies	id.
10.Collines convexes étroites, fortes pentes	id.
11.Massifs d'itabirite, hautes collines	id.
12.Hautes collines et vallées encaissées	id.
13.Collines en demi-orange de Ndjolé	schistes
14.Collines à très fortes pentes, crêtes montagneuses et pitons du Chaillu, Mayombe	socle
15.Collines convexes à fortes pentes du Chaillu et du Mayombe	id.
16.Hauts plateaux et collines disséquées	id.
17.Plateaux (savanes) et collines convexes	id.
18.Piedmont oriental de l'Ikoundou	schisto-calcaire de la Nyanga
19.Plaine de la Nyanga	id.
20.Plateaux et collines sur grès et argilites	série de la Bouenza
21.Plateaux gréseux (savanes) et chaînons	schisto-gréseux de l'Ikoundou
22.Plateaux, collines généralement convexes à pentes variables avec le matériau	jaspes, grès du Francevillien
23.Collines en demi-orange sur pélites et ampélites	Francevillien
24.Plateaux, chaînons de collines sableuses	Série gréseuse de Ndombo, calcaire de Madiela
25.Surface ondulée à très ondulée sur matériaux argileux	marnes, argilites de Mvone, de Cocobeach
26.Surface aplanie sur matériaux sableux à sablo-argileux	sédimentaire côtier
27.Surface ondulée sur matériaux argileux à sablo-argileux	sédimentaire côtier

d'après Carré,P.(1978)

FACTEURS DE L'ÉCOULEMENT

PLUVIOMÉTRIE - VÉGÉTATION

GÉOMORPHOLOGIE - GÉOLOGIE



LEGENDE

- isohyète annuelle 1500 mm, répartition mensuelle carte II à BITAM, SOUANKE, MEKAMBO, FRANCEVILLE, TCHIBANGA
- Unités cartographiques définies hors texte.
- d'après Martin D. carte Pédologie in Atlas du Gabon

Figure 1.8-1 : Facteurs de l'écoulement : unités phyto-géomorphologiques
(définition tableau 1.8-2)

1.8.1.3 Termes du Bilan

Les écoulements interannuels

Les valeurs nous sont fournies par les observations aux différentes stations du Réseau Hydrométrique. Ces observations doivent être aussi nombreuses que possibles et aussi comparables.

Aussi a-t-on admis au Gabon, après Carré (1978), que l'écoulement moyen interannuel, dans une région à pluviométrie annuelle homogène constante, est fonction de la surface (km^2) du bassin portée à la puissance 0.94. Cette diminution relative du débit spécifique pourrait correspondre à un accroissement de l'évapotranspiration réelle dans les parties aval : celles-ci sont d'altitude plus faible (température moyenne, et donc transpiration, plus fortes) et possèdent une proportion plus importante de leur bassin à proximité de nappes sous-jacentes susceptibles de soutenir une transpiration maximale de la forêt durant les périodes sèches.

Cette règle d'atténuation, après des corrections de quelques pour cent, permet de convertir à un standard de 1000 km^2 les modules observés sur bassin de 1000 à 5000 km^2 ; et donc d'introduire des valeurs comparatives du déficit d'écoulement, suivant la région climatique et phyto-géomorphologique.

La pluie moyenne interannuelle

Les moyennes sur bassin sont estimées à partir des isohyètes interannuelles, dont le tracé a été présenté plus haut au paragraphe 1.6 de ce même chapitre.

1.8.1.4 Conclusions : une proposition de régionalisation du déficit interannuel

On se référera au tableau 1.8-3, extrait de Carré (1978), pour une estimation provisoire de ces déficits d'écoulement, à l'intérieur des cadres climatique et phyto-géomorphologique définis plus haut.

A l'exception des plateaux batékés, les limites de variation du déficit apparaissent faibles au Gabon, à l'intérieur des trois zones climatiques. Cette stabilité justifie ici l'intérêt du concept de déficit, lié à une zone climatique.

Sa variation "climatique" moyenne s'établit aux environs de 200 mm , de 1100 mm au nord-est, à 900 mm au sud-est.

1.8.1.5 Conclusions : évaluation opérationnelle de l'écoulement interannuel et de sa variation

La connaissance de la situation dans l'un des trois domaines climatiques définis plus hauts, qui détermine un déficit D_i , et celle de la pluviométrie moyenne interannuelle locale P , permet par différence le calcul rapide de l'apport moyen $E(\text{mm})$ d'un bassin forestier de $1\,000 \text{ km}^2$ de superficie, situé sur socle granito-gneissique.

$$E(\text{mm}) = P(\text{mm}) - D_i(\text{mm})$$

**Tableau 1.8-3 : Estimation du déficit annuel d'écoulement (mm/1000 km²)
sur bassin versant gabonais.**

DEFICIT MOYEN zone climatique	DEFICIT DISTRIBUE région phyto-géomorphologique
1100 équatoriale pure à sécheresse australe de 2 mois	1150 plateaux et collines convexes à larges flats des forêts du haut Ivindo 1100 collines convexes à flats étroits des forêts du Woleu Ntem
1050 équatoriale à faible nuance australe : sécheresse de 2 à 3 mois	1050 Plateaux et collines à larges flats des forêts de l'Okano-Mvoun
950 équatoriale à nuance australe : sécheresse australe de 3 à 3,5 mois	1000 Hautes collines et vallées encaissées des forêts des Monts de Cristal Collines convexes à fortes pentes des forêts du Chaillu N.E. 900 Plateaux et collines convexes des savanes sur Francevillien 800 Collines ondulées à pente moyenne des savanes sur sables et grès batékés
900 équatoriale à dominance australe : sécheresse australe de plus de 3,5 mois	950 Plateaux gréseux et chainons des forêts (et savanes) de l'Ikoundou 900 Collines à pentes très fortes à fortes des forêts du Chaillu S.O.et du Mayombe 750 Collines ondulées à pentes moyennes des steppes et savanes du Batéké S.O.

Di = 950 mm zone "Equatoriale de transition à nuance australe"

Di = 900 mm zone "Equatoriale de transition à dominance australe"

Sans remettre en cause la prépondérance du climat, l'introduction de la valeur phyto-géomorphologique du déficit, comme elle est estimée au tableau 1.8-3, est évidemment conseillée. La prudence sera la règle pour les ensembles sur roche sédimentaire où se rencontrent les extrêmes.

Le degré de variation de l'écoulement annuel sur la période, d'observation est inverse du classement des soldes P - Di.

Les bassins bien arrosés du socle, avec un solde de l'ordre du mètre ont des régimes d'apports réguliers ($C_v=0.12$), généralement distribués suivant la loi gaussique.

Les bassins du nord-est du socle, à bilan hydrologique moins favorable, ont une variation plus importante ($C_v=0.20$)

Dans la région sédimentaire gréseuse batékée les apports devraient être très stables ($C_v=0.08$) d'une année sur l'autre.

Le coefficient d'écoulement moyen, fonction décroissante de D/P, s'établit à une valeur proche de 30% au Nord-Est et sans doute dans la plaine abritée de la Nyanga. Le maximum, de 60%, est probablement enregistré sur les plateaux batékés et les versants très rajeunis du socle.

1.8.2 Grands fleuves gabonais

Le réseau hydrographique gabonais se répartit entre cinq grands ensembles : le bassin de l'Ogooué et ses affluents d'importance majeure, puis les bassins de la Nyanga, du Komo, du Ntem, les petits fleuves côtiers de la plaine sédimentaire.

Pour les quatre premiers, nous avons présenté dans les tableaux 1.8-4 à 1.8-6 et figure 1.8-2 les éléments du régime relatifs aux principaux cours d'eau ayant fait l'objet d'un suivi hydrométrique régulier. Rappelons les traits des deux plus grands fleuves : l'Ogooué et la Nyanga.

1.8.2.1 L'Ogooué et ses affluents

Réseau hydrographique

L'Ogooué draine 215 000 km², dont 22 000 en dehors du territoire national. Il est limité à l'est par le bassin du Congo, au sud par les bassins du Niari et de la Nyanga, à l'est et au nord-est par les bassins des rivières côtières. Il est recouvert en majorité de forêts ombrophiles, exception faite de quelques savanes dans la région de Franceville et dans le cours du Moyen Ogooué. Parcourant environ 1000 km, l'Ogooué prend sa source dans les monts Ntalé, au Congo, à une altitude voisine de 840m. Son cours peut être partagé en quatre biefs, de pentes très différentes.

Tableau 1.8-4 : Apports sur l'année hydrologique au Gabon

Station Rivière	Bassin en km2	Période Obs. Sept/Août (année)	Moy m3/s	écart type m3/s	Minimum m3/s	Maximum année
FRANCEVILLE Ogooué	8670	53/81 (28)	253	32	179	57/58
LASTOURSVILLE Ogooué	47700	57/82 (25)	1290	178	937	57/58
BOOUE Ogooué	129600	54/82 (28)	2750	377	2100	58/59
NDJOLE Ogooué	158000	51/80 (29)	3130	464	2300	58/59
LAMBARENE Ogooué	203000	29/83 (54)	4670	706	3360	58/59
BELINGA Ivindo	27000	61/82 (21)	379	66	263	73/74
MAKOKOU Ivindo	35000	54/84 (30)	596	111	400	58/59
EBOMANE Ntem	3400	61/74 (13)	54	9.3	42	72/73
NGOAZIK Ntem	18100	53/71 (18)	290	53.5	180	58/59
FRANCEVILLE Mpassa	*6400	59/82 (20)	248	26	219	66/67
OVAN Mvoun	8900	61/84 (23)	148	21.2	112	82/83
NDJAKONAMOYE Leblyou	2300	60/82 (22)	60.8	9.9	42.5	73/74
BONGOLO Louetsie	2700	66/83 (17)	100	14.2	77.2	82/83
LEBAMBA* Ngounié	7200	61/77 (14)	255	34.2	203	71/72
FOUGAMOU Ngounié	22000	53/84 (31)	706	123	518	82/83
SALANIE Ngounié	32500	60/79 (19)	1030	150	742	63/64
DONGUILA Nyanga	5800	54/79 (25)	217	29.2	151	57/58
TCHIBANGA Nyanga	12400	52/77 (25)	334	65.1	201	57/58
ANDOK FOULA Mbei	1700	59/75 (16)	63.4	5.4	55.2	66/67

D'après Carré P.(1978), revu avec Lericque J.(1991)

* avec lacunes

Tableau 1.8-5 : Débits des rivières du Gabon
Moyenne des Maxima, Modules, Minima

Rivières	STATIONS	Max (m3/s)	Mod (m3/s)	Min (m3/s)
Ntem	EBOMANE	190	54	12
	NGOAZIK	800	290	61
Nyanga	DONGUILA	640	220	58
	TCHIBANGA	880	330	72
Ngounié	LEBAMBA	680	250	60
	FOUGAMOU	1900	710	150
	SALANIE	2500	1000	190
Ogooué	FRANCEVILLE	520	260	120
	LASTOURVILLE	2800	1300	650
	BOOUE	5700	2700	1000
	NDJOLE	6600	3100	1200
	LAMBARENE	9600	4700	1600
M'passa	FRANCEVILLE	640	250	150
Lebiyou	NDJAKONAMOYE	200	61	21
Mvouné	OVAN	380	150	44
Louetsie	BONGOLO	260	110	29
Ivindo	BELINGA	1100	380	94
	MAKOKOU	1500	600	120
Mbei	ANDOK FOULA	260	63	23

D'après Carré P.(1978), revu avec Lérique J.(1991).

*Définition des périodes d'observations au tableau 1.8-4

Tableau 1.8-6 : Grands Fleuves gabonais

STATIONS (Rivières)	DEBIT caract.	dép.5/10 (m3/s)	Cv	dép.1/10 (m3/s)	dép.9/10 (m3/s)
LAMBARENE Ogooué	MODULE	4670	.22		3770
	CRUE	9440	.19	11600	
	ETIAGE	1610	.19		1220
MAKOKOU Ivindo	MODULE	596	.22		442
	CRUE	1630	.20	2050	
	ETIAGE	122	.56		35
FRANCEVILLE Ogooué	MODULE	253	.15		207
	CRUE	520	.15	620	
	ETIAGE	122	.15		99
FOUGAMOU Ngounié	MODULE	706	.17		567
	CRUE	1800	.23	2330	
	ETIAGE	157	.17		123
TCHIBANGA Nyanga	MODULE	334	.19		253
	CRUE	885	.22	1130	
	ETIAGE	72	.21		53

D'après Carré P.(1978), revu avec Lericque J .

*Définition des périodes d'observations au tableau 1.8-4

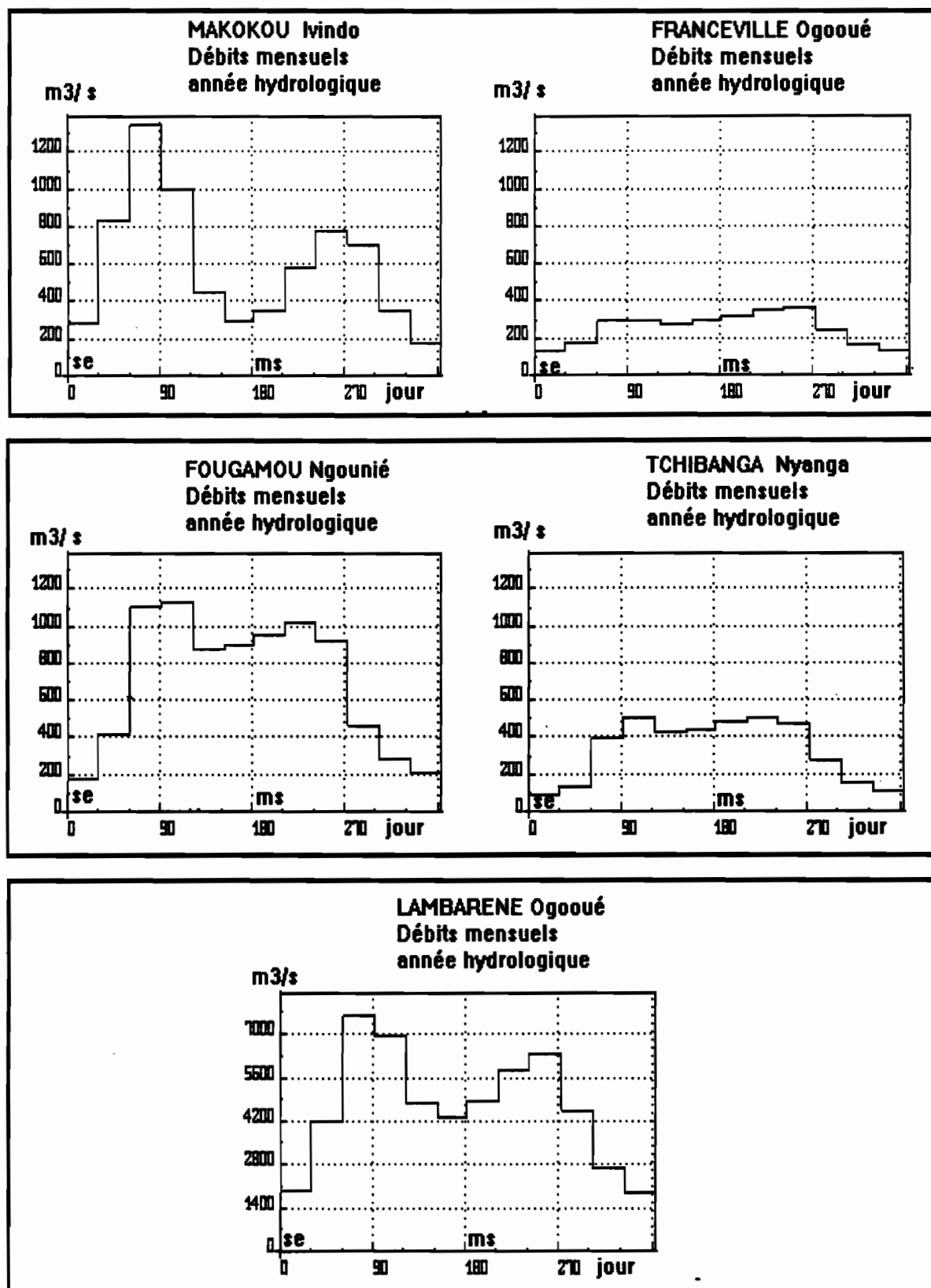


Figure 1.8-2 : Représentation comparative des débits mensuels à cinq stations hydrométriques sur les grands fleuves gabonais (échelle x 6 pour les débits à Lambaréné)

*Définition des périodes d'observations au tableau 1.8-4

Jusqu'à la confluence avec la Mpassa (15 300 km²), la pente est forte (1.8 m/km). Elle diminue à 0.3m/km jusqu'à la confluence Ogooué-Ivindo où le fleuve double la surface de son bassin versant à travers des apports respectifs de 66 100 et 62 700 km². L'Ivindo est le plus important affluent de l'Ogooué. Il draine le quart Nord-Est du pays, pénétrant développée sur les formations anciennes du socle.

Entre la confluence avec l'Ivindo et Ndjolé, la pente est de 0.8m/km. A Ndjolé, l'Ogooué quitte son lit rocheux pour des alluvions sableuses et rejoint son embouchure avec une pente de 0.1m/km. En rive gauche, à 5 km en amont de Lambéré, la Ngounié joint ses eaux à celles de l'Ogooué. Cette rivière draine 33 100km²; elle est le second affluent du grand fleuve.

Régimes

Pour le **bassin (35 800 km²) de l'Ivindo à Makokou**, le climat équatorial pur jusqu'à la confluence avec la Djoua, devient à nuance australe à l'aval. Le milieu physique appartient principalement aux surfaces anciennes des plateaux du Nord Est. Le bilan hydrologique moyen peu favorable entraîne une irrégularité assez élevée ($C_v=0.22$) des apports (596 m³/s). La modulation mensuelle fait ressortir la faiblesse des réserves mobilisables du sous-sol ou de la transmission par les flats en saison sèche (évapotranspiration dans les flats). Les flats marécageux saturés en permanence, à faible pente, stockent puis restituent lentement chacun des deux maxima de l'hydrogramme. Le premier, celui de novembre, est régulièrement supérieur au second de près de 40% en moyenne, mais il reste faible par rapport à l'importance du bassin. La nuance australe impose déjà sa loi dans la distribution d'étiages, en août, très modestes et irréguliers malgré la brièveté de la saison sèche.

Sur le bassin versant de l'**Ogooué à Franceville (8 670 km²)**, l'influence climatique est à dominance australe. Deux unités physiques se partagent la superficie du bassin : 20% appartiennent aux formations batékées, 77% au socle du Chaillu. Le bilan hydrologique moyen, particulièrement favorable sur les sables batékés (déficit de 750 mm), entraîne une bonne régularité ($C_v=0.15$) de l'apport interannuel (253 m³/s).

La modulation mensuelle de l'écoulement, très régulière, souligne la part de la crue de mars à mai au détriment de celle de novembre et l'importance de la contribution du sous-sol à la régularisation des débits. L'hydrogramme maximum annuel est situé sept fois sur dix entre mars et mai; il compose la crue du sous-bassin du "Chaillu" avec un débit de base émanant des plateaux batékés. Celui-ci joue un rôle décisif dans le soutien d'étiages qu'il régularise et alimente pour près de 50%, au mois de septembre. Les débits sont alors comparables aux minima du bassin quatre fois plus vaste de l'Ivindo à Makokou.

Sur le bassin de la **Ngounié à Fougamou (22 000 km²)**, l'effet du gradient climatique moyen, accusé par les influences orographiques, oppose la plaine schisto-calcaire de Ndende à pluviométrie faible et irrégulière, aux versants rajeunis et très arrosés du "Chaillu" où la dominance australe est moins établie. Les données physiques contribuent à renforcer l'originalité de ces deux unités. Le bilan hydrologique (**module 706 m³/s**), très avantageux sur la majeure partie du bassin est cependant marqué par

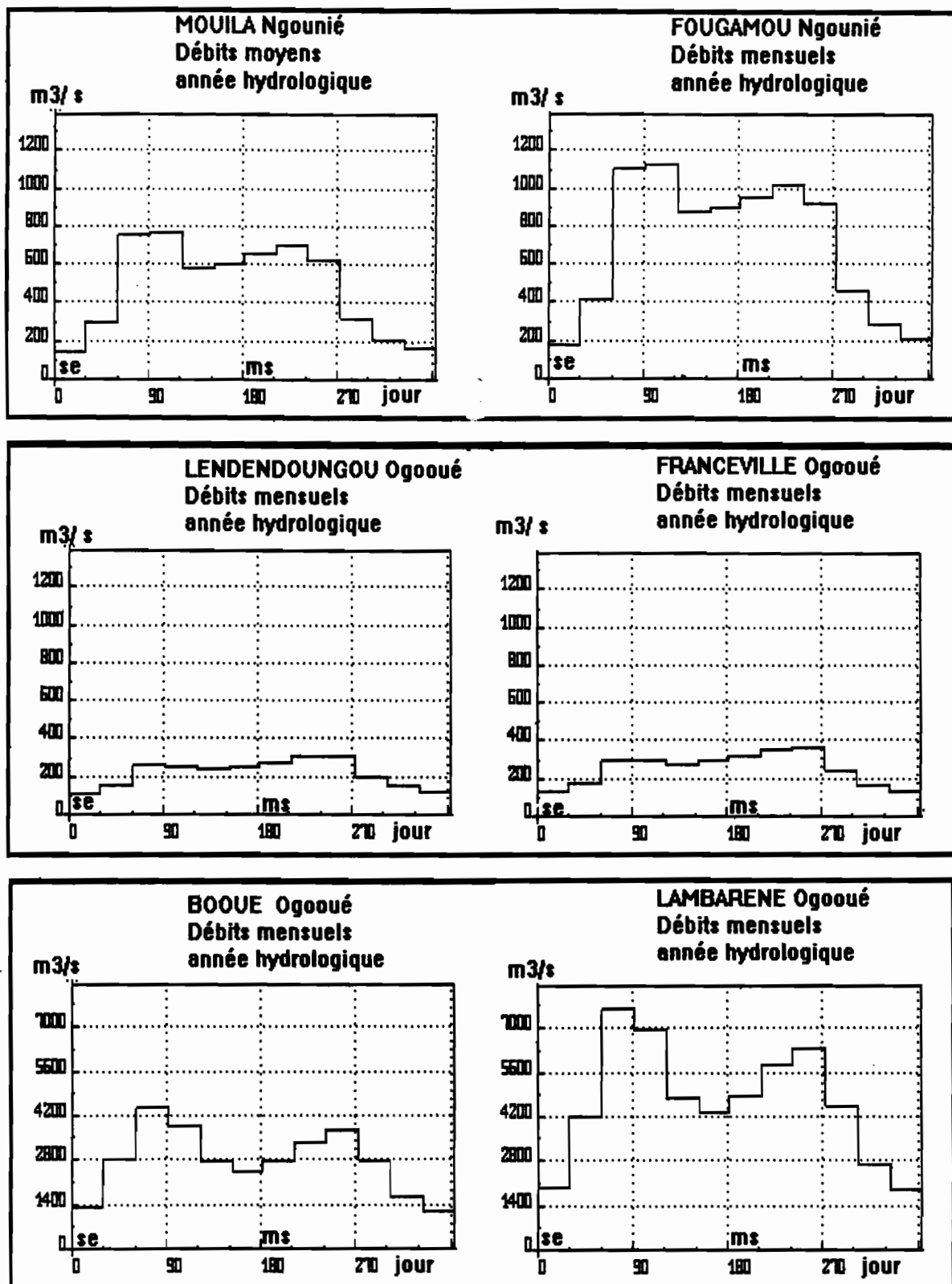


Figure 1.8-3 : Comparaison des apports, de l'amont à l'aval, pour trois tronçons du système de l'Ogooué (échelle des débits x 6 pour Booué et Lambaréné)

*Définition des périodes d'observations au tableau 1.8-4

Tableau 1.8-7 : Débits moyens mensuels interannuels, à quelques stations du réseau gabonais sur l'année hydrologique, depuis le 1 septembre.

		1	2	3	4
1	Temps jour	0.1	29.9	30.1	60.9
2	Q mois m3/s LNE	1950.0	1950.0	4230.0	4230.0
3	Q mois m3/s MAK	285.0	285.0	833.0	833.0
4	Q mois m3/s FMOU	173.0	173.0	415.0	415.0
5	Q mois m3/s TCHI	90.0	90.0	130.0	130.0
7	Q mois m3/s FVIL	128.0	128.0	178.0	178.0
8	Q mois m3/s BOOU	1330.0	1330.0	2830.0	2830.0
9	Q mois m3/s LEND	112.0	112.0	150.0	150.0
10	Q mois m3/s MLA	141.0	141.0	296.0	296.0
		5	6	7	8
1	Temps jour	61.1	90.9	91.1	121.9
2	Q mois m3/s LNE	7630.0	7630.0	6960.0	6960.0
3	Q mois m3/s MAK	1340.0	1340.0	1000.0	1000.0
4	Q mois m3/s FMOU	1100.0	1100.0	1130.0	1130.0
5	Q mois m3/s TCHI	390.0	390.0	500.0	500.0
7	Q mois m3/s FVIL	295.0	295.0	293.0	293.0
8	Q mois m3/s BOOU	4430.0	4430.0	3840.0	3840.0
9	Q mois m3/s LEND	258.0	258.0	254.0	254.0
10	Q mois m3/s MLA	752.0	752.0	770.0	770.0
		9	10	11	12
1	Temps jour	122.1	152.9	153.1	180.9
2	Q mois m3/s LNE	4770.0	4770.0	4330.0	4330.0
3	Q mois m3/s MAK	451.0	451.0	293.0	293.0
4	Q mois m3/s FMOU	875.0	875.0	895.0	895.0
5	Q mois m3/s TCHI	430.0	430.0	435.0	435.0
7	Q mois m3/s FVIL	272.0	272.0	291.0	291.0
8	Q mois m3/s BOOU	2750.0	2750.0	2450.0	2450.0
9	Q mois m3/s LEND	238.0	238.0	251.0	251.0
10	Q mois m3/s MLA	582.0	582.0	607.0	607.0

*Définition des périodes d'observations au tableau 1.8-4

Tableau 18.7 (Suite 1)

		13	14	15	16
1	Temps jour	181.1	211.9	212.1	241.9
2	Q mois m3/s LNE	4850.0	4850.0	5850.0	5850.0
3	Q mois m3/s MAK	349.0	349.0	578.0	578.0
4	Q mois m3/s FMOU	954.0	954.0	1020.0	1020.0
5	Q mois m3/s TCHI	485.0	485.0	500.0	500.0
7	Q mois m3/s FVIL	322.0	322.0	350.0	350.0
8	Q mois m3/s BOOU	2750.0	2750.0	3370.0	3370.0
9	Q mois m3/s LEND	277.0	277.0	303.0	303.0
10	Q mois m3/s MLA	660.0	660.0	700.0	700.0
		17	18	19	20
1	Temps jour	242.1	272.9	273.1	302.9
2	Q mois m3/s LNE	6340.0	6340.0	4540.0	4540.0
3	Q mois m3/s MAK	776.0	776.0	698.0	698.0
4	Q mois m3/s FMOU	924.0	924.0	460.0	460.0
5	Q mois m3/s TCHI	470.0	470.0	270.0	270.0
7	Q mois m3/s FVIL	360.0	360.0	238.0	238.0
8	Q mois m3/s BOOU	3710.0	3710.0	2770.0	2770.0
9	Q mois m3/s LEND	310.0	310.0	202.0	202.0
10	Q mois m3/s MLA	626.0	626.0	318.0	318.0
		21	22	23	24
1	Temps jour	303.1	333.9	334.1	364.9
2	Q mois m3/s LNE	2720.0	2720.0	1920.0	1920.0
3	Q mois m3/s MAK	346.0	346.0	175.0	175.0
4	Q mois m3/s FMOU	287.0	287.0	206.0	206.0
5	Q mois m3/s TCHI	150.0	150.0	110.0	110.0
7	Q mois m3/s FVIL	168.0	168.0	136.0	136.0
8	Q mois m3/s BOOU	1660.0	1660.0	1170.0	1170.0
9	Q mois m3/s LEND	148.0	148.0	121.0	121.0
10	Q mois m3/s MLA	209.0	209.0	159.0	159.0

*Définition des périodes d'observations au tableau 1.8-4

l'irrégularité australe, orchestrée depuis la plaine de Ndende. La modulation mensuelle donne la prépondérance aux apports de décembre; le deuxième maximum est en avril, un peu inférieur. Le maximum journalier annuel, sept fois sur dix en novembre - décembre, est très lié aux caractéristiques du versant du Chaillu. Il en est de même, en septembre, des étiages absolus pour lesquels une contribution substantielle de la plaine schisto-calcaire est hypothétique.

Pour l'Ogooué à Lambaréné (module $4670 \text{ m}^3/\text{s}$), à l'exutoire d'un bassin versant de $203\,000 \text{ km}^2$, composé de surfaces anciennes à relief modéré en majorité sous forêt, la régularité de la modulation mensuelle de type équatorial se voit affirmée par l'extension en latitude du bassin et la contribution active de certaines unités régionales. Le plateau de l'Ivindo exporte les premières ondes de crue dès septembre. La durée du maximum de Novembre est étendue sur décembre par la participation plus tardive des fractions australes du bassin, qui assurent ensuite le soutien des basses eaux de petite saison sèche et du maximum secondaire d'avril-mai. Ce sont encore des bassins à longue saison sèche australe mais disposant de réserves souterraines (Batéké, versants du Chaillu). qui fournissent le quota le plus important des débits d'étiage début Septembre. Une fois sur trois environ, le maximum annuel appartient à la période avril/mai.

1.8.2.2 La Nyanga

Dans la vallée de la Nyanga au sud de Tchibanga s'opposent, comme pour la Ngounié, un versant forestier arrosé et une savane abritée sur plaine schisto-calcaire de grande extension moins favorisée par l'abondance et la régularité des précipitations. Entre la frontière congolaise et Tchibanga, la Nyanga a perdu beaucoup de sa régularité et de sa puissance spécifique; alors que la superficie est plus que doublée, le module ($334 \text{ m}^3/\text{s}$) a augmenté de 30% seulement, et le coefficient de variation passe de 0.13 à 0.19. De novembre à mai, la modulation mensuelle fait apparaître une période de hautes eaux à peine affectée par la petite saison sèche. Six fois sur dix le maximum annuel est en mars, avril ou mai. les étiages sont fin septembre. Les extrêmes restent liés au régime abondant du cours supérieur de la Nyanga qui prend sa source sur les versants du Chaillu sud-occidental.

1.9 Hydrogéologie

1.9.1 Contexte de l'approvisionnement en eau au Gabon

Les besoins en eau (à usage domestique) des communautés rurales du Gabon, sont traditionnellement satisfaits d'une manière naturelle par les eaux superficielles qui abondent sur tout le territoire. Ce système d'alimentation présente un inconvénient sur le plan sanitaire, que l'on s'approvisionne sur les rivières, ruisseaux, marigots ou simples trous d'eau. Il en résulte des maladies infectieuses ou parasitaires, encourageant les déplacements de population vers les grands centres urbains. La distance à parcourir pour s'approvisionner est parfois importante; en outre, certains villages ont des problèmes d'approvisionnement graves en saison sèche.

La création de points d'eau potable est donc apparue aux yeux du gouvernement comme une nécessité, d'autant plus forte dans les rares secteurs où n'existe pas d'écoulement pérenne à proximité des centres habités.

Il faut noter que

Le gouvernement a fait procéder en 1976/1977 à un inventaire des besoins des villages, sur un financement du Fonds d'Aide et de Coopération Français, pour un montant de 105 millions de FCFA. Une résolution a été adoptée par le Comité Central en 1981, spécifiant que : "tous villages et tous regroupements d'au moins 150 habitants seront équipés de une ou plusieurs bornes fontaines qui devront répondre en quantité et en qualité, aux normes en vigueur, en matière de distribution publique d'eau".

Les caractéristiques générales d'une bonne alimentation en eau des villages ont été définies comme suit, ce qui a conduit à s'orienter vers les eaux souterraines intéressant les aquifères les moins profonds, protégés de toute pollution :

- multiplicité des points d'eau,
- bonne qualité bactériologique,
- débit unitaire modeste,
- pérennité des débits dans le temps.

Les forages équipés d'un moyen rustique de puisage (pompe à pied) ont été préférés, car ils nécessitent une maintenance plus légère. En outre il a été procédé à l'expérimentation de pompes électriques alimentées à partir de cellules solaires photovoltaïques.

C'est dans ce contexte qu'a été réalisée la première campagne d'Hydraulique Villageoise du Gabon : elle constitue la seule reconnaissance réelle des aquifères gabonais. Les résultats obtenus ont permis de mieux définir les techniques de foration et d'implantation à appliquer par la suite.

D'autre part, quelques ouvrages ont été réalisés dans le cadre de l'équipement des stations du chemin de fer transgabonais : leur maintenance est assurée directement par l'OCTRA.

1.9.2 Caractéristiques hydrogéologiques des formations aquifères du territoire gabonais

Les principales formations hydrogéologiques qui sont susceptibles d'être exploitées par forage sont énumérées ci-dessous. L'ordre de présentation est chronologique, depuis le Quaternaire jusqu'au Précambrien. Les caractéristiques hydrodynamiques des aquifères (débit spécifique, transmissivité..) seront résumées dans le paragraphe 2.1.2.2.

a) Quaternaire

- Formations fluviales : épandages alluviaux limités en extension, très perméables, relativement accessibles ;
- Formations latéritiques d'épaisseur importante : ressources pérennes très limitées du fait des fluctuations importantes des niveaux phréatiques.

b) Série des Plateaux Batékés

Série de grès tendres et sables limoneux. Les Plateaux Batékés, constitués de formations poreuses, forment un aquifère continu.

c) Crétacé supérieur : Série de Sibang

Série calcaro-marneuse (calcaires lumachelliques) et niveaux intermédiaires gréseux.

d) Crétacé supérieur détritique du Cénomane : Série Rouge

Série essentiellement sablo-argileuse et marneuse, devenant localement plus carbonatée (bordure Sud de la province Ogooué).

e) Crétacé supérieur carbonaté de l'Aptien supérieur à l'Albien supérieur : Série de Madiéla

Série carbonatée sur 750 à 850 m, différenciation généralement possible entre :

- . un ensemble supérieur de sables, marnes, dolomies (éventuellement gypse) ;
- . un ensemble moyen avec grès, calcaires et dolomies ;
- . un ensemble inférieur calcaire.

Les faciès rencontrés sont légèrement différents entre le bassin oriental où le Madiéla est calcaro-marneux et argilo-gréseux et le bassin atlantique où il est essentiellement calcaire. Certains affleurements de niveaux anciens sont composés de calcaire à caractère karstique plus favorable à l'exploitation hydrogéologique.

f) Crétacé inférieur continental lacustre du Jurassique supérieur à l'Aptien inférieur : Série de Cocobeach

Différenciation généralement possible entre :

- . une série supérieure sur 200 à 300 m de marnes micacées sableuses, marnes noires surmontant un ensemble détritique grossier (parfois conglomérat à gros éléments de socle) ;
- . une série intermédiaire sur 1 400 à 1 700 m de marnes vertes ou grises avec intercalations de calcaires en lits minces, schistes et grès massifs ;

. une série inférieure de 800 à 1 300 m d'épaisseur, de marnes souvent bitumineuses, de calcaire et calcaire dolomitique ; la base est formée d'argile gréseuse correspondant à la transition avec le grès de N'Dombo. On note parfois la présence d'évaporites.

La série, dans l'ensemble marneuse, est très peu perméable ; les seules couches appelées série sablo-gréseuse de Gamba (grès de la base du Cocobeach moyen) et série détritique du Cocobeach supérieur présentent un intérêt hydrogéologique.

g) Jurassique supérieur : Série de N'Dombo

Série sablo-gréseuse ; ce milieu poreux possède une nappe généralisée. Les grès présentent localement un caractère ferrugineux.

h) Jurassique supérieur : Série de M'Vone

Ensemble marno-gréseux : grès rouges brique friables et grossiers à la base, marnes compactes imperméables au sommet.

i) Précambrien supérieur

Formation composée de calcaire, dolomie, grès et argilites.

La fissuration des formations calcaires et dolomitiques est presque générale.

j) Précambrien moyen : Francevillien

Formation regroupant différents ensembles dont les principales unités sont constituées de pélites, ampélites, grès, jaspes fracturés, dolomies.

Ce sont des aquifères de type fissuré à caractère discontinu. Les aquifères principaux sont localisables dans les grès, sinon liés à des structures-pièges telles que les filons doléritiques injectés.

h) Précambrien inférieur : formations cristallophylliennes et cristallines

- Roches cristallophylliennes : schistes, micaschistes, quartzites, amphibolites et gneiss.

- Roches cristallines : granites, migmatites, gneiss, amphibolites et gabbros (sains ou altérés).

ex : horst de migmatite au Nord-Ouest de Lambaréné

Ces formations ne sont perméables qu'"en grand" sous des conditions de fracturation ouverte ou de fissuration suffisamment dense. Les zones aquifères se situent principalement sous la zone d'altération.

CHAPITRE 2

MOBILISATION DES RESSOURCES

2.1 Ressources en eau

2.1.1 Ressources en eaux superficielles

La présentation faite au chapitre 1 permet d'emblée de dire que les ressources en eaux de pluie et en eaux de surface, faciles d'accès, dépassent largement les besoins, sauf lors de quelques épisodes saisonniers sévères exceptionnels, et dans des lieux limités.

Pluie interannuelle

La ressource pluviométrique annuelle moyenne, de 3 500 mm à 1 500 mm/an est considérable. Les valeurs mensuelles minimales sont rarement inférieures plus de quatre mois consécutifs à l'évapotranspiration potentielle (de l'ordre de 80 à 100 mm/mois).

Ecoulement interannuel

L'évaluation moyenne de l'écoulement interannuel dans les grands axes fluviaux a été faite par Carré (1978), en fonction de la pluie moyenne interannuelle, du déficit distribué par région phytogéomorphologique, et de la superficie du bassin-versant.

$$M(m^3/s) = 0,0317(P-D_i)_{mm} (S_{km^2}/1000)^{0,94}$$

P = Pluie (mm)

S = 1000 à 5000 km²

D_i = de 1150 à 750 mm

L'apport moyen va de 15 m³/s à 40 m³/s, pour un bassin de 1000 km², entre la vallée de la Nyanga et la région des plateaux batékés.

Les coefficients de variation correspondants sont estimés de 0,07 à 0,35.

Les étiages annuels moyens

A l'exception des plateaux du Nord-Gabon, où l'occurrence des étiages se répartit également entre les hivers austral et boréal, l'étiage austral est la règle.

Dans la région batékée l'étiage spécifique varie peu, comme le module, en fonction de la superficie.

Pour le reste du territoire les évaluations proposées sont les suivantes, pour un bassin de 1000 km².

30 à 35 m ³ /s	sur savanes batékées.
13 à 15 m ³ /s	sur le versant sud-ouest du Chaillu et les Monts de Cristal.
10 à 11 m ³ /s	sur le versant nord oriental du Chaillu.
7 à 8 m ³ /s	sur les plateaux de l'Okano-Mvounou.
5 m ³ /s	sur le versant sud-ouest de la formation schisto-gréseuse de l'Ikoundou.
4 à 5 m ³ /s	sur les plateaux à forêts inondées du Ntem Ivindo.
1 à 2 m ³ /s	sur le Francevillien de la cuvette de Booué.

La valeur corrigée de l'étiage, si le bassin est de superficie S supérieure à 1000 km² s'obtient en multipliant les valeurs ci-dessus par le coefficient $(S_{\text{km}^2}/1000)^{0,87}$.

La figure 2.1-1, extraite de l'atlas du Gabon et la carte 2.1-2 effectuées d'après les travaux ci-dessus, permettent une représentation spatialisée et saisonnière des caractéristiques des écoulements.

Ces résultats devront sans doute être revus légèrement à la baisse, après prise en compte des observations postérieures à 1974, où figurent quelques années notoirement sèches.

En conclusion le développement du réseau hydrographique et l'importance de la pluviométrie ne posent pas de problèmes quantitatifs au niveau des ressources en eau, compte tenu des besoins actuels.

Seules les localités importantes de la côte présentent une situation défavorable par rapport à l'exploitation des eaux de surface du fait de l'influence des marées sur les cours d'eau qui se jettent dans la mer : En période d'étiage le front d'eau salée peut remonter loin à l'amont des embouchures des petites rivières du bassin sédimentaire côtier. Cette situation est celle des villes de Libreville et Port Gentil qui ont été affectées par la sécheresse d'août - septembre 1983.

2.1.2 Ressources en eaux souterraines

2.1.2.1 Généralités

Compte tenu des grandes disponibilités en eaux de surface pérennes offertes au Gabon, la recherche et l'exploitation des eaux souterraines ont été jusqu'à maintenant quasi-négligées.

Un état de reconnaissance des aquifères est donc à peine esquissé, il n'existe pas de schéma directeur ou d'atlas hydrogéologique sur le Gabon. Les travaux de forages exécutés sur des régions non connues revêtent un caractère de recherche. L'ensemble des données ponctuelles inventoriées est à

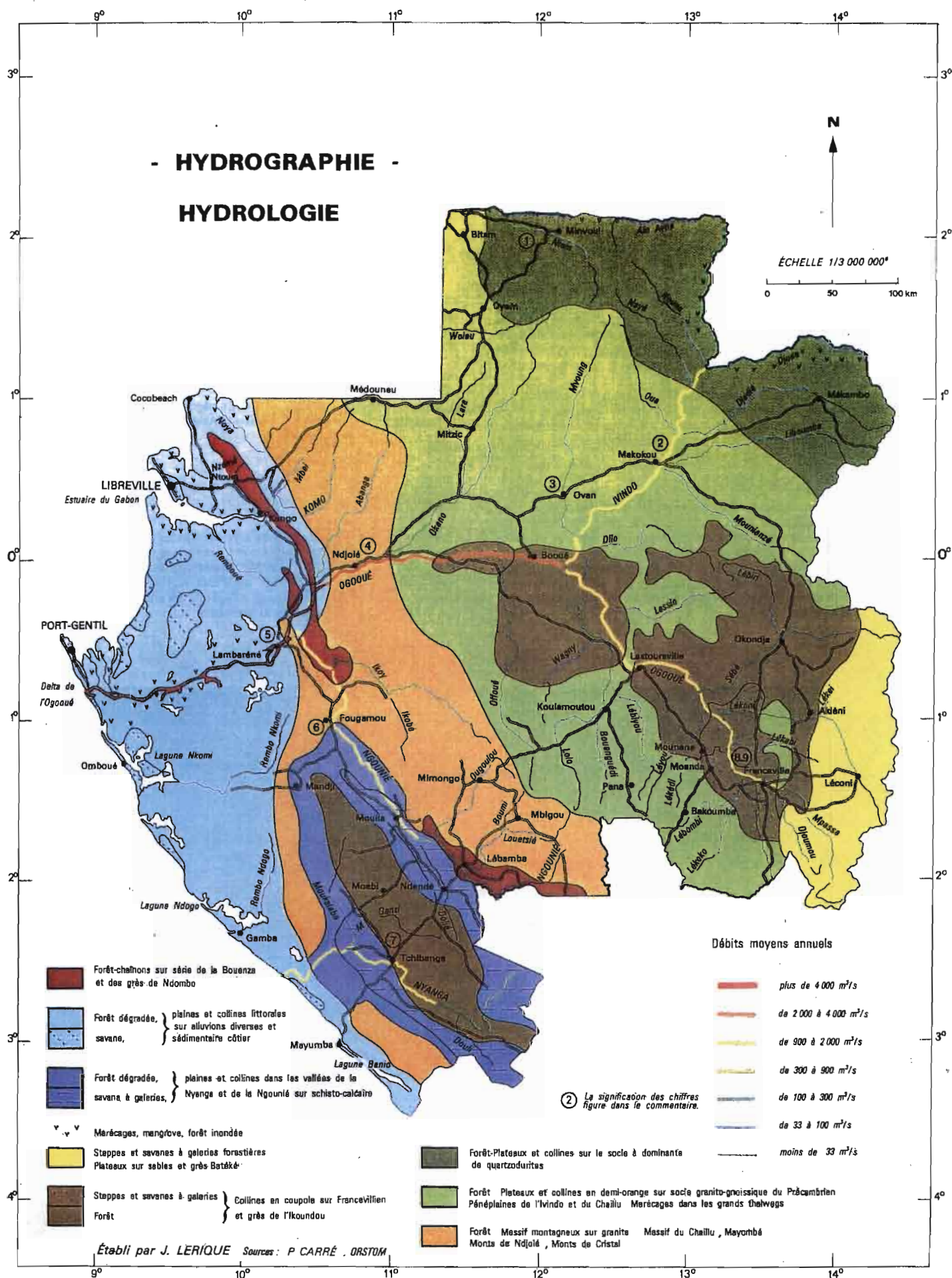
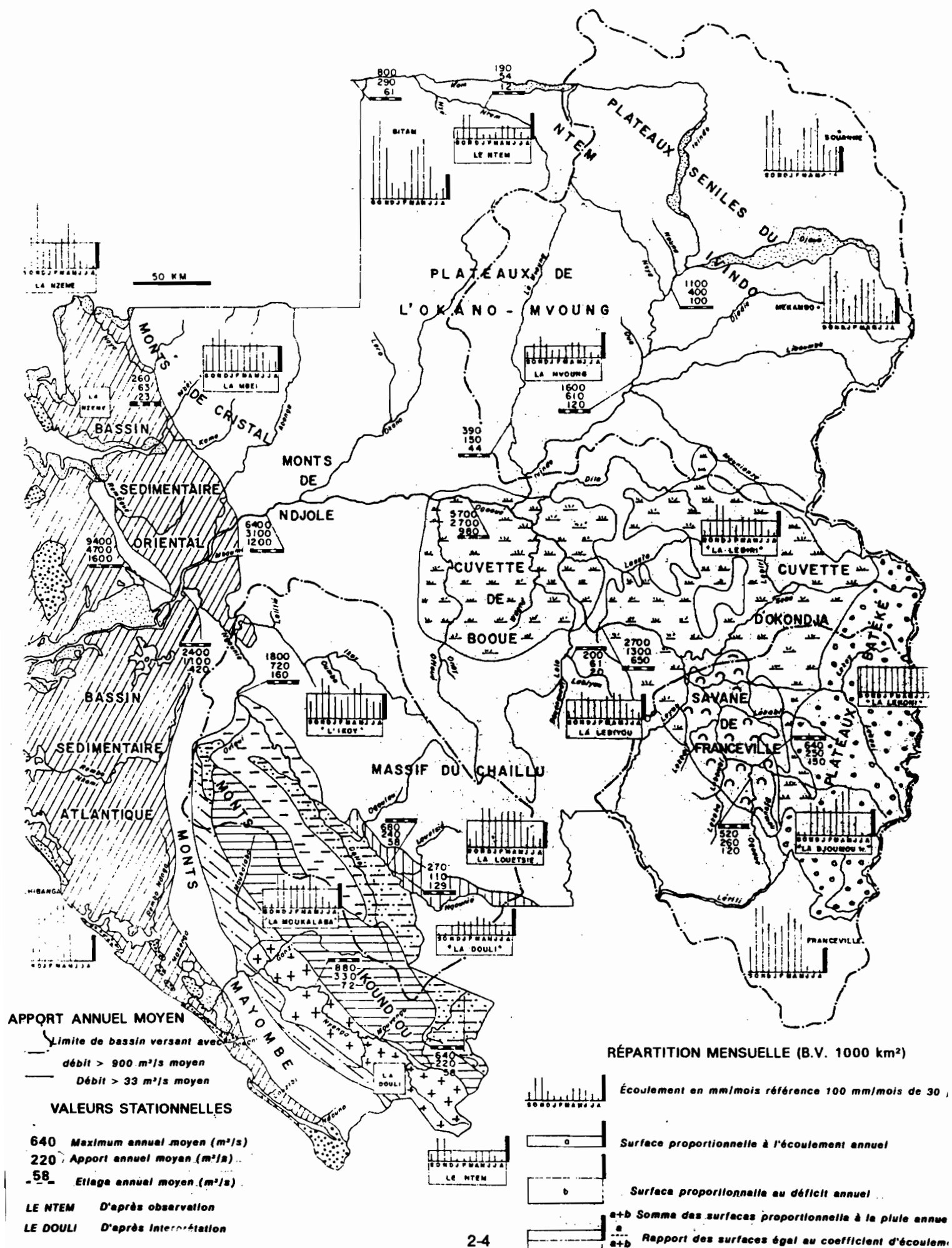


Figure 2.1.1 : représentation des débits annuels des rivières

CARACTÉRISTIQUES MOYENNES DU RÉGIME DES ÉCOULEMENTS SUPERFICIELS



analyser, en vue d'extraire des informations synthétiques : il reste à établir un programme d'élaboration de ces documents.

2.1.2.2 Caractéristiques qualitatives et hydrodynamiques des aquifères

a) Généralités

Quelques résultats de la campagne d'Hydraulique Villageoise sont résumés ci-après. Les figures 2.1.3 à 2.1.7 récapitulent les distributions des débits spécifiques par province et par formation.

Formations du précambrien

- Schisto-calcaire (Précambrien supérieur) :

Les calcaires dolomitiques sont souvent karstifiés et peuvent présenter de fortes potentialités. Les venues d'eau se font assez régulièrement entre 31 et 35 m de profondeur (région de Mandji et Ndende) ou entre 22 et 25 m (région de Mouilla et Fougamou), les plans d'eau statiques se rencontrent entre 3 et 25 m ; on note une très bonne fissuration des calcaires qui représentent la formation la plus perméable du Gabon ; 92 % des forages fournit plus de $0,1 \text{ m}^3/\text{h.m}$ et 37 % montrent une excellente productivité de plus de $10 \text{ m}^3/\text{h.m}$ (parfois même plusieurs dizaines de $\text{m}^3/\text{h.m}$), néanmoins les eaux issues de karsts sont souvent chargées en argiles.

Du fait de l'hétérogénéité de la fracturation, les formations très compactes (région de la Nyanga) sont par contre peu perméables ; les forages secs sont pourtant rares (milieux dénués de toutes fissures).

- Schisto-gréseux (Précambrien supérieur) :

Les venues d'eau ont été rencontrées à des profondeurs variant de 15 à 62 m (région de Ngounié), elles se situent essentiellement dans la partie supérieure d'un niveau résistant (schistes pélitiques avec intercalations gréseuses) ; les forages peuvent donner dans l'ensemble plusieurs m^3/h (débit spécifique entre 0 et $3,4 \text{ m}^3/\text{h.m}$).

- Bouenzien (Précambrien supérieur) :

Les faciès sont peu perméables. La productivité des ouvrages varie pour 65 % d'entre eux entre 0,05 et $0,5 \text{ m}^3/\text{h.m}$, les transmissivités calculées s'étagent entre 10^{-5} et $10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$. les venues d'eau proviennent des niveaux gréseux ou de fissures dans les pélites schisteuses, à des profondeurs variant entre 11 et 54 m (30 m en moyenne). Parmi les forages réalisés, 17 % sont secs.

Les productivités faibles rencontrées restent néanmoins favorables dans le contexte de l'hydraulique villageoise.

Figure 2.1-3 : Distribution des débits spécifiques par province et par formation

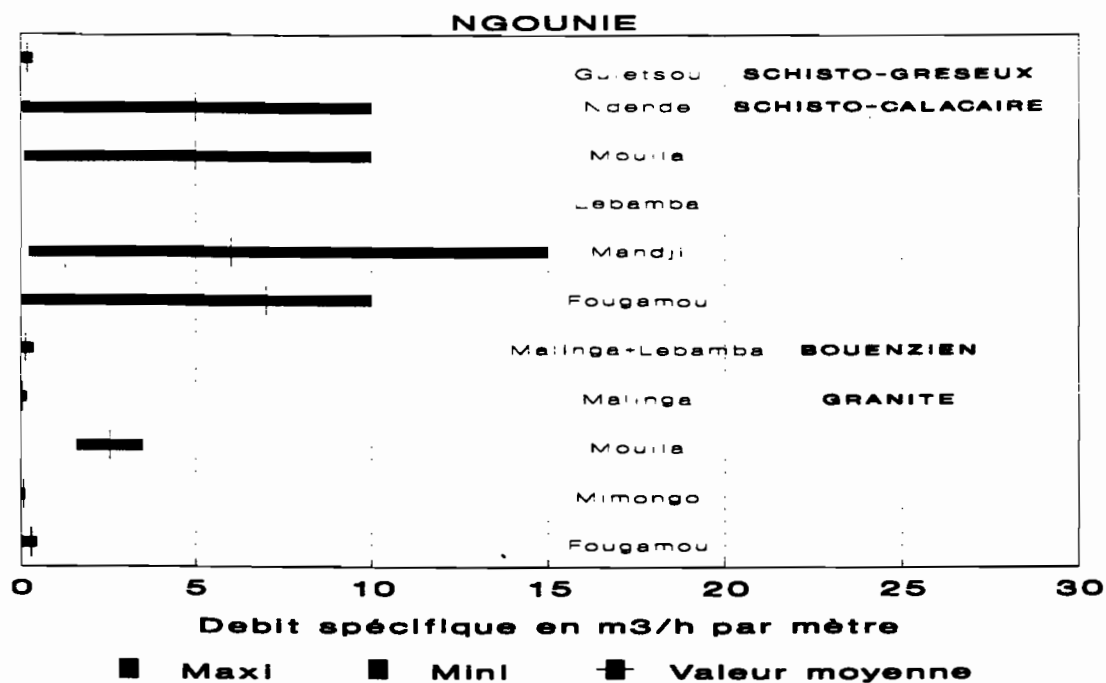


Figure 2.1-4 : Distribution des débits spécifiques par province et par formation

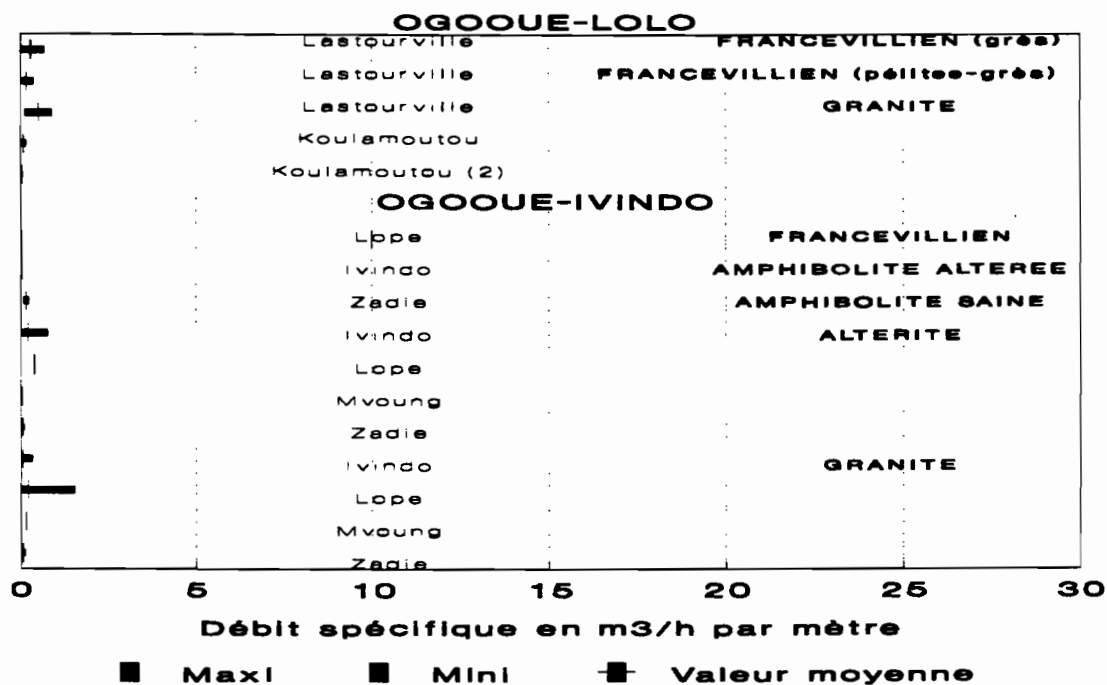


Figure 2.1-5 : Distribution des débits spécifiques par province et par formation

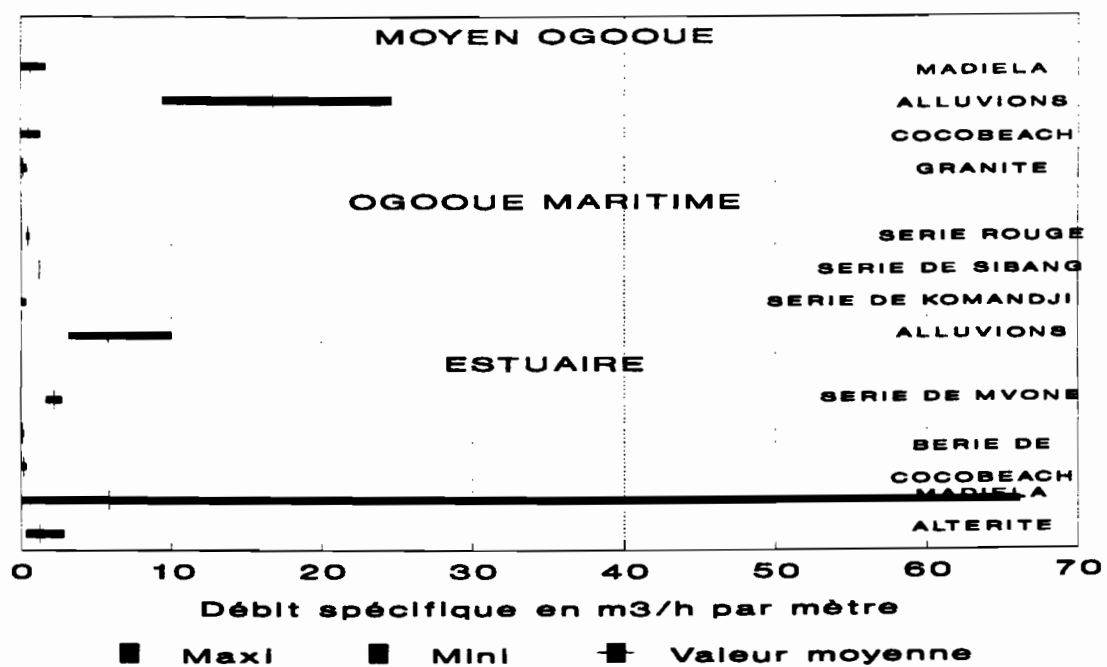


Figure 2.1-6 : Distribution des débits spécifiques par province et par formation

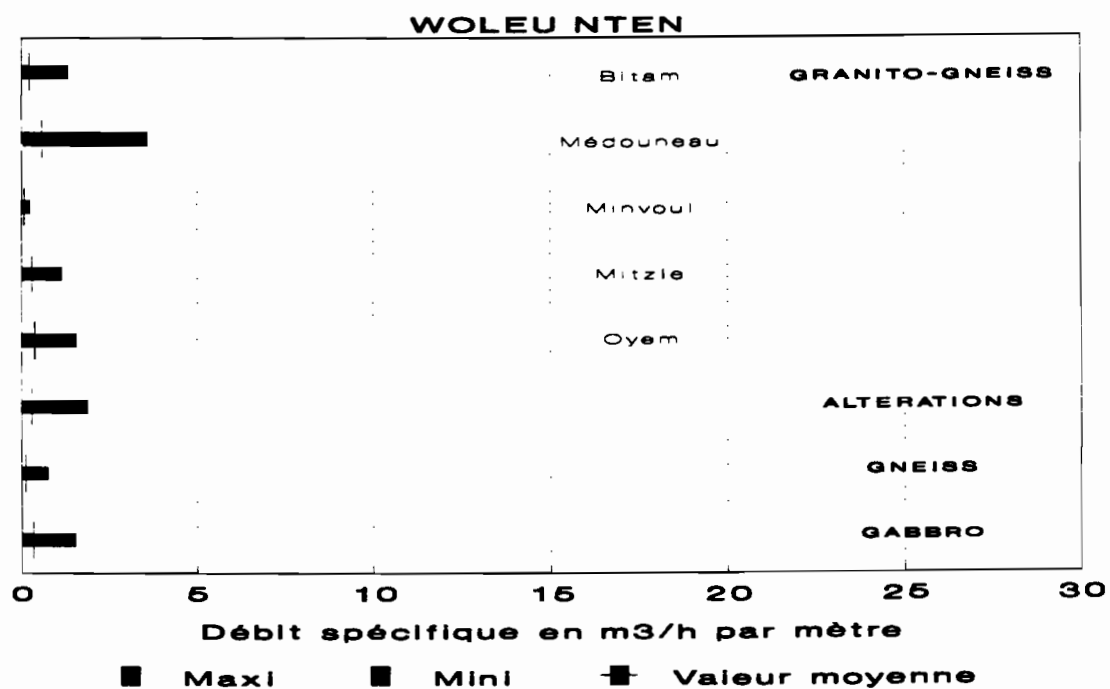
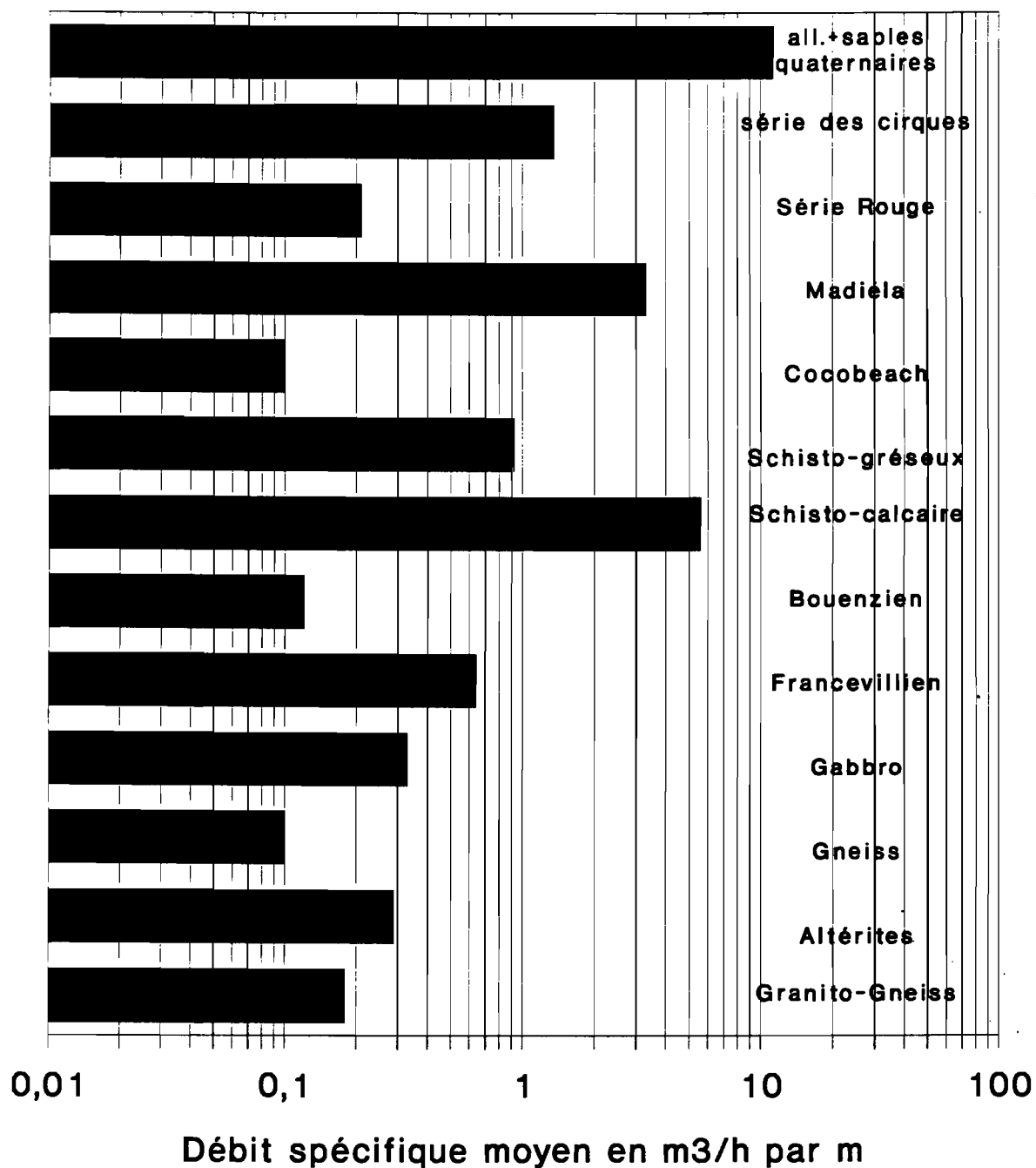


Figure 2.1-7 : Distribution des débits spécifiques moyens par formation géologique



- Francevillien (Précambrien moyen) :

Les venues d'eau sont observées autour de 50 m de profondeur en moyenne (entre 20 et 80 m), dans les formations résistantes (2 200 à 3 600 ohm.m) correspondant à des grès ou à des pélites gréseuses diversement siliciées et diaclasés (ou des bancs de jaspes fracturés) ; le niveau statique se stabilise entre 25 à 45 m sous le sol (région de Booué). Les arrivées d'eau sont parfois mises en évidence dans des formations pélitiques très conductrices (115 à 280 ohm.m, jusqu'à 10 à 30 ohm.m dans le Haut Ogooué). L'épaisseur d'altération sus-jacente est inférieure à 25 m (souvent de l'ordre de 15 m).

L'ensemble des perméabilités des pélites, ampélites et grès sont faibles. Dans la région de l'Ogooué Lolo par exemple, les débits spécifiques fluctuent entre 0,05 et 0,7 m³/h.m. Les débits sont par contre très élevés (supérieurs à 20 m³/h.m) dans les jaspes fracturés de la région de Booué

- Amphibolite (Précambrien inférieur) :

Les forages captent soit la roche altérée, soit la roche saine (zone productive située de 50 à 80 m de profondeur, résistivité de 7 000 ohm.m) ; l'épaisseur argileuse est importante (35 à 55 m). Les débits spécifiques obtenus sont faibles (0,01 à 0,1 m³/h.m).

- Granite (Précambrien inférieur) :

Certains forages captent les niveaux d'altérites (les moyennes des épaisseurs altérées varient entre 24 et 45 m dans la Ngounié, autour de 46 m sur les plateaux et entre 17 et 23 m dans les vallées de l'Ogooué-Lolo) ; les arènes grenues présentent une assez bonne productivité, en moyenne 0,08 à 0,14 m³/h.m.

Les venues d'eau dans la roche saine sont souvent faibles et profondes (débits spécifiques locaux de 0,01 à 0,05 m³/h.m en moyenne ; moins de 0,03 m³/h.m dans les zones montagneuses à hautes collines de l'Ogooué-Lolo mais entre 0,4 et 0,9 m³/h.m en pénéplaine). Les moyennes des profondeurs de venues d'eau varient entre 48 et 66 m dans la Ngounié, entre 40 et 58 m dans l'Ogooué-Ivindo.

Dans les terrains granitiques, le nombre des ouvrages improductifs varie en fonction de leur composition et surtout de leur degré de fissuration, de 10 à 70 % suivant les régions concernées et les situations topographiques (nombreux forages abandonnés en zone de plateaux ou de collines dans l'Ogooué Lolo).

- Granito-gneiss sain (Précambrien inférieur)

La perméabilité du socle granito-gneissique est très variable, moyenne à extrêmement faible (débits spécifiques souvent inférieurs à 0,1 m³/h.m) en fonction de sa nature lithologique, de la profondeur des niveaux d'eau et de l'importance de l'altération sus-jacente.

Formations sédimentaires secondaire à tertiaire

- Série des Cirques (Pliocène)

Cette série sablo-argileuse peu étendue présente un faible intérêt hydrogéologique.

- Grès et Sables Batékés

La situation topographique rend ces aquifères peu rentables (malgré des transmissivités supérieures à $10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$), puisque le niveau piézométrique peut dépasser 150 m de profondeur sur les ouvrages situés en zones de plateaux. Les forages localisés dans les points bas peuvent par contre tirer profit du drainage de la nappe par le réseau hydrographique. Il existe d'autre part des nappes perchées à la faveur d'importants horizons argileux.

- Série de Komandji (Crétacé supérieur)

Les forages peu nombreux traduisent une faible perméabilité des grès argilo-sableux ou calcaires ; les formations karstiques (baie d'Akwengo) restent à étudier.

- Série de Sibang (Crétacé supérieur)

Cet aquifère est connu dans la région de Libreville où les forages de profondeur variable produisent entre 2 et $50 \text{ m}^3/\text{h}$, avec des transmissivités de l'ordre de $10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ et un coefficient d'emmagasinement compris entre $3 \cdot 10^{-4}$ et 10^{-3} .

- Série Rouge

L'aquifère représenté par les niveaux sableux à sablo-argileux est peu productif (0 à $0,5 \text{ m}^3/\text{h.m}$). La série enrichie en argile devient imperméable.

- Série de Madiéla (Crétacé supérieur)

Les venues d'eau apparaissent entre 1 et 21 m de profondeur, pour des débits spécifiques moyens de l'ordre de 0,2 à $0,7 \text{ m}^3/\text{h.m}$ (région de la Ngounié, de l'Ogooué Maritime, du Moyen Ogooué...), variant de 0,01 à $66 \text{ m}^3/\text{h.m}$ dans l'Estuaire. La transmissivité de l'aquifère peut occasionnellement dépasser $10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ dans le Madiéla calcaire qui constitue un bon aquifère ; le faciès gréseux peut lui aussi être très perméable. Les perméabilités sont plus faibles dans les faciès schisteux, ainsi que dans les régions où les faciès marneux et grés-marneux dominent.

Les variations de productivité du Madiéla calcaire-dolomitique traduisent l'hétérogénéité spatiale de la fracturation. Des problèmes de qualité des eaux sont rencontrés au niveau des réseaux karstiques (région de N'toum).

- Série de Cocobeach (Crétacé inférieur)

Très peu d'ouvrages captent la formation aquifère du Cocobeach (ensemble détritique grossier du Cocobeach supérieur) que l'on juge néanmoins favorable à l'exploitation. La nappe est en charge sous le Cocobeach marneux et localement en communication avec la nappe des grès de N'dombo.

Les Cocobeach moyen et inférieur, marneux donc très peu perméables, présentent de très faibles potentialités. Les niveaux gréseux sont peu productifs.

- Série de N'dombo

La série sablo-gréseuse est alimentée directement par les pluies lorsqu'elle affleure au niveau des collines ; dans les plaines marneuses, la nappe est en charge sous le Cocobeach : les ouvrages du programme d'hydraulique villageoise dans le bassin côtier Nord sont artésiens ("venues" d'eau entre 36 et 61 m de profondeur). Les potentialités de cet aquifère sont bonnes mais les eaux de la nappe sont souvent riches en fer, ce qui la rend localement non potable.

- Série de Mvone

Les potentialités aquifères de cette série n'ont pas été suffisamment reconnues par forage : les seuls débits connus traduisent des qualités hydrodynamiques moyennes. Le sommet de cette série est constitué d'un ensemble argilo-marneux imperméable.

Formations quaternaires

Les alluvions présentent une forte perméabilité (débit spécifique moyen supérieur à $5 \text{ m}^3/\text{h.m}$), notamment dans le Bassin de l'Ogooué.

Les aquifères sableux du littoral présentent de bonnes perméabilités (transmissivité supérieure à $10^3 \text{ m}^2/\text{s}$, coefficient d'emmagasinement de l'ordre de 10^{-2}) mais leur exploitation est limitée par la puissance faible de la formation et par la présence de biseaux salés.

b) Piézométrie

Deux secteurs peu étendus ont fait l'objet d'un suivi piézométrique de courte durée mais ces documents n'ont pas pu être consultés à la DGRH. Il s'agit d'une méthodologie d'étude d'un aquifère côtier appliquée à la nappe de la Pointe Denis (prise en compte du biseau salé, rapport du Laboratoire d'Hydrologie Mathématique) et d'une étude d'alimentation en eau dans le secteur de Port Gentil (rapport du BRGM sur quelques piézomètres et un essai par pompage).

En dehors de ces zones côtières, aucun suivi n'a été réalisé sur les ouvrages, même de façon ponctuelle ou temporaire.

c) Essais par pompage

Quelques interprétations d'essais par pompage (à débit constant ou par paliers) ont été effectuées par le BRGM dans le cadre de l'Hydraulique Villageoise, à l'aide d'un programme basé sur l'Equation de Theis et malgré les réserves à prendre concernant les écoulements en milieu fissuré.

Dans la majorité des cas (Provinces de l'Estuaire, du Moyen Ogooué, du Woleu N'tem...) les essais étaient rarement interprétables car troublés par des effets de capacité non amortis ou des perturbations en cours de pompage (inconstance des débits). De plus le projet ne bénéficiait pas d'une pompe à débit suffisant, les essais étaient de trop courte durée, les ouvrages exploitables en tant que piézomètres étaient inexistantes et les forages se révélaient parfois être mal développés..

Quelques "ordres de grandeur" des paramètres de transmissivité obtenus localement sont résumés ci-après :

. alluvions :	$1.10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$
. série de Komandji :	$1,1.10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$
. série Rouge :	$3,8.10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$
. série de Sibang :	$2.10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$
. série de Cocobeach :	$2 \text{ à } 8.10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$
. série du Bouenzien :	$1.10^{-5} \text{ m}^2/\text{s} \text{ à } 11.10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$
. altérites granitiques :	$2.10^{-5} \text{ m}^2/\text{s} \text{ à } 3,7.10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$
. granite :	$1.10^{-5} \text{ m}^2/\text{s} \text{ à } 8.10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$
. granito-gneiss :	$1.10^{-5} \text{ m}^2/\text{s} \text{ à } 1.10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$
. schisto-gréseux :	$1,6 \text{ à } 2,1.10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$
. schisto-calcaire peu fracturé :	$2.10^{-4} \text{ m}^2/\text{s} \text{ à } 7.10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$
. schisto-calcaire :	$1.10^{-3} \text{ à } 8,7.10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$

d) Hydrochimie

La minéralisation des eaux est faible : elle reste généralement inférieure à 250 mg/l et même souvent entre 25 à 100 mg/l ; seule la série du Cocobeach (en dehors des aquifères côtiers) a présenté une teneur supérieure à 5 g/l (probablement liée à la présence d'évaporites). Les eaux des formations d'altération sont les moins minéralisées (teneurs limitées à 40-90 mg/l), alors que les eaux circulant dans la roche saine présentent une distribution plus large (25 à 250 mg/l, jusqu'à 300 mg/l) en raison du lessivage des formations superficielles et en fonction de la profondeur des couches captées.

Les eaux souterraines présentent une bonne qualité, à l'exception de certaines eaux saumâtres liées au biseau salé et des eaux très ferrugineuses des grès de Ndombo notamment.

La présence du fer (manganèse), de même que de silice est notée fréquemment. La teneur en matières organiques est parfois excessive.

2.1.2.3 Coûts d'exécution des ouvrages

Le calcul des dépenses annuelles en pièces de rechange pour les 417 ouvrages équipés d'une pompe à pied Vergnet a été évalué à 8 000 000 FCFA (décembre 1989). La maintenance globale d'une pompe à motricité humaine (pièces, entretien, salaire des mécaniciens-réparateurs) est estimée à 60 000 FCFA/pompe/an (1991).

Le coût estimatif de forages exécutés en grand nombre (de l'ordre de 500 ouvrages), hors taxes, y compris étude, implantation, supervision de l'exécution et équipement était évalué à 8 000 000 FCFA par unité (décembre 1989). En 1991, on évalue entre 10 et 11 millions FCFA en "prix de gros" l'exécution d'un forage équipé, contre 15 millions pour un ouvrage isolé.

2.2 Aménagements existants

2.2.1 Utilisation actuelle des eaux de surface

Le potentiel hydroélectrique recensé au Gabon est considérable : le milieu offre à la fois des débits turbinables importants et des chutes sur la plupart des rivières.

Le tableau 2.2-1 montre cependant que la fraction équipée représente à peine 2,5% des possibilités identifiées, de l'ordre de 40 000 GWh. Ce sont d'abord les aménagements de Kingué et Tchimbélé qui alimentent les besoins de la région de Libreville (700 GWh). Ce sont ensuite les aménagements de Poubara pour la région de Franceville (300 GWh) à proximité des zones minières de Mounana et Moanda et de l'émetteur de Moabi.

La production hydroélectrique représente les 3/4 de la production totale d'énergie consommée au Gabon (700/900 GWh en 1989).

Le quatrième quart, pour la production thermique, intéresse les groupes diesel électrogène des zones rurales et la zone de Port-Gentil. Cette dernière devrait être reliée à terme, par interconnexion de 250 Kms, à la zone de production hydro-électrique de Kingué - Tchimbélé.

Adduction d'eau urbaine

Les difficultés pratiques d'exploitation des nappes à Libreville et Port-Gentil ont conduit à développer des réseaux d'alimentation à partir de prélèvements au fil de l'eau situés à plusieurs dizaines de Kilomètres de ces villes.

Tableau 2.2-1 : Potentiel hydroélectrique au Gabon

COURS D'EAU Site	MODULE (m3/s)	CHUTE (m)	PRODUCTIBLE (Gwh)	OBSERVATIONS
MBEI				
Kinguélé	57.6	112.5	402	<u>Réalisé</u>
Tchimbélé	35	113	303	<u>Réalisé</u>
Kinguélé amont	57.6	93.5	306	APD
autres			675	EP
sous-total			<u>1686</u>	
KOMO				
divers			<u>1345</u>	EP
ABANGA				
divers			<u>1390</u>	EP
IVINDO				
divers			<u>14035</u>	EP
NGOUNIE				
Chutes Impératrice	726	48	1920	APD
autres			770	EP
sous-total			<u>2690</u>	
NYANGA				
divers			<u>2200</u>	EP
LEBOMBI				
divers			<u>345</u>	EP
LECONI				
divers			<u>1385</u>	EP
MPASSA				
divers			<u>640</u>	EP
OGOUE				
Petit Poubara 1	248	42	150	<u>Réalisé</u>
Petit Poubara 2	248	42	150	<u>Réalisé</u>
Grand Poubara	248	122	1700	APD
autres			14595	EP
sous-total			<u>16595</u>	
TOTAL GENERAL			<u>42311</u>	

APD=Avant Projet Détaillé

EP=Etude Préliminaire

La station de traitement de Ntoum à 40 Km de Libreville, pourra être alimentée par des prélèvements sur six rivières dont le cumul pourrait atteindre 1935 l/s (Mbé, Mbomo, Sara, Méba, Nzémé, Assango, Agoula). Le besoin actuel est de l'ordre du m³/s.

Située sur le delta de l'Ogooué, Port-Gentil a progressivement renoncé à l'exploitation de forages régulièrement colmatés par le fer. Les besoins de l'ordre du 1/3 de ceux de la capitale, sont satisfaits à partir d'une prise d'eau sur un bras de l'Ogooué à Mondorove, à 35 Km de la ville. Compte tenu des remontées salines, la qualité de l'eau doit faire l'objet d'une grande vigilance en saison sèche.

De nombreuses petites villes de l'intérieur reçoivent leur eau potable depuis des stations de prélèvements d'eau des rivières par prise sur pontons flottants. Ainsi, les principales :

Lambaréné	50 m ³ /h	(l'Ogooué)
Moanda	100 m ³ /h	(étang)
Franceville	100 m ³ /h	(Mpassa)
Bitam	20 m ³ /h	(Mveze)
Mouila	50 m ³ /h	(Ngounié)
Koulamendou	50 m ³ /h	(Bouenguidi)
Mabokou	30 m ³ /h	(Ivindo)
Mvengué		(Lebombi)
Mounana	30 m ³ /h	(Leyou)
Lastourville	30 m ³ /h	(ogououé)
Kango	30 m ³ /h	(Komo)
Ngouoni	6 m ³ /h	
Minvoul	9 m ³ /h	
Mimongo	9 m ³ /h	
Fougamou	18 m ³ /h	
Booué	50 m ³ /h	

Ces prélèvements, de l'ordre de 3 à 30 l/s restent donc toujours marginaux, même en saison sèche, comparés aux valeurs des débits d'étiages.

2.2.2 Utilisation actuelle des eaux souterraines

2.2.2.1 Contexte de l'exploitation des ressources souterraines

De façon générale, les forages villageois produisent une eau pure, délivrée à une distance raisonnable des cases. Trop peu de comparaisons sur les investissements et leur rentabilité (coût des équipements, gain de temps) ou sur la qualité des eaux et infrastructures (minéralisation, facilités d'usage) ont été menées jusqu'à présent. Pourtant les adductions superficielles impliquent plus systématiquement l'extension d'un réseau de canalisations d'amenée et le traitement des eaux, par ailleurs trop faiblement minéralisées..

A Libreville par contre, une "Etude de Schéma Directeur pour l'alimentation en eau potable (1984)" a été confiée aux sociétés SAFEGE/SEEG. L'estimation du coût des investissements appuyée d'une analyse multicritère, a permis de retenir le dernier des trois schémas suivants :

- ressources souterraines,
- ressources superficielles avec barrage réservoir,
- ressources superficielles au fil de l'eau sans stockage.

Les conditions d'application de la solution "eaux souterraines" sur les aquifères de Libreville, l'ont rendue non concurrentielle. Outre de plus faibles potentialités (débit maximal exploitable "estimé" à 20 000 m³/jour), elle présentait 3 inconvénients majeurs :

- . un coût spécifique très élevé, de l'ordre de 4 fois celui de la meilleure solution (lié à la multiplicité et la dispersion des points de prélèvement) ;
- . un traitement spécifique nécessaire (aération, élimination de l'hydrogène sulfuré, du fer et du manganèse) ;
- . une incertitude quant aux conséquences sur les rivières, d'un pompage dans la nappe des grès de N'Dombo.

Faute de connaissances, seule une longue série d'observations sur les forages une fois mis en exploitation, aurait permis de préciser les débits réellement exploitables

2.2.2.2 Exploitation et équipements actuels, relatifs aux eaux souterraines

a) Hydraulique rurale

A ce jour, un seul programme d'Hydraulique Rurale a été exécuté. Il couvre une partie des besoins recensés, dans les villages où les eaux de surface sont insuffisantes en quantité (éloignement de la ressource) ou en qualité (pendant l'étiage). Le financement, assuré par le gouvernement gabonais, a laissé libre choix des options techniques et politiques.

Le programme des travaux, effectués par deux ateliers sous la supervision du BRGM et de ARLAB entre janvier 1982 et février 1986, a porté sur 588 forages (dont 417 forages productifs) alimentant en eau partiellement ou en totalité 292 villages ; leur répartition par province est reportée sur le tableau 2.2-2 (quelques forages réalisés hors programme d'Hydraulique Villageoise ont été pris en compte). Le rendement des ateliers de forage est faible, de l'ordre de 6 ouvrages par mois.

Le montant des travaux, entièrement pris en charge par l'Etat, s'est monté à 5 milliards de FCFA.

Les difficultés rencontrées ont été d'abord d'ordre logistique (mauvais état des routes d'accès ou inaccessibilité liée au réseau hydrographique, dispersion des villages bénéficiaires...). Les résultats des prospections hydrogéologiques ont montré d'autre part un taux d'échec élevé, malgré l'exécution

d'études préalables qui ont été menées par photo-interprétation et campagne de géophysique électrique.

Tableau 2.2-2 : Répartition par province des travaux d'hydraulique villageoise

PROVINCES	NOMBRE DE FORAGES			NOMBRE DE VILLAGES		
	prévus	effectifs	prospectés	effectués	équipés	taux d'échec
Estuaire	25	25	22	45	32	29%
Haut-Ogooué	30	34	30	51	43	16%
Moyen-Ogooué	16	17	12	31	17	30%
Ngounié	70	64	55	122	85	20%
Nyanga	32	32	31	51	43	16%
Ogooué-Ivindo	47	46	45	69	62	10%
Ogooué-Lolo	24	24	21	39	28	28%
Ogooué-Marit.	11	10	5	17	8	53%
Woleu-Ntem	75	76	69	163	99	39%
TOTAL	330	328	290	588	417	29%

Le moyen d'exhaure retenu, conseillé par le CIEH, est l'hydropompe à membrane Vergnet qu'une petite équipe installe et entretient aisément (deux techniciens suffisent). D'autres pompes ont été testées et ont donné moins bonne satisfaction (nombre des pannes recensées supérieur). A l'issue des cinq premières années au cours desquelles l'entretien des pompes était assuré par leur installateur initial, la DGERH a repris la maintenance à sa charge mais sans disposer d'un budget suffisant, tout en essayant de mener une réflexion quant à l'opportunité de confier ces opérations à la SEEG ou à une société privée.

Un nouveau programme a été proposé en 1985. Dénommé Hydraulique Villageoise Phase 2, il porte sur l'exécution de 415 forages (pour un taux de réussite supposé de 90 % environ, soit 380 forages positifs), répartis dans 350 villages.

L'Etat Gabonais ne pouvant financer ce programme, une aide de financement a été déposée auprès de la Délégation de la Commission des Communautés Européennes en décembre 1988, il consiste en un premier programme additionnel de 75 points d'eau dont le coût a été estimé à 787 500 000 FCFA.

En 1989, le FED a accordé à la SEEG une subvention de 13 200 000 FCFA pour, dans un premier temps, évaluer la campagne 1981-86. La mission de terrain a été effectuée par le personnel du Ministère (à la fois juge et partie) pour élaborer un diagnostic sur l'utilisation et le fonctionnement des ouvrages, ainsi que sur les demandes recensées dans les villages visités. Le rapport conclut sur les besoins d'exécution de 522 nouveaux forages (à considérer comme un minimum indispensable) associée à la mise en place incontournable d'un système de maintenance.

On note en outre l'existence de puits traditionnels dans les centres tels que Mouila, souvent près des écoles ou dispensaires ; aucune donnée concernant leur nombre ou même leur situation n'est disponible au Ministère (type de construction, profondeur, débit exploitable, utilisateurs ?). Cinq villages-témoins ont par ailleurs bénéficié de mini-réseaux d'adduction de type urbain, composés d'un forage équipé d'une pompe photovoltaïque, dont la conduite a été confiée à la SEEG.

b) Adduction d'eau souterraine des Centres de l'Intérieur

L'équipement des centres "administratifs" est assuré par la SEEG. La majorité des localités s'approvisionne sur les eaux de surface.

Tchibanga est alimentée à partir d'une résurgence karstique et Lambaréné partiellement par des petites sources. Quelques localités côtières en situation défavorable pour l'exploitation des eaux de surface sont équipées par forage. Le recours à la nappe phréatique superposée au biseau salé reste la seule alternative, du fait de l'influence des marées et donc de la remontée du front salé sur les cours d'eau. Le centre de Gamba, érigé en centre administratif autour d'installations pétrolières, a bénéficié de l'exécution d'un forage pris en charge par la société pétrolière Shell-Gabon ; il permet la desserte de 37 % de la population.

D'après les chiffres fournies par la SEEG pour l'année 1986, la production d'eau par habitant varierait entre 20 et 260 l/jour.hab, suivant les centres. Ces fluctuations sont sans doute liées à une mauvaise estimation de la population desservie, s'il n'existe pas en outre une confusion involontaire entre l'"abonné" et les personnes qui lui sont effectivement rattachées. Sur l'intérieur du territoire, la dotation théorique est de 100 l/hab./jour ; la SEEG y prend en compte une moyenne de 10 habitants par abonnement.

c) Adduction d'eau souterraine des grandes villes

Conçu dès 1935, le premier réseau d'eau de Libreville consistait en un captage de sources, relayées à partir de 1954 (puis 1960 et 1966) par la mise en exploitation de forages. Les forages captant l'aquifère supérieur des calcaires de Sibang (de l'ordre de 150 m de profondeur) ont présenté une productivité trop médiocre pour y être multipliés, tandis que les ouvrages captant la Série inférieure (450 à 500 m) ont développé des problèmes de corrosion importants. L'exploitation de l'ensemble de ces ouvrages, non compatible avec l'accroissement des besoins, a donc été progressivement abandonnée à partir de 1967. Libreville étant entourée par des bras de mer, l'alimentation par les eaux douces de surface a impliqué l'exécution d'une prise onéreuse, distante de 40 km en amont de l'agglomération.

La ville de Port Gentil a été alimentée jusqu'en 1979 par une batterie de 135 petits ouvrages, puits et forages peu profonds (respectivement 7-8 m et 15-30 m) captant la nappe d'eau douce des sables quaternaires. Bien que cet aquifère présente d'excellentes conditions d'alimentation, les ressources de surface ont dû lui être substituées à partir de 1983, en raison des teneurs en fer élevées qui imposaient le remplacement périodique des ouvrages, colmatés par les dépôts d'hydroxydes.

2.3 Besoins en eau

2.3.1 Alimentation des populations en eau domestique

2.3.1.1 Centres urbains

Les progrès réalisés dans la distribution d'eau potable en zone urbaine sont importants : moins de 50 000 m³ ont été vendus en 1950, contre 27 millions en 1987 pour 30 610 abonnés (67 % à Libreville, 13 % à Port Gentil et 20 % dans 26 autres centres de l'intérieur). Le pourcentage de population desservie s'établirait entre 35 et 90 %, voire 100 %.

a) Libreville

La politique menée au niveau de l'aménagement du territoire vise à favoriser le développement régional et limiter l'accroissement de la capitale, afin d'entraîner une décélération de l'accroissement focalisé des besoins en eau (Cf tableau 2.3-1).

La SEEG ne semble pas s'être fixé de normes pour la desserte par habitant dans les grandes villes ; celle-ci évolue entre 150 l/jour/hab et 400 l/jour/hab (en pointe) ; les calculs de production par habitant sont basés sur la prise en compte approximative de 6 personnes par abonnement régulier.

Tableau 2.3-1 : Besoins journaliers de pointe (et prévisions) pour Libreville.;
(pertes des réseaux incluses)

Année	Besoins (m ³ /jour)
1982	55 000
1990	95 000
2000	132 000
2010	169 000

En raison de la saturation des installations existantes, des renforcements ont été nécessaires. L'implantation de forages ne s'est pas révélée économiquement viable, cette solution étant pénalisée pour une exploitation autour de Libreville par :

- le coût des forages,
- la faible taille des installations individuelles envisageables et les petits diamètres de canalisations,
- les distances prévues entre ouvrages.

**Tableau 2.3-2 : Evolution de la Production annuelle d'eau
(en millions de m3 par an)**

	1984	1985	1986	1987	1988
Libreville	20,9	22,9	23,2	22,2	23,9
Port-Gentil	4,7	4,9	4,7	4,7	4,2
Franceville	1,6	1,9	2,3	2,4	2,4
Régions	3,2	3,7	3,9	3,8	4,1
TOTAL	30,4	33,4	34,1	33,1	34,6

En 1988, la capacité totale des installations d'adduction du Gabon était de 178 370 m³/jour dont 1 200 m³/jour prélevés sur les eaux souterraines, pour une production annuelle globale de 34,6 Mm³ et un volume d'eau distribué de 27,5 Mm³. Les pertes sur réseaux seraient limitées, de 10 à 20 % et le rendement des installations de traitement estimé à 95 %.

b) Centres de l'intérieur

L'équipement en infrastructures de l'ensemble des Centres de l'intérieur - particulièrement en réseaux d'eau potable - représente un des objectifs gouvernementaux pour lutter contre l'exode rural. Ces équipements (de même théoriquement que l'hydraulique villageoise) sont financés par le budget de développement de l'Etat, dans le cadre des plans quinquennaux.

La dotation fixée par la SEEG est de 100 l/jour/hab ; Il est considéré que 10 personnes sont rattachées à un abonné et que 500 habitants peuvent être desservis par une borne fontaine.

c) Industries

Les besoins en eau industriels ont provoqué l'implantation de quelques forages privés : pour les sociétés forestières, usines de traitement (exploitation de l'hévéa), motels situés dans l'intérieur du pays, agro-industries (ranchs d'Agro-Gabon, cacaoyère...). En dehors de la desserte des industries par le réseau public, les prélèvements par systèmes autonomes n'ont jamais été comptabilisés.

2.3.1.2 Milieu rural

a) Cadre de l'alimentation en eau

Par son programme d'équipement des villages, le gouvernement préconisait l'alimentation en eau de qualité, sur une base de consommation de 50 l/hab.jour, prélevés sur les eaux souterraines au moyen de forages équipés de pompes à motricité humaine.

Un inventaire des villages avait été réalisé en 1977, puis révisé en 1982, permettant ainsi de retenir les villages prioritaires pour la première tranche du programme, sur les critères suivants :

- population supérieure à 250 habitants,
- site accessible en toute saison aux appareils de forage,
- existence d'infrastructures de base : dispensaire et école,
- activités économiques productives.

La priorité s'est également portée sur les villages frontaliers (permettant de limiter l'émigration temporaire) ainsi que sur les villages résultant d'un regroupement, mieux structurés.

Les forages de la première tranche sont équipés de pompes à motricité humaine ; le débit minimal d'équipement a été fixé à 700 l/s ; il a été parfois abaissé à 500 l/s lorsque les conditions d'exploration étaient particulièrement difficiles.

Suite à l'évaluation des premiers travaux d'hydraulique villageoise demandée par la CCE, un nouveau dossier d'appel d'offres a été élaboré par le Ministère pour le lancement d'une seconde tranche ; celle-ci devrait permettre la couverture globale de 80 à 90 % des besoins recensés. Le financement nécessaire à ce programme est recherché depuis septembre 1989.

Le taux de satisfaction général de la desserte en eau potable, non évalué officiellement, doit évoluer autour de 35 % en zone rurale.

b) Besoins exprimés

En considérant une dotation moyenne de 50 litres par jour et par habitant, les besoins par village se situeraient entre 5 et 50 m³/jour. Ils représentent des quantités modestes pouvant correspondre à des durées d'exploitation des ouvrages de l'ordre de 8 heures/jour (utilisation maximale entre 8-10 et 17-19 heures) permettant de desservir facilement l'ensemble des villages répartis le long des 7 000 km de pistes sillonnant le Gabon. L'importance de ces villages, qui est fonction du contexte agricole, varie d'une centaine à un millier de personnes.

Le choix des villages restant à desservir peut être arrêté à la suite de l'actualisation des études d'inventaire effectuée en 1990. Les fiches-résultat identifient au niveau du village les points significatifs suivants :

- situation géographique, administrative et économique,
- conditions d'alimentation en eau,
- besoins basés sur la population et les équipements,
- aquifère à exploiter,
- travaux à prévoir (photogéologie, géophysique, foration).

2.3.2 Demande en eau pour l'agriculture

L'agriculture traditionnelle du Gabon est une agriculture itinérante sur brûlis, sans irrigation. Elle reste aujourd'hui une agriculture de subsistance, largement autoconsommée au niveau des villages. L'état ne favorise pas les investissements au niveau des matériels d'irrigation, intrants, tracteurs.. qui présentent des prix exorbitants, compte tenu des taxes imposées. Les "agro-industries" implantées autour de Libreville produisent des cultures pérennes non irriguées. Seuls quelques "projets chinois" sur le riz (petit essai à Akok, près de Cocobeach), très limités car ils ne donnent lieu à aucune vulgarisation auprès des populations locales, sollicitent les eaux de marigots suivant des quantités non évaluées mais négligeables, pour une irrigation par motopompes. Quelques agriculteurs disposent de petites motopompes pour le "jardinage", de diamètre 1,5 à 2" au plus.

Autour de Libreville pourrait se développer un petit maraîchage de contre-saison sèche (l'abondance d'eau pendant la saison des pluies entraîne des maladies cryptogamiques sur les cultures non abritées). Il existe une potentialité de développement de cultures vivrières (potagers, fruitiers..) puisant de l'eau sur les ressources superficielles. La culture du maïs pourrait s'intensifier sur 3 cycles culturaux, dont l'un pendant la saison sèche avec irrigation. Les problèmes éventuels d'érodabilité des sols sous irrigation sont néanmoins à surveiller.

Les besoins en eau pour l'élevage sont négligeables, les troupeaux étant peu nombreux. Quelques forages ont été exécutés ponctuellement pour des ranchs. Le petit bétail qui divague n'est pas pris en compte en tant qu'activité consommatrice d'eau autour des ouvrages.

CHAPITRE 3

CLIMAT

3.1 Organisation et gestion

3.1.1 Service Météorologique

Créé en 1968, le Service Météorologique National a été rattaché successivement à plusieurs ministères comme celui des Travaux Publics ou celui de l'Aviation civile et commerciale ; il est actuellement rattaché au Ministère des Transports.

Le décret 12 457/PR/MACC du 26 août 1983, portant attribution et organisation du Ministère de l'Aviation Civile et Commerciale, a créé une Direction de la Météorologie Nationale avec les attributions suivantes (section II) :

Article 20. - Placée sous l'autorité d'un Directeur, la Direction de la Météorologie Nationale est chargée :

- de veiller à l'exploitation des données météorologiques pour les besoins de l'aéronautique et à ce titre de contrôler l'activité de l'Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne en Afrique et à Madagascar (ASECNA) dans le domaine de la Météorologie ;
- de préparer et d'exploiter les statistiques pour les besoins de l'ensemble de la météorologie nationale et d'en assurer la diffusion ;
- de recruter le personnel de la météorologie ;
- d'implanter et d'entretenir les stations pluviométriques, climatologiques et agrométéorologiques en collaboration avec les autres départements ministériels et organismes intéressés ;
- d'assurer l'assistance météorologique à tous les secteurs économiques tributaires du climat, notamment l'agriculture ;
- d'assurer la mise en oeuvre des accords internationaux et inter-Etats en liaison avec les organismes dont l'activité concerne la discipline météorologique.

Article 21. - Le Directeur de la Météorologie Nationale est nommé par décret pris en Conseil des Ministres sur proposition du Ministre de l'Aviation Civile et Commerciale. Il est choisi dans le corps des Ingénieurs de la Météorologie.

Article 22. - La Direction de la Météorologie Nationale comprend :

- le service de la Climatologie
- le service de l'Agrométéorologie
- le service des Réseaux Météorologiques

Article 23. - Le service de la Climatologie est chargé :

- du maintien du réseau national adéquat des stations climatologiques d'observation en surface et en altitude ;
- des statistiques, études et recherches climatologiques ;
- de l'assistance climatologique et de la conservation des données météorologiques.

Article 24. - Le Service de l'Agrométéorologie est chargé :

- de l'organisation et du contrôle des stations agrométéorologiques ;
- du traitement des données ;
- de l'étude et de la fourniture aux agriculteurs et agronomes des informations sur les conditions climatiques.

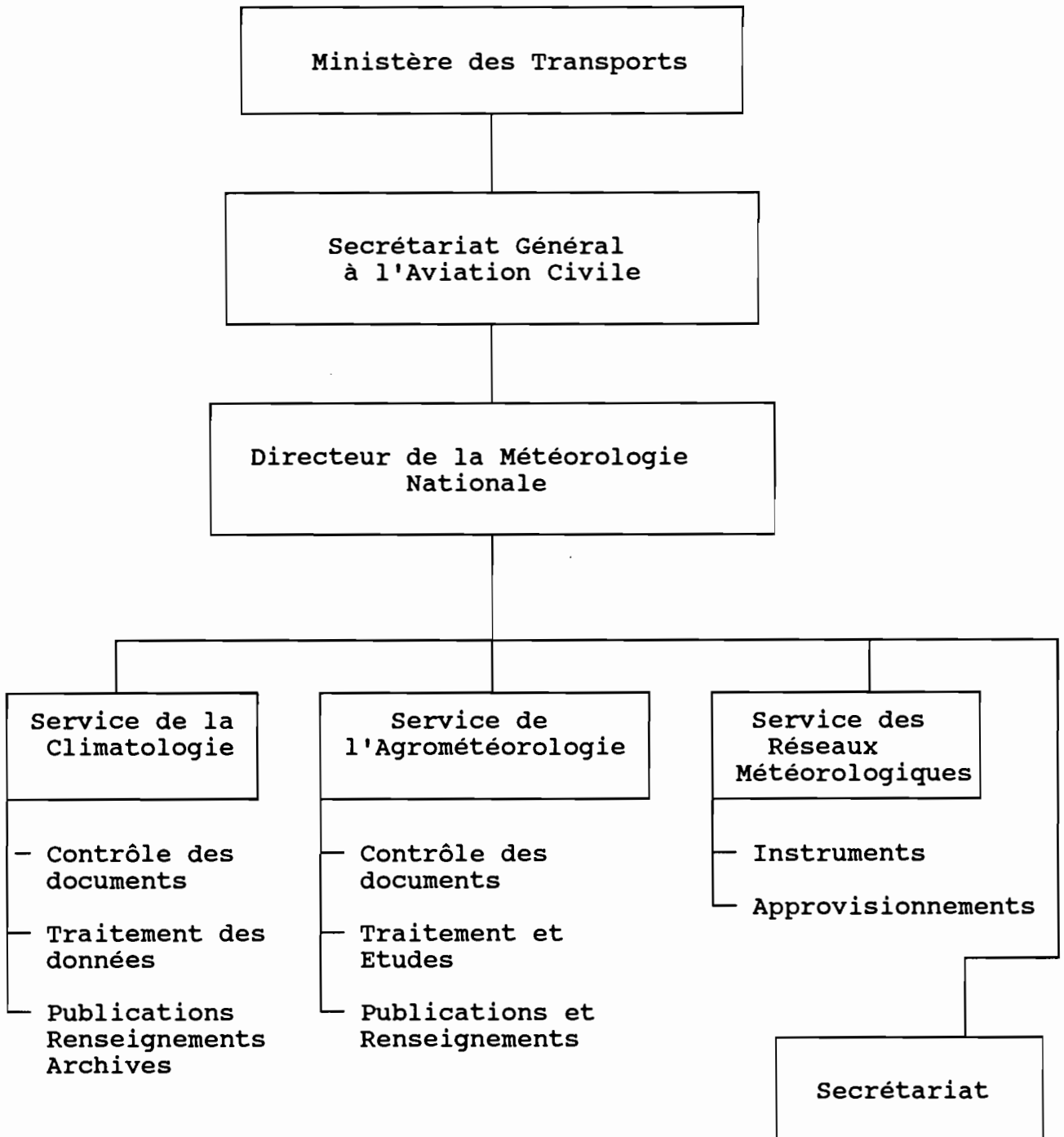
Article 25. - Le Service des Réseaux Météorologiques est chargé :

- du bon fonctionnement des réseaux des stations d'observations météorologiques, synoptiques, climatologiques, agrométéorologiques et pluviométriques ;
- de l'inspection des réseaux ;
- de la normalisation des méthodes d'observation ;
- de l'installation, de la maintenance des instruments météorologiques et agrométéorologiques.

La DMN fonctionne actuellement avec une structure très centralisée à Libreville. Cette situation la rend d'autant plus vulnérable que, par manque de moyens, les contrôles des observateurs et de l'état de l'équipement des réseaux de mesure ne peuvent être assurés. Seules les stations synoptiques fonctionnent à peu près correctement. On comprend donc la nécessité ressentie par la DMN de créer des structures régionales devant permettre des contrôles réguliers et une maintenance appropriée.

Figure 3.3-1

ORGANIGRAMME DE LA DIRECTION DE LA METEOROLOGIE
NATIONALE DU GABON



L'organigramme de la figure 3.1-1 fournit la structure de la DMN formée de 3 services ; le service de l'Agrométéorologie est dirigé par un ingénieur de classe 1 qui a reçu récemment des compléments de formation, en France notamment. Les deux autres services sont dirigés par des techniciens supérieurs ; chaque responsable est doté d'un adjoint (technicien supérieur) et les sections (8 en tout) de chaque service ont à leur tête un technicien supérieur, sauf les 2 sections du service des Réseaux Météorologiques qui sont sous la responsabilité de techniciens de la météorologie (classe IV) ayant une bonne expérience de par leur ancienneté.

3.1.2 Autres organisations

ASECNA (Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne)

La représentation gabonaise de l'ASECNA entretient tout naturellement des relations privilégiées avec la DMN ; l'ASECNA a la responsabilité de la gestion des 14 stations synoptiques du GABON. Deux de ces stations (Libreville et Port Gentil) sont gérées sur le fond communautaire de l'ASECNA en tant qu'aéroports internationaux, les douze autres sont exploitées sur budget gabonais. Les liaisons sont d'autant plus étroites avec la DMN que ces 14 stations constituent pratiquement la seule véritable ossature météorologique du pays.

Mais chaque organisme a bien sûr ses objectifs propres quant à l'utilisation de l'information obtenue. L'ASECNA doit exploiter très rapidement les éléments permettant de constituer les produits purement aéronautiques ; la DMN pour sa part doit exploiter l'ensemble des paramètres observés pour les besoins de tous les usagers, archiver et stocker données brutes et données élaborées.

L'information circule ainsi à 2 vitesses, un centre "collecteur" à Libreville reçoit par liaison B.L.U. les données synoptiques puis les transmet à Brazzaville et à Dakar d'où elles sont injectées vers un des centres mondiaux dépendant de l'organisation Météorologique Mondiale. Au début de chaque mois, carnets et diagrammes du mois précédent transitent par l'ASECNA avant d'être remis à la DMN pour dépouillement complet, archivage et stockage.

Une convention gère les relations DMN - ASECNA, le personnel fonctionnaire de la DMN peut être détaché auprès de l'ASECNA puis réintégrer sur corps d'origine suivant les nécessités du service.

Le nombre d'ingénieurs à l'ASECNA est relativement important (2 à Port-Gentil, 1 à Mvengué, 8 à Libreville plus le chef de réseau et le chef du service d'exploitation de la Météorologie, au titre des techniciens supérieurs 10 sont affectés à Libreville, 3 à Port-Gentil, 1 à Mvengué... et le personnel d'exécution est d'environ 90 personnes).

Dans le cadre du projet de réhabilitation et de renforcement 14 agents précédemment en service à l'ASECNA (2 classes II, 7 classes III, 5 classes IV) vont réintégrer la DMN, de même que 14 agents de classe IV actuellement en formation sur place.

Le manque criant de moyens se fait nettement sentir au niveau de l'ASECNA qui en dehors de 2 stations financées sur fond communautaire n'a pas de crédits depuis plusieurs années pour renouveler les abris, ni de produits de fonctionnement. La DMN apparaît cependant encore plus défavorisée puisqu'elle ne dispose, par exemple, d'aucun moyen informatique alors que le système CLICOM a déjà été installé à l'ASECNA...

Comme dans beaucoup de pays l'exploitation des stations synoptiques près des aéroports a représenté une priorité absolue au cours de ces dernières années. Les difficultés de gestion des réseaux pluviométriques et agrométéorologiques que l'on observe avec tant d'acuité depuis la fin des années 70 se produisent alors que dans le même temps le développement croissant de l'agriculture augmente les besoins de connaissance sur les caractéristiques climatiques.

Les carences de la DMN par manque de moyens ont entraîné une relative prolifération de stations climatologiques ou agronomiques privées ou parapubliques. Certaines des stations ainsi créées ont été intégrées au réseau national, elles sont gérées directement par les organismes mais sont agréées par la DMN. Pourtant beaucoup de ces stations fonctionnent sans aucun contrôle ni conseils de la DMN et il n'existe même pas d'inventaire général les concernant.

L'un des objectifs que s'est assigné la DMN (et qui correspond à une préoccupation partagée par les organismes intéressés) est de procéder rapidement à des accords ou à passer des conventions avec chacun des organismes gestionnaires de données. L'objectif est en effet :

- connaître l'information potentielle en recensant les stations existantes avec le détail des paramètres climatiques mesurés,
- apprécier la qualité des observations réalisées pour fournir des conseils si nécessaire, afin que ces stations acquièrent un certain "label",
- rassembler toutes les données disponibles mais avec un véritable échange dans les deux sens, les organismes chargés du développement devant également être destinataires des données de la DMN relatives à leur zone d'activité.

Les principales sociétés effectuant des relevés sont les suivantes :

AGROGABON (Société de développement de l'Agriculture et de l'Elevage au Gabon), cette importante société para-étatique créée en 1977 est chargée d'assurer l'implantations des ranches bovins et la promotion du palmier à huile. AGROGABON dispose de son propre réseau de pluviomètres, notamment dans les plantations de palmiers à huile et assure le suivi de plusieurs stations agrométéorologiques agréées par la DMN (LEBAMBA, BIBORA, NDENDE Belvédère, MOABI...)

SOSUHO (Société Sucrière du Haut Gabon), cet organisme pionnier en matière d'agro-industrie est né en 1975 et est chargé de couvrir les besoins nationaux en sucre. Cette société qui fait la promotion de la canne à sucre et de l'ananas a également ses stations propres.

SIAEB (Société Industrielle d'Agriculture et d'Elevage de BOUMANGO) a été créée en 1977 avec pour objectif une production annuelle de deux millions de poulets. Cette société privée qui est entrée en production fin 1982 dispose de 2 ou 3 stations agrométéorologiques.

OGAPROV (office gabonais de production de viande à Port Gentil) est un organisme public créé en 1971 et qui dispose également d'une à deux stations.

CIAM (centre d'Introduction, d'Adaptation et de multiplication du matériel végétal vivrier et fruitier). Ce projet, prévu au départ pour une durée de 5 ans (1975-1980) et qui relève de la Direction Générale de l'Agriculture a pour but de fournir à bas prix un matériel végétal sélectionné.

Il dispose de 3 sections :

- culture vivrière (manioc, maïs, arachides, soja, gombos),
- culture in vitro,
- semences et cultures maraîchères.

Le CIAM possède une station "de base" à NTOUM (lancée avec l'appui de la FAO et le soutien financier du PNUD) et d'un certain nombre de stations agrométéorologiques.

SEEG (Société d'Energie et d'eau du Gabon), constitué en 1964, possède des stations pluviométriques propres pour les études d'extension ou de renforcement des moyens de production d'électricité (KINGUELE - bassin de la MBEI).

Cette liste est loin d'être complète, on pourrait également citer, par exemple, la société pétrolière SHELL-GABON (ex COSREG) qui exploite les stations pluviométriques de GAMBA et RABI, près des gisements pétroliers.

On relèvera enfin la relative imprécision qui s'attache au nombre de stations réellement exploitées par ces sociétés en l'absence de tout inventaire.

Enfin l'appellation " station agrométéorologique" ne doit pas être interprétée dans sa pleine signification, les paramètres relevés pouvant se limiter seulement aux précipitations et à la température.

3.1.3 Personnel et formation

Au 19 novembre 1990 la liste des personnels techniques de la Direction de la Météorologie Nationale était de 38 personnes et s'établissait comme suit :

- 2 ingénieurs civils de la Météorologie - classe I,
- 1 ingénieur des études et de l'exploitation de la Météorologie - classe II,
- 21 techniciens supérieurs de la Météorologie - classe III,
- 10 techniciens de la Météorologie - classe IV et 4 agents techniques de la Météo (personnel de soutien)

D'importantes transformations sont en train de se produire pour permettre à la DMN d'assurer son rôle de service public.

D'une part ses structures doivent évoluer en passant d'un système hyper centralisé à Libreville à un dispositif s'appuyant sur des centres régionaux, cela nécessite la nomination d'un responsable par centre régional entouré d'une petite équipe de personnes connaissant le terrain et les équipements.

D'autre part il faut redynamiser le personnel actuel qui par manque de moyens est obligé de vivre au ralenti (tournées de contrôles rendues impossible par manque de véhicules, aucune publication assurée ni aucune structure informatisée en place) et aurait besoin d'un important recyclage.

La "revitalisation" de la DMN va être rendue possible par l'application progressive du projet de réhabilitation et de renforcement du Service Météorologique (Cf. 3.1.4, chapitres 6,7 et Annexes).

Dans cette optique un important mouvement de personnel en provenance de l'ASECNA est prévu et concerne 14 agents (2 classes II, 7 classes III, 5 classes IV) ; par ailleurs 14 agents de classe IV, nouvellement recrutés sont actuellement en formation sur place grâce à des bourses du gouvernement gabonais, l'effectif du personnel technique de la DMN, toutes catégories confondues devrait ainsi atteindre rapidement 66 personnes.

Les besoins en formation sont bien sûr très importants, que ce soit en amont : formation des observateurs de stations à recruter ou des responsables régionaux ayant à contrôler et à entretenir les stations et les équipements dont ils ont la charge ou que ce soit à l'aval : la valorisation de l'information recueillie doit être faite de façon efficace en utilisant les moyens informatiques appropriés respectant les procédures déjà mises en place ailleurs par l'OMM.

L'information recueillie doit être traitée, mais aussi stockée, archivée, mise aisément à la disposition des utilisateurs, soit sous forme de publications régulières soit sous forme d'une consultation aisée sur place.

Cette formation doit donc revêtir des formes variées faisant appel à diverses contributions DMN et ASECNA pour les aspects de contrôle et de maintenance des équipements de mesure classique, experts expatriés pour la procédure CLICOM, les problèmes organisationnels et les méthodologies nouvelles. Cette formation peut être faite en partie sur place, et l'on doit tenir compte des possibilités de formations en informatique offertes par l'Institut Africain d'Informatique IAI, mais aussi à l'étranger, par exemple, à NIAMEY, (à l'EAMAC ou à l'AGRHYMET).

3.1.4 Budget

Le budget 1991 de la DMN est de 2,5 millions de francs CFA, le même depuis plusieurs années. Ce montant dérisoire permet tout au plus de payer le personnel temporaire des stations.

Un tableau comparatif des 16 services météorologiques nationaux d'Afrique francophone au sud du Sahara montrait (situation établie en janvier 1989) que le budget moyen pour l'ensemble de ces pays s'élevait à 35 millions de francs CFA/an et que l'effectif moyen du personnel "météo" était de 171 personnes (contre 43 au Gabon à cette époque).

Ce tableau établissait ainsi que la DMN du Gabon avait :

- le plus faible budget de fonctionnement,
- le plus faible effectif en personnel,
- un nombre de stations (en dehors des 14 stations synoptiques) considéré comme nul, dans la mesure où les stations agrométéorologiques reconnues sont contrôlées par d'autres organismes, AGROGABON pour la majorité) et que les stations pluviométriques ne peuvent plus être visitées, ni entretenues,
- n'assurait aucune publication,
- ne possédait aucun équipement informatique,
- ne possédait aucun véhicule de service pour assurer les tournées.

Le Gabon ne recevant aucune assistance extérieure dans le domaine de la météorologie si ce n'est indirectement par le biais de l'ASECNA ou occasionnellement par le canal du Programme de Coopération volontaire (PCV) de l'OMM, les autorités nationales ont invité le Secrétaire général de l'OMM (M. OBASI) à se rendre au Gabon, visite qui a eu lieu du 30 juillet au 3 août 1989.

Le Secrétaire Général s'est effectivement rendu compte de la mauvaise situation dans laquelle se trouve le Service Météorologique gabonais. Sur la base d'un document préparé par la Direction de la Météorologie, les propositions suivantes ont été acceptées par les trois parties (Gouvernement, OMM, PNUD) et concernent :

- des actions à court terme tendant à réhabiliter le réseau par le biais de fournitures d'équipement et de formation ;

- des actions à moyen et long termes en vue du redressement et du développement du Service Météorologique. Chaque partie s'engage à explorer un certain nombre de voies pour mobiliser les moyens requis, notamment :

. fourniture par le Gouvernement de véhicules pour l'inspection des stations et financement des charges récurrentes pour le fonctionnement du Service Météorologique ;

. formations de courte durée et fourniture d'équipements dans le cadre PNUD / OMM par le biais du PCV ;

- un projet d'appui devant être formulé par une mission de consultants en météorologie et hydrologie (septembre / octobre 1989) permettant aux trois parties de mobiliser les ressources nécessaires pour le renforcement et le développement du Service Météorologique.

Nous avons repris, dans ce qui précède, les termes mêmes du projet GAB/89/004 "Réhabilitation et renforcement du Service Météorologique", ce projet qui figure en Annexe H du présent rapport a été signé en janvier 1991 par toutes les parties et son exécution a commencé.

Nous donnons ci-après les buts de ce projet qui devrait apporter une rénovation décisive de la DMN :

- remise en état de fonctionnement normal du réseau météorologique national existant ;
- implantation de nouvelles stations ;
- développement d'un système fiable de collecte de données ;
- création d'une banque de données par la mise en place d'un système informatique simple ;
- mise à disposition permanente des usagers d'informations de bonne qualité.

3.2 Données climatologiques

Les premières observations le long des côtes d'Afrique sont effectuées au début des années 1850 par des pharmaciens de la Marine dépendant du Service de Santé.

En général, les observations portent alors sur la température de l'air, la pression atmosphérique, l'état du ciel, l'intensité du vent et sa direction. Une station est ainsi installée à Libreville en 1859 et des relevés pluviométriques seront réalisés de mai à octobre cette année là.

Comme dans la plupart des autres pays, il s'agira là d'une action sans suite puisqu'il faudra attendre les dernières années du siècle pour que soient ouvertes des stations, essentiellement pluviométriques, qui subsisteront en général jusqu'au début de la première Guerre Mondiale. Ainsi l'année 1895 voit la réactivation du poste de Libreville dont les relevés pluviométriques sont complets jusqu'en 1914 inclus (l'année précédente a vu la création du poste de Lambaréné ville qui s'arrêtera très vite de fonctionner pour reprendre seulement en 1902). Dans les années qui suivent, 5 missions procèderont à des relevés réguliers de pluie.

Le tableau 3.2-1 montre un démarrage prometteur des mesures ; malheureusement la guerre viendra interrompre de façon durable tous les relevés et le Gabon sera particulièrement affecté à cet égard. Il faudra en effet attendre l'année 1934 pour voir un redémarrage des observations climatologiques à Libreville.

Tableau 3.2-1 : Observations pluviométriques avant 1915

Station	1895	1900	1905	1910	1915
	*	*	*	*	*
LIBREVILLE VILLE	+	+	+	+	+
LAMBARENE VILLE	+		+	+	+
ESHIRAS STE CROIX	+	+	+	+	+
STE ANNE DU					
FERNAND VAZ	+	+	+	+	+
MAYUMBA MISSION		+	+	+	+
SINDARA		+	+	+	+
NDJOLE			+	+	+

En 1940, il n'existe que quatre stations météorologiques, celles de Libreville, Franceville, Mayumba et Port Gentil. Dix ans plus tard, au moment où naît l'Organisation Météorologique Mondiale le nombre de stations météorologiques s'élève à 10.

3.2.1 Réseau synoptique et agrométéorologique

En 1958 le nombre de stations synoptiques atteint le chiffre de 14 (chiffre qui reste le même aujourd'hui, la station de Mvengué étant venue remplacer en 1977 celle de Franceville).

Naturellement, la plupart des stations synoptiques ont connu quelques vicissitudes au cours de leurs existence, notamment en ce qui concerne l'état de leur équipement (paramètres climatiques diversement observés) et nombre d'entre elles ont été déplacées au gré de la transformation des aéroports (Mitzic en 1952, Port Gentil en 1953, Lambaréné en 1959, etc...), (voir tableau 3.2-2) et figure 1.6-1, chapitre 1).

C'est pour cela que la colonne "année d'ouverture" du tableau 3.2-2 comprend en fait deux millésimes, celui de la création de la station et celui correspondant soit à l'emplacement actuel (?) soit au début de l'existence officielle de la station en tant que synoptique.

Il n'a pas été mentionné dans le tableau deux stations qui ont connu une existence éphémère comme synoptique (IGUELA 1950-51 et OYEM 1954-57).

Il est très difficile de dresser une liste précise des stations agrométéorologiques et de leur période de fonctionnement et sans doute devrait-on rajouter à la liste (tableau 3.2-3) les stations de BIBORA (Agrogabon) et de NTOUM (CIAM), en sachant comme nous l'avons déjà décrit que d'autres stations suivies par des organismes publics ou privés mériteraient sans doute également cette appellation. La situation est complexe : par manque de moyens la DMN ne peut gérer les stations, ni les contrôler régulièrement et n'est pas en possession de l'ensemble de l'information agrométéorologique acquise au Gabon. Par ailleurs, si en théorie les paramètres mesurés à ces stations sont pratiquement les mêmes que pour la plupart des stations synoptiques, la situation est en fait très variable suivant les lieux et du fait de la déficience de certains appareils le nombre de variables suivies peut être très réduit certaines années. La distinction avec les stations climatologiques peut ainsi être très floue et effectivement des stations comme OYEM ou LEBAMBA ont fonctionné plus ou moins longtemps comme telles.

Il est de même impossible de dresser une liste exhaustive des stations climatologiques celle-ci ayant parfois marché comme de simples stations pluviométriques. Nous retiendrons seulement les stations de BOOUE, ETEKE, FOUGAMOU, MAGONGA et PETIT OKANO en sachant que cet inventaire est bien approximatif.

Tableau 3.2-2 : Liste des stations synoptiques du Gabon

NOM	LATIT.	LONGIT.	ALTIT. (m)	ANNEE OUVERTURE	ANNEE FERMETURE
LIBREVILLE AERO	0° 27' N	9° 25' E	12	1938 - 1950	1971
BITAM	2° 05' N	11° 29' E	600	1946 - 1946	
COCOBACH	1° 00' N	9° 36' E	11	1946 - 1946	
FRANCEVILLE	1° 38' S	13° 34' E	424	1936 - 1944	
LAMBARENE AERO	0° 43' S	10° 14' E	25	1947 - 1959	
LASTOURSVILLE AERO	0° 50' S	12° 43' E	483	1951 - 1954	
MAKOKOU	0° 34' N	12° 52' E	513	1949 - 1953	
MAYUMBA	3° 25' S	10° 39' E	31	1937 - 1948	
MEKAMBO	1° 01' N	13° 56' E	499	1950 - 1957	
MITZIC	0° 47' N	11° 36' E	583	1946 - 1952	
MOANDA AERO	1° 32' S	13° 16' E	572	1958 - 1962	
MOUILA	1° 52' S	11° 01' E	88	1943 - 1949	
MVENGUE	1° 39' S	13° 26' E	444	1977 - 1977	
PORT GENTIL AERO	0° 42' S	8° 45' E	3	1937 - 1953	
TCHIBANGA	2° 51' S	11° 01' E	83	1952 - 1958	

Tableau 3.2-3 :Liste des stations agrométéorologiques

NOM	LATIT.	LONGIT.	ALTIT. (m)	DATE DE CREATION	TYPE DE PLUVIOMETRIE
<i>OYEM MIKONG</i>	1° 43' N	11° 42' E	620	3 / 81	Français
<i>MOABI</i>	2° 24' S	10° 59' E	25	6 / 87	Chinois
<i>LEBAMBA</i>	2° 13' S	11° 27' E	182	6 / 87	Chinois
<i>NDEDE Belvedere</i>	2° 07' S	11° 06' E	120	6 / 87	Chinois
<i>OKOLOVILLE</i>	1° 25' S	13° 35' E		3 / 81	Français

3.2.2 Equipement

Les stations synoptiques gabonaises sont équipées du matériel suivant :

1 abri météorologique avec :

- 1 thermomètre à maxima et à minima,
- 1 évaporomètre "PICHE",
- 1 psychromètre (thermomètre sec et mouillé),
- 1 thermographe,
- 1 hydrographe,
- 1 baromètre à mercure,
- 1 barographe,
- 1 héliographe (de type CAMPBELL),
- 1 pluviomètre Association (avec éprouvette correspondant),
- 1 pluviographe à augets,
- 1 anémomètre (Libreville, Port Gentil, Lambarene, Moanda, Mvengue),
- 1 girouette enregistreuse (Libreville, Moanda, Mvengue),
- 1 thermomètre dans le sol à surface, 20, 50, 100 cm de profondeur.

Chaque station synoptique est équipée d'un système de transmission BLU.

Libreville est de plus équipé d'un pyranomètre Kipp (marche pas) et d'un bac de classe A (qui ne fonctionne pas) et d'un radar au vent (actuellement en panne).

- Les stations de Libreville et de Port Gentil sont dites "permanentes" car elles font l'objet d'observations horaires régulières, financées par le financement communautaire, ce sont les 2 stations les mieux suivies du Gabon.

- Les stations de Mayumba, Mékambo et Cocobeach sont dites "continues" car elles bénéficient d'observations régulières entre 6 heures et 18 heures et le reste du temps toutes les 3 heures.

- Les autres stations sont dites "intermittentes" car les observations y sont faites toutes les 3 heures.

L'équipement des stations climatologiques et agrométéorologiques est très divers - on sait qu'une station climatologique de base devrait posséder : un abri météorologique petit modèle, un thermomètre à maximum et à minimum, un pluviomètre avec éprouvette et un évaporomètre sous abri.

La station agrométéorologique peut avoir un équipement proche de celui de la station synoptique, mais en fait le nombre d'appareils de mesure peut varier assez sensiblement d'une station à l'autre ainsi que le type d'appareil de mesure dont les caractéristiques de fonctionnement peuvent varier suivant sa "nationalité".

Ainsi en ce qui concerne le type d'abri : ceux d'OYEM et d'OKOLOVILLE sont français, ceux de MOABI et NDEDE Belvédère sont américains, celui de LEBAMBA est Japonais.

Ainsi en ce qui concerne le thermographe : ceux d'OYEM et d'OKOLOVILLE sont français, celui de MOABI est chinois, celui de LEBAMBA est japonais ...

Cette diversité d'origine des appareils s'explique par les difficultés rencontrées par la DMN pour avoir du matériel en bon état de marche. Du fait de la pénurie, toute aide bilatérale est particulièrement appréciée. C'est ainsi que la Chine fournit du matériel pour équiper 2 stations climatologiques principales, 4 stations agrométéorologiques complètes et 80 stations pluviométriques.

La diversité d'appareillage est cependant redoutable, car elle nécessite de la DMN une attention particulièrement vive pour éviter les confusions dans les mesures ou dans les résultats.

Citons 2 exemples : Mesure de la pluviométrie

Il existe trois types de pluviomètres en utilisation actuellement à la DMN :

- le pluviomètre Association, dit français à bague réceptrice de 227 mm de diamètre soit 400 cm² de superficie et muni d'une éprouvette pour 8 mm de pluie ;
- le pluviomètre chinois, dont le seau a un diamètre de 200 mm, soit une surface réceptrice de 314 cm² et qui est livré avec un support à 1 mètre au-dessus du sol et une éprouvette de 10,5 mm ;
- le pluviomètre américain, dont le seau a un diamètre de 8 pouces, soit 205 mm, correspondant à une surface réceptrice de 330 cm² et dont la hauteur de pluie se mesure à l'aide d'une règle de 60 cm de long (graduée en mm ou en pouces).

Mesure de la pluviographie

Il existe trois types de pluviographes en fonctionnement à la DMN :

- le pluviographe classique à ajets basculeurs, type Précis - Mécanique,
- le pluviographe chinois (HONG XISHI YU LIANG JI) à siphonage tous les 10 mm,
- le pluviographe américain (Belfort Instrument Company) à système à pesée.

3.2.3 Entretien et soutien

Comme nous l'avons déjà souligné, par manque de moyens, l'entretien des stations est quasiment inexistant. Les stations de Libreville et de Port Gentil, bénéficient en tant qu'aéroport international d'un budget communautaire mais certains appareils sont en panne : radar au vent par ex ou ne sont plus exploités (bac évaporatoire de classe A ...). Les autres stations synoptiques sont fragiles : installations à rénover, instruments "fatigués". Par manque de moyens de fonctionnement les deux visites annuelles de contrôle ne peuvent être assurées.

Une liste du matériel manquant ou détérioré dans les stations synoptiques a été établie afin que le "Programme de réhabilitation et de renforcement du Service Météorologique" pourvoit à son remplacement.

3.2.4 Traitement des données synoptiques

On sait que les stations synoptiques vont fournir une information de base injectée rapidement et régulièrement dans les centres mondiaux de données établis par l'OMM.

Mais ces stations, de par le nombre des paramètres étudiés et la fréquence des observations faites fournissent également une information essentielle sur les différentes composantes du climat qui fait l'objet d'un traitement régulier à Libreville mais encore très peu "modernisé".

Dans le cadre du Programme Mondial de Données climatologiques, l'OMM a créé le projet CLICOM qui doit remplir toutes les fonctions essentielles en matière de gestion de données : saisie, contrôle de qualité, archivage et répertoire des données et historique des stations.

Dans le cas du GABON le système CLICOM a été implanté avec beaucoup de retard et ne concerne pour l'instant que l'ASECNA où sa mise en oeuvre est faite de façon progressive. La DMN reste en attente (fourniture des appareils et formation du personnel) et continue donc à traiter de façon traditionnelle l'information recueillie.

L'utilisation "locale" des données en provenance des stations synoptiques se fait de la façon suivante :

- les documents en provenance des stations (carnets mensuels, diagrammes) sont envoyés via Air Gabon à l'ASECNA en début de chaque mois. L'Agence les adresse ensuite à la DMN qui est chargée du calcul des normales, de l'exploitation éventuelle des diagrammes, du stockage et de l'Archivage ;

- l'ASECNA à Libreville dispose d'un bureau climatologique chargé de traiter l'information. Jusqu'en 1989, il existait des coupons optiques graphites qui étaient envoyés à Dakar. En mars 1990, il a été installé dans le cadre du système CLICOM un MICRAL 65 avec imprimante ; par ailleurs deux superviseurs et un opérateur de saisie ont bénéficié d'un stage de formation accélérée de 15 jours.

Le système CLICOM ne fonctionne pas actuellement à l'ASECNA à son optimum et souffre de pannes régulières ce qui nécessite l'établissement d'un contrat de maintenance avec BULL.

Les documents arrivant à la DMN, font l'objet d'un pointage par la Direction (catalogue "entrée" des données synoptiques à l'échelle du mois) puis sont transmis au Service de climatologie.

La section contrôle des documents s'assure du bon fonctionnement des appareils, du sérieux des observations à partir de tests simples, de la réalisation des instructions données aux observateurs.

La section des statistiques est chargée de l'établissement des normales synoptiques pour la période 1961 - 1990 (puisque la référence n'est plus la normale 1951 - 1980) concernant la pluviométrie, l'humidité relative, l'évaporation (Piche car il n'y a pas de bacs "A" utilisables) et l'insolation.

Il est à noter que les diagrammes des appareils enregistreurs ne sont pas dépouillés (sauf rare exception), ainsi la valeur moyenne d'un paramètre température ou humidité est obtenue par moyenne arithmétique et non à partir du diagramme.

Dans le cas des précipitations, le Pluviogramme sert à déterminer la durée de la pluie et la hauteur enregistrée permet de contrôler la hauteur de pluie recueillie dans le pluviomètre et vice versa. Mais c'est la hauteur relevée au pluviomètre qui est reportée sur le TCM (il n'existe par ailleurs plus de seaux pour les pluviographes).

La section publications / utilisateurs va exploiter les données de pluie des stations synoptiques (et des autres stations pluviométriques) pour établir les cartes d'isohyètes à l'échelle mensuelle, annuelle et les écarts à la normale 1951 - 1980 (encore provisoirement).

En ce qui concerne les stations agrométéorologiques les données parviennent (par la poste) au Service agrométéorologie qui procède au contrôle puis au traitement de celles-ci. A noter que le calcul de l'évapotranspiration potentielle (ETP) est effectué par la formule de THORNTHWAITE et non de PENMAN.

3.2.5 Disponibilité des données

Il s'agit d'un aspect particulièrement préoccupant puisque à l'heure actuelle il n'existe aucune publication périodique relative aux données climatologiques du GABON. Il est par ailleurs pratiquement impossible de consulter les archives datant de plusieurs années, les conditions de stockage et d'accès aux données anciennes étant très malaisées.

Dans la répartition des tâches entre ASECNA et DMN, l'ASECNA devrait assurer les "produits" purement aéronautiques à partir des 14 stations synoptiques alors que la DMN destinataire finale des archives

synoptiques et de l'ensemble des observations pluviométriques et agrométéorologiques devrait fournir régulièrement aux utilisateurs potentiels des données élaborées à divers pas de temps, fournir des "normales" et permettre un accès facile à ses fichiers de base.

La situation est pour le moment la suivante :

L'ASECNA fournit 2 sortes d'informations sur les stations synoptiques :

- une information en temps quasi réel vers Brazzaville, Dakar et de là à l'un des 3 centres mondiaux établis par l'OMM, à partir des messages BLU reçus de chaque station. Cette mission de base est assurée normalement. De plus, depuis 1989, l'ASECNA donne une prévision quotidienne du temps à la radio ;

- une information en temps différé à l'échelle décadaire et mensuelle prévue à l'attention de Dakar, Paris et l'Agrhymet. Cette mission est assurée plus difficilement, d'autant plus que la gestion des données par CLICOM n'est pas encore totalement opérationnelle ;

La DMN : comme nous l'avons vu, celle-ci n'est pas en mesure d'assurer de publications pour l'instant. Dans le passé, un certain nombre d'initiatives ont eu lieu :

- ainsi de 1970 à 1976, il existait un bulletin climatologique mensuel. Par la suite des essais ont été entrepris sur un IBM 3742 et il avait été envisagé que Gabon Informatique traite quelques stations sur disquettes afin de sortir un bulletin climatologique journalier ;

- de 1982 à 1985, un résumé du temps du mois écoulé était publié dans le quotidien l'UNION au début de chaque mois.

L'utilisateur ayant besoin de données aura à la disposition à la DMN : les TCM des stations synoptiques, les données pluviométriques depuis 1988 (les années antérieures sont en archives) à un petit nombre de stations sélectionnées, des cartes d'isohyètes mensuelles, annuelles et interannuelles sur le Gabon, les données PICHE ... mais l'information reste fragmentaire. Il lui sera d'autant plus difficile d'avoir une vue d'ensemble qu'il n'existe aucun système informatisé de stockage de l'information ou de son traitement (système CLICOM non encore installé à la DMN).

Au titre de la sauvegarde de l'information recueillie, on doit relever avec satisfaction l'opération suivante :

- la mission de sauvetage des données météorologiques du GABON (opération DARE) a été normalement effectuée en 1988. Les documents microfilmés concernés sont les TCM et les données des stations climatologiques, synoptiques et pluviométriques. Le microfilmage couvre la période 1899 à 1988 inclus et représente environ 80 000 documents (soit 31 films) pour lesquels il existe un inventaire. Le Service Météo de Libreville a reçu à cette occasion un set complet d'équipement comprenant un microfilmeur planétaire KODAK RV 3, équipé d'une caméra CV 3 ainsi qu'un lecteur imprimeur de

microfiches KODAK STARMATE 500. Cet équipement fourni par le PNUE a permis à la DMN de microfilmer en mai dernier les données des stations synoptiques pour les années 89 et 90 et de les adresser à Bruxelles (au Centre International de Coordination de Données : Programme Belgique OMM) ;

- la DMN est très consciente des insuffisances actuelles, d'autant plus que la pression des usagers est forte (sociétés agricoles étatiques ou privées, Ministères des Travaux Publics, de l'Agriculture, projeteurs, étudiants).

Par ailleurs, les récentes inondations de l'Ogooué ou des problèmes de crues en zone urbaine sensibilisent une partie de l'opinion. Ainsi la mairie de Libreville est prête à fournir des pluviomètres pour mieux connaître le comportement des précipitations sur les divers quartiers de la ville ;

- une reprise des publications s'impose donc et il existe un projet "maquette" de la DMN pour éditer un bulletin climatique mensuel comprenant les 14 stations synoptiques plus 17 stations pluviométriques sélectionnées.

3.3 Données pluviométriques

3.3.1 Réseau pluviométrique

Il est particulièrement difficile de connaître le nombre de postes pluviométriques en fonctionnement à l'heure actuelle puisque la DMN n'a par les moyens d'assurer des contrôles réguliers sur le réseau et que nombre d'observations faites par des organismes étatiques ou privés ne sont pas recensées officiellement.

Le tableau 3.3-1 établi à partir du fichier PLUVIOM de l'ORSTOM recense 109 stations (incluant les stations synoptiques et climatologiques) ayant fonctionné à un moment ou à un autre.

Cette liste des stations "connues" n'est pas complète puisque s'appuyant sur une situation établie à fin 1984 et nous y reviendrons.

Si l'on étudie l'évolution du réseau depuis ses débuts, on peut dégager certains points saillants importants :

- le tableau 3.2-1 montre un essor notable des observations pluviométriques à la fin du siècle dernier malheureusement interrompu en 1915 ;

- la reprise des observations ne se fait qu'à partir de 1934 et l'une des caractéristiques des chroniques pluviométrique sera leur relative brièveté puisque seulement une douzaine de stations ont une quarantaine d'années de relevés (ce qui correspond d'ailleurs aux stations synoptique) ;

Réseau des stations pluviométriques du GABON



Tableau 3.3-1

ORSTOM

*** PLUVIOMETRIE ***

LABORATOIRE D'HYDROLOGIE

LISTE DE STATIONS PLUVIOMETRIQUES

21/10/1991

Pays : GABON

Page 1

Code	Nom	Type	Latitude ° ' ''	Longitude ° ' ''	Altitude m	Début
1140000100	LIBREVILLE AERO	SYNO	N 0 27	E 9 25	12	1950
1140000400	ABANGA (NKAN-CGPP)	P	N 0 4	E 10 34	300	1959
1140000700	AKIENI	P	S 1 10 30	E 13 53	511	1957
1140000800	ALOUMBE	P	S 0 26	E 9 17	90	1959
1140001000	ANZEM	P	N 0 50	E 10 28	630	1965
1140001300	AYEM - BIWAM	P	S 0 13	E 10 37		1959
1140001600	AZZA - AVEBE	P	N 0 20	E 10 11	232	1965
1140001900	BAKOUMBA	P	S 1 47 30	E 13 2 30	623	1961
1140002000	BANGA (MVAME)	P	S 0 13	E 9 40		1956
1140002200	BITAM	SYNO	N 2 5	E 11 29	600	1946
1140002400	BONGO (CHANTIER)	P	S 2 9	E 10 12	50	1965
1140002500	BOQUE	CLIM	S 0 6	E 11 56	270	1948
1140002800	CAP ESTERIAS	P	N 0 35	E 9 22	10	1947
1140002900	CAP ESTERIAS (II)	P	N 0 37	E 9 19	10	1953
1140003100	CAP LOPEZ	P	S 0 38	E 8 42	4	1956
1140003400	COCO BEACH	SYNO	N 1 0	E 9 36	8	1946
1140003500	DOUYI ATELIER	P	S 1 52	E 10 53		1961
1140003600	DIBWANGUI	P	S 2 5	E 11 36	450	1964
1140003700	DJIDJI	P	N 0 13	E 11 47		1957
1140003800	DOUYI CHANTIER	P	S 1 53	E 10 51		1961
1140004000	EKOUE	P	S 0 6	E 10 23		1959
1140004300	ENGONG - KOUAME	P	N 0 29	E 10 11	38	1957
1140004500	ESHIRAS STE-CROIX	P	S 1 38	E 10 25	195	1896
1140004600	ETEKE	CLIM	S 1 29	E 11 29	811	1956
1140004700	STE ANNE DU FERNAN VAZ	P	S 1 38	E 9 24	15	1897
1140004900	FOUGAMOU	CLIM	S 1 13	E 10 35	75	1950
1140005000	FOULENZEM	P				
1140005200	FRANCEVILLE	SYNO	S 1 38	E 13 34	424	1936
1140005400	IKOY - BANDJA	P	N 0 24	E 9 36	20	1955
1140005500	ILAOUNENE	P	N 0 41	E 14 12	537	1957
1140005600	IMENO - MBILA	P	S 1 42	E 11 51		1957
1140005800	KANGO CENTRE	P	N 0 10	E 10 8	40	1958
1140006000	KANGO CCAEF	P	N 0 10	E 10 7		1946
1140006100	KOULAMOUTOU	P	S 1 7 30	E 12 29	229	1946
1140006400	KOUMOULOUNDOU	P	S 1 58	E 9 37	37	1965
1140006600	LAMBARENE VILLE	P	S 0 42	E 10 13	82	1894
1140006700	LAMBARENE AERO	SYNO	S 0 43	E 10 14	26	1959
1140006900	LALARA B D O	P	N 0 20	E 11 27		1967
1140007000	LASTOURSVILLE AERO	SYNO	S 0 50	E 12 43	483	1951
1140007100	LIBREVILLE STE ANNE	P	N 0 24	E 9 26	36	1958
1140007200	LIBREVILLE PORT	P	N 0 24	E 9 26		1958
1140007300	LEBAMBA	CLIM	S 2 12 30	E 11 30	182	1953
1140007400	LIBREVILLE VILLE	P	N 0 23	E 9 27	4	1859
1140007500	LIBREVILLE ST JEAN	P	N 0 24 24	E 9 27	17	1962
1140007600	MAGONGA	CLIM	S 3 25	E 11 44	200	1964

P = PLUVIOMETRE SYNO= SYNOPTIQUE CLIM=CLIMATOLOGIQUE

Données traitées par le logiciel PLUVIOM

LISTE DE STATIONS PLUVIOMETRIQUES

21/10/1991

Pays : GABON

Page 2

Code	Nom	Type	Latitude ° ' ''	Longitude ° ' ''	Altitude m	Début
1140007700	MAGA	P	S 0 18	E 10 17	12	1959
1140007800	MAKEBE	P	N 1 18	E 14 6		1959
1140007900	MAKOKOU	SYNO	N 0 34	E 12 52	513	1949
1140008100	MALA	P	N 0 41	E 10 14	380	1959
1140008200	MANDJI MANEGA	P	S 1 41	E 10 20		1959
1140008300	MANDJI PCA	P	S 1 42	E 10 23		1963
1140008400	MASSAHA	P	N 0 44	E 13 12	525	1957
1140008500	MAVANGA	P	S 1 25	E 12 4	534	1957
1140008800	MAYUMBA	SYNO	S 3 25	E 10 39	31	1937
1140008900	MAYUMBA MISSION CATH.	P	S 3 23	E 10 31	61	1899
1140009100	MBIGOU	P	S 1 54	E 11 54	712	1952
1140009200	MBINE	P				
1140009400	MEDOUNEU	P	N 1 1	E 10 47	652	1951
1140009700	MEKAMBO	SYNO	N 1 1	E 13 56	499	1950
1140009900	MIKONGO	P	S 0 30	E 11 50		1967
1140010000	MIMONGO	P	S 1 38	E 11 36	605	1951
1140010300	MINVOUL	P	N 2 9	E 12 8	660	1950
1140010600	MITZIC	SYNO	N 0 47	E 11 32	583	1946
1140010700	MITZIC IRCA	P				
1140010800	MOABI COOPALMO	P	S 2 24	E 10 59	250	1963
1140010900	MOANDA AERO	SYNO	S 1 32	E 13 16 30	572	1958
1140011000	MOCAMBE MOABI	P	S 2 24	E 10 59	250	1952
1140011100	MOANDA COMILOG	P	S 1 32	E 13 16	572	1963
1140011200	MOJILA	SYNO	S 1 52	E 11 1	88	1943
1140011500	MOUNI B D O	P	N 0 46	E 10 1	50	1964
1140011600	MOUYANAMA	P	S 1 39	E 11 47		1957
1140011700	MVOUM STFO	P	N 0 34	E 9 53	62	1966
1140011800	MVILY	P	S 0 18	E 10 28		1954
1140011900	NDENGUELILA	P	S 2 35	E 11 10		1961
1140012000	NDEDE	P	S 2 23	E 11 23	128	1950
1140012100	NIALI	P	S 2 34	E 11 18	333	1958
1140012200	NKOULOUNGA	P	N 0 37	E 9 47	100	1953
1140012300	NDJOLE	P	S 0 11	E 10 46	47	1903
1140012400	NTOUM	P	N 0 23	E 9 45	12	1957
1140012500	NDOUMBOU	P	S 0 49	E 12 43		1958
1140012600	NGOUALE	P	N 0 53	E 10 0	30	1965
1140012700	OKONDJA	P	S 0 40	E 13 40	415	1951
1140012900	N'KAN	P	N 0 43	E 9 59	25	1956
1140013000	OMBOUE	P	S 1 35	E 9 16	5	1951
1140013100	OVAN	P	N 0 19	E 12 10	430	1950
1140013200	OYEM METEO	P	N 1 34	E 11 35	669	1954
1140013300	OYEM CMCE (EX MIKONG)	P	N 1 43	E 11 42	620	1945
1140013600	OZOURI	P	S 1 1	E 8 54	10	1959
1140013900	PANA	P	S 1 40	E 12 38	850	1957
1140014200	PEGNOUNDOU	P	S 2 42	E 11 10	291	1957

P = PLUVIOMETRE SYNO= SYNOPTIQUE

Données traitées par le logiciel PLUVIOM

ORSTOM

*** PLUVIOMETRIE ***

LABORATOIRE D'HYDROLOGIE

LISTE DE STATIONS PLUVIOMETRIQUES

21/10/1991

Pays : GABON

Page 3

Code	Nom	Type	Latitude ° ' ''	Longitude ° ' ''	Altitude m	Début
1140014500	PETIT BAMBAM	P	S 0 29	E 9 34	90	1962
1140014800	PETIT OKANO	CLIM	S 0 3	E 11 52		1954
1140015100	PORT GENTIL AERO	SYNO	S 0 42	E 8 45	3	1953
1140015200	PORT GENTIL VILLE	P	S 0 44	E 8 47	5	1937
1140015400	SETTE CAMA	P	S 2 32	E 9 45	2	1951
1140015600	SIBANG	P	N 0 25	E 9 31	20	1953
1140015700	SINDARA	P	S 1 2	E 10 39	62	1900
1140015900	YEN	P	N 0 19	E 11 36		1958
1140016000	TCHIBANGA	SYNO	S 2 51	E 11 1	83	1950
1140017000	TCHIMBELE (SEEG)	P	N 0 38	E 10 25		1981
1140124000	AMBOWE	P				
1140136000	ASSOK	P	N 0 42	E 10 22		
1140136500	ASSOK AVIA	P				
1140218600	COMO	P				
1140335000	GAMBA-TERMINAL	P	S 2 40	E 9 55		1983
1140380000	KINGUELE (SEEG)	P	N 0 27	E 10 18		1981
1140423000	LECONI	P	S 1 35	E 14 15		
1140696000	MVORO	P				
1140720000	MVENGUE (près de FRANCEVILLE)	SYNO	S 1 39	E 13 26	444	1977
1140782000	NOMBA LOWE	P				
1140868500	OWENDO PORT	P	N 0 18	E 9 30		
1140955500	SONG	P				

CLIM=CLIMATOLOGIQUE SYNO= SYNOPTIQUE P = PLUVIOMETRE

- après une croissance notable du nombre de stations dans les années 60, l'optimum est atteint à la fin des années 60 avec 79 stations en activité, ensuite ce nombre baisse sensiblement. Ainsi si l'on s'intéresse aux 99 premières stations présentées sur la liste 3.3-1, on constate (d'après les contrôles faits sur le fichier PLUVIOM et des vérifications à la DMN à Libreville) que 24 stations ferment définitivement entre 1960 et 1969, 29 autres ferment de même entre 1970 et 1979.

Début 1980, nombre des stations ferment pour réouvrir par la suite, en 1983 notamment.

Les difficultés de gestion du réseau rencontrées par le Service de la Météorologie a amené celui-ci à faire la distinction entre "stations sélectionnées" pour lesquelles un effort de contrôle et d'entretien est entrepris et "stations non sélectionnées" pour lesquelles le même effort ne peut être maintenu par faute de moyens, cette catégorie est donc considérée comme beaucoup moins fiable que la première. Un catalogue des documents climatologiques établi pour la période 1974 à 1988 fournit des indications très intéressantes quant à l'évolution des stations qui peuvent présenter des lacunes pendant plusieurs années, accéder à la première catégorie ou au contraire rétrograder.

En 1974, on relève d'après ce catalogue, 3 stations climatologiques, 21 stations sélectionnées et 35 stations non sélectionnées ; en 1980, il ne subsiste plus que 1 station climatologique et 7 stations sélectionnées ; en 1988 le nombre de stations sélectionnées remonte à 18.

Actuellement la liste des stations pluviométriques "sélectionnées" par le Service des Réseaux Météorologiques est la suivante :

AKIENI, BAKOUMBA, EKOUK, FOUGAMOU, KOULAMOUTOU, LECONI, MANDJI-PCA, MANEGA, MBIGOU, MIKONGO, MIMONGO, MINVOUL, MOANDA COMILOG, OMBOUE, SETTE CAMA, SINDARA, KANGO, à laquelle il faut rajouter 5 stations qui ne figurent pas dans la liste 3.3-1 à savoir :

Tableau 3.3-2

STATION	LATIT.	LONGIT.	ALTIT.	DATE DE CREATION	TYPE PLUVIOMETRE
MABANDA	2°54'S	11°54'E	590	5 / 87	Chinois
MBOMO	1°53'N	11°28'E		11 / 89	Chinois
RABI	1°54'S	9°54'E		7 / 87	Chinois
SOSUHO/FRANCEVILLE			7 / 87	88 ?	Français
YENZI-GAMBA				Chinois	

Le fait que 4 des 5 nouvelles stations soient munies de pluviomètres chinois n'est pas fortuit : par manque de pièces de rechange ou de matériel en nombre suffisant, on assiste à une diversification des équipements utilisés grâce aux aides bilatérales possibles alors que pendant de nombreuses années le type de matériel était homogène (pluviomètre Association) sur tout le Réseau.

3.3.2 Equipement

La grande diversité de l'équipement que l'on observe ces dernières années a déjà été soulignée au point 3.2.2.

Rappelons, car ceci mérite d'être signalé, qu'il existe trois types de pluviomètres : le type Association avec une bague de réception de 400 cm² et l'éprouvette correspondante graduée à 8 mm, le type chinois avec une bague de réception de 314 cm² et l'éprouvette correspondante graduée à 10,5 mm, le type américain à la bague de réception de 330 cm² et muni d'une réglette.

Ces appareils peuvent équiper les stations pluviométriques comme agrométéorologiques.

De même il existe trois types de pluviographes, les français et chinois étant journaliers et l'américain hebdomadaire.

La plus grande vigilance s'impose donc, tant dans la gestion de l'équipement des stations que dans le contrôle des résultats afin d'éviter les erreurs systématiques (incompatibilité d'appareillage entre pluviomètre et éprouvette). Le danger est d'autant plus grand que les inspections sur le terrain sont extrêmement réduites par manque de moyens budgétaires et à notre connaissance aucun contrôle d'homogénéité (méthode des doubles masses) n'est fait à la DMN.

Une illustration de ce problème est fournie par la fiche d'inspection de la station de NDENDE suivant une inspection effectuée le 13 juin 1987. Cette station pluviométrique est équipée d'un appareil chinois et de 2 éprouvettes, une française et une chinoise, or on peut lire dans la rubrique "remarques générales" : "l'éprouvette chinoise a été cassée lors du transport...".

3.3.3 Entretien et soutien sur le terrain

Nous avons déjà vu qu'il s'agit d'un maillon très faible puisque les stations pluviométriques ne peuvent être contrôlées au mieux que tous les 2 ans. Les fiches d'inspection sont bien complètes et fournissent des renseignements sur l'observateur (titulaire et suppléant) la désignation du matériel ou des fournitures (état et observations), l'existence éventuelle de documentations ou d'archives et des remarques générales en particulier sur la qualité d'emplacement du pluviomètre.... mais il faudrait pouvoir les remplir !

Par manque d'encadrement ou de surveillance, les risques d'erreurs sont importants : évolution de l'environnement, dégradation du matériel remplacé par un autre non conforme, assiduité de l'observation irrégulièrement rétribué etc.

3.3.4 Traitement des données

Les feuilles pluviométriques mensuelles doivent parvenir à la DMN avant le 10 du mois suivant.

Depuis 1986, la DMN utilise une fiche pluviométrique mensuelle standardisée qui fournit chaque jour le total des 2 observations (6^H à 18^H la veille + 18^H à 6^H) et des indications sur des phénomènes divers : grêle, orage ou tonnerre, éclairs, rosée, brouillard, vent violent.

Après pointage par la Direction, la fiche mensuelle est transmise à la section de contrôle du Service de climatologie qui procède à une série de tests simples pour s'assurer de la qualité des relevés : nombre de jours de pluies, fréquence de valeurs identiques ou rondes, valeurs apparaissant exceptionnelles...

Ensuite la fiche est transmise à la section statistiques pour l'établissement de tableaux pluviométriques, le calcul des normales etc.

Enfin la section publication utilisera les données pour l'établissement des cartes d'isohyètes.

Comme cela a déjà été signalé il n'y a aucun traitement informatique pour l'instant et l'Archivage reste entièrement manuel.

3.3.5 Qualité des données

Le problème de la qualité des séries pluviométriques a déjà été évoqué au premier chapitre. Trois niveaux de temps peuvent être distingués :

- à l'échelle mensuelle, par un inventaire des lacunes d'observations,
- à l'échelle journalière par des tests statistiques simples,
- à l'échelle des totaux annuels. Les exemples fournis ci-après proviendront de comparaisons interpostes effectuées avec la méthode du vecteur régional (MVR).

L'étude critique des données a été rendue possible par l'existence des fichiers de précipitations journalières, mensuelles et annuelles constitués par l'ORSTOM à l'occasion de l'établissement des recueils de données établis pour le CIEH (période début des observations à 1965 inclus) et suivant une convention avec le CIEH et l'ASECNA (période 1966 à 1980).

Le tableau 3.3-3 donne l'inventaire du fichier pluviométrique journalier utilisable avec le logiciel PLUVIOM de l'ORSTOM.

Il correspond à 1 791 années pour 97 stations différentes.

Pour la présente étude il a été utilisé, pour la période 1981 à 1990, l'information supplémentaire recueillie lors de la mission de l'expert à Libreville.

Celle-ci comprend les données mensuelles de toutes les stations synoptiques et une cinquantaine d'années stations provenant de stations du réseau général. L'information non obtenue auprès de la DMN et qui aurait pu être utile est très modeste, elle comprend 37 stations années seulement (soit pour

**Tableau 3.3-3 : Inventaire du fichier pluviométrique journalier du début des observations
à 1980 compris**

0000100	LIBREVILLE AERO	31 ans : 1950-1980.
0000400	ABANGA (NKAN-CGPPD)	22 ans : 1959-1980.
0000700	AKIENI	20 ans : 1957-1974, 1979-1980.
0000800	ALOUMBE	6 ans : 1959-1964.
0001000	ANZEM	2 ans : 1966-1967.
0001300	AYEM - BIWAM	10 ans : 1959-1968.
0001600	AZZA - AVEBE	3 ans : 1966-1968.
0001900	BAKOUMBA	20 ans : 1961-1980.
0002000	BANGA (MVAME)	9 ans : 1956-1964.
0002200	BITAM	35 ans : 1946-1980.
0002400	BONGO (CHANTIER)	8 ans : 1965-1972.
0002500	BOOUE	33 ans : 1948-1980.
0002800	CAP ESTERIAS	19 ans : 1947, 1959-1962, 1964-1977.
0002900	CAP ESTERIAS (II)	8 ans : 1947, 1953-1958, 1964.
0003100	CAP LOPEZ	19 ans : 1956-1974.
0003400	COCO BEACH	35 ans : 1946-1980.
0003500	DOUYI ATELIER	5 ans : 1961-1965.
0003600	DIBWANGUI	11 ans : 1964-1974.
0003700	DJIDJI	15 ans : 1957-1971.
0003800	DOUYI CHANTIER	5 ans : 1961-1965.
0004000	EKOUE	16 ans : 1959-1973, 1980.
0004300	ENGONG - KOUAME	10 ans : 1958-1967.
0004500	ESHIRAS STE-CROIX	17 ans : 1896-1899, 1901-1913.
0004600	ETEKE	20 ans : 1956-1975.
0004700	STE ANNE DU FERNAN VAZ	11 ans : 1897-1907.
0004900	FOUGAMOU	31 ans : 1950-1980.
0005200	FRANCEVILLE	40 ans : 1936-1975.
0005400	IKOY - BANDJA	21 ans : 1955-1975.
0005500	ILAOUNENE	12 ans : 1957-1963, 1965-1968, 1970.
0005600	IMENO - MBILA	14 ans : 1957-1970.
0005800	KANGO CENTRE	20 ans : 1958-1977.
0006000	KANGO CCAEF	11 ans : 1946, 1949-1950, 1953-1960.
0006100	KOULAMOUTOU	29 ans : 1946-1948, 1950-1968, 1970-1973, 1978-1980.
0006400	KOUMOULOUNDOU	8 ans : 1965-1972.
0006600	LAMBARENE VILLE	23 ans : 1894, 1902-1910, 1947-1959.
0006700	LAMBARENE AERO	22 ans : 1959-1980.
0006900	LALARA B D O	13 ans : 1967-1979.
0007000	LASTOURSVILLE AERO	30 ans : 1951-1980.
0007100	LIBREVILLE STE ANNE	20 ans : 1959-1978.
0007200	LIBREVILLE PORT	17 ans : 1958-1974.

Total partiel : 701 ans , 40 stations.

Tableau 3.3-3 : Inventaire du fichier pluviométrique (suite)

0007300	LEBAMBA	22 ans : 1953-1974.
0007400	LIBREVILLE VILLE	53 ans : 1859, 1895-1914, 1934-1965.
0007500	LIBREVILLE ST JEAN	8 ans : 1962-1969.
0007600	MAGONGA	6 ans : 1964-1969.
0007700	MAGA	4 ans : 1959, 1965-1967.
0007800	MAKEBE	10 ans : 1959-1968.
0007900	MAKOKOU	32 ans : 1949-1980.
0008100	MALA	10 ans : 1959-1964, 1967-1970.
0008200	MANDJI MANEGA	22 ans : 1959-1980.
0008300	MANDJI PCA	9 ans : 1963-1968, 1972-1974.
0008400	MASSAHA	6 ans : 1957-1962.
0008500	MAVANGA	14 ans : 1957-1967, 1969-1971.
0008800	MAYUMBA	43 ans : 1937-1940, 1942-1980.
0008900	MAYUMBA MISSION CATH.	13 ans : 1899-1904, 1906-1909, 1912-1914.
0009100	MBIGOU	29 ans : 1952-1980.
0009400	MEDOUNEU	30 ans : 1951-1980.
0009700	MEKAMBO	31 ans : 1950-1980.
0009900	MIKONGO	7 ans : 1967, 1974-1979.
0010000	MIMONGO	18 ans : 1951-1955, 1966-1970, 1972-1979.
0010300	MINVOUL	29 ans : 1950-1978.
0010600	MITZIC	35 ans : 1946-1980.
0010800	MOABI COOPALMO	7 ans : 1963-1969.
0010900	MOANDA AERO	23 ans : 1958-1980.
0011000	MOCAMBE MOABI	26 ans : 1952-1953, 1955-1978.
0011100	MOANDA COMILOG	13 ans : 1963-1965, 1970, 1972-1980.
0011200	MOUILA	38 ans : 1943-1980.
0011500	MOUNI B D O	7 ans : 1964-1970.
0011600	MOUYANAMA	22 ans : 1958-1979.
0011700	MVOUM STFO	8 ans : 1966-1973.
0011800	MVILY	17 ans : 1954-1970.
0011900	NDENGUELILA	12 ans : 1961-1972.
0012000	NDEDE	21 ans : 1950-1955, 1958-1959, 1962-1974.
0012100	NIALI	17 ans : 1958-1974.
0012200	NKOULOUNGA	15 ans : 1953-1967.
0012300	NDJOLE	28 ans : 1903-1905, 1907, 1909-1910, 1913, 1951-1970, 1972.
0012400	NTOUM	17 ans : 1957-1970, 1976-1978.
0012500	NDOUMBOU	12 ans : 1958-1969.
0012600	NGOUALE	9 ans : 1965-1973.
0012700	OKONDAJA	29 ans : 1951-1979.
0012900	N'KAN	9 ans : 1956-1964.

Total partiel : 761 ans , 40 stations.

Tableau 3.3-3 : Inventaire du fichier pluviométrique (suite)

0013000	OMBOUE	27 ans : 1951-1956, 1959-1979.
0013100	OVAN	12 ans : 1950-1961.
0013200	OYEM METEO	4 ans : 1954-1957.
0013300	OYEM CMCE (EX MIKONG)	35 ans : 1945-1979.
0013600	OZOURI	11 ans : 1959-1969.
0013900	PANA	13 ans : 1957-1961, 1963-1970.
0014200	PEGNOUNDOU	17 ans : 1957-1973.
0014500	PETIT BAMBAM	7 ans : 1962-1968.
0014800	PETIT OKANO	18 ans : 1954-1970, 1976.
0015100	PORT GENTIL AERO	28 ans : 1953-1980.
0015200	PORT GENTIL VILLE	34 ans : 1937-1970.
0015400	SETTE CAMA	25 ans : 1951-1954, 1959-1979.
0015600	SIBANG	24 ans : 1953-1976.
0015700	SINDARA	32 ans : 1900-1905, 1907-1909, 1957-1979.
0015900	YEN	7 ans : 1958-1963, 1965.
0016000	TCHIBANGA	31 ans : 1950-1980.
0720000	MVENGUE (près de FRANCEVILLE)	4 ans : 1977-1980.

Total partiel : 329 ans , 17 stations.

Total du pays : 1791 ans , 97 stations.

Total général : 1791 ans , 97 stations.

la période 81 à 87 les données des stations d'AKIENI, BAKOUMBA et MOANDA-COMILOG, pour 83 - 87 la station d'EKOUEK et pour 84 - 87, les valeurs de KOULAMOUTOU, MIMONGO et MBIGOU.

D'une manière générale, le réseau pluviométrique gabonais est caractérisé par des chroniques assez courtes et des stations ayant connu de nombreux avatars (fermeture, déplacement, réouverture tardive...).

Après l'interruption prolongée des observations (répercussion de la première guerre mondiale), on a vu précédemment que les premiers relevés de l'après-guerre étaient effectués à Libreville ville en 1934.

Le nombre de stations n'est que de 4 en 1940, il est de 21 en 1950 puis grimpe à 67 en 1960 pour atteindre son optimum en 1967 (79 stations). Depuis cette date, le nombre de stations diminue de façon sérieuse. L'année 1980 est dramatique pour la DMN, seules 25 stations restant en service, avec la fermeture obligée de stations comme BOOUE, MIMONGO, MINVOUL, MOABI, OKONDJA, OMBOUE, NTOUM, KANGO. Une reprise s'observe en 1983 avec les réouvertures de BOOUE, MEDOUNEU, KANGO, MIMONGO, MINVOUL, OKONDJA, MANDJI, NDENDE, EKOUEK ... mais le manque de crédits de fonctionnement rend cette reprise très fragile.

3.3.5.1 Inventaire des lacunes dans le fichier pluviométrique

Le fichier de 1 791 années stations traité avec le logiciel HYDROM a permis d'établir un décompte des années présentant au moins un mois manquant. Sur l'ensemble de la période allant du début des observations à 1980 inclus on dénombre ainsi seulement 1 205 années complètes (soit 67 %).

Dans le décompte il n'est pas pris en cause les lacunes d'une ou plusieurs années consécutives pouvant survenir dans les chroniques (on aboutirait sinon à seulement 64 % d'années complètes).

Si l'on s'intéresse à l'évolution des lacunes au cours des deux périodes figurant dans les publications faites pour le CIEH, on passe de 72 % d'années complètes avant 1965 à 61 % d'années complètes pour la période 1966 à 1980.

Le nombre moyen de mois manquants pour les 586 années incomplètes est de 4,3 mois/an, valeur restant à peu près stable quelle que soit la période prise en compte.

Un décompte des années complètes effectué décennie par décennie a permis d'établir le tableau suivant :

Tableau 3.3-4 : Pourcentages d'années complètes par décennies

		< 1900	01-10	11-20	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80
An. obs.	18	58	11	20	94	448	728	414	
An. comp.	10	27	4	16	63	330	524	231	
% complet	56	47	36	80	67	74	72	56	

On remarque bien sur ce tableau la dégradation sensible des lacunes au cours de la décennie 71 à 80, signe certainement des difficultés rencontrées par le Service Météorologique à contrôler les lecteurs et à les payer.

3.3.5.2 Pluies journalières

Au cours du traitement des données pluviométriques pour la mise en forme du fichier et la publication des annales de la période 1966-1980 (convention CIEH / ASECNA / ORSTOM), il a été procédé à une critique systématique, par poste, basée sur les trois tests suivants :

- décompte annuel du nombre Na de jours de pluie;
- rapport du nombre de "petites pluies" (inférieures à 10.0 mm) dans l'année, au nombre de jours total Na;
- recherche de valeurs caractéristiques en nombre trop élevé (multiples de la capacité de l'éprouvette de 8.2 mm par exemple) ou de valeurs systématiquement arrondies (multiples de 10.x mm.).

Le tableau ci dessous donne, pour l'ensemble des données de la période 1966-1980 et par types de stations (les 15 synoptiques, les 6 climatologiques, et les 57 stations pluviométriques observées) les résultats des décomptes obtenus pour les deux derniers tests.

Ainsi, pour chaque type de station, nous donnons sur la première ligne les nombres et sur la deuxième ligne les pourcentages des années ayant des rapports inférieurs à 30% (valeur retenue dans la publication), puis les années à rapports inférieurs à 40%, et enfin les années ayant 3 ou plus de 3 mois de valeurs caractéristiques (multiples de 8.x et 10.x mm.) :

Type de station	Nb.années	Nb.années	Nb.années	Nb.années
	observées	rapport < 30%	rapport < 40%	mult.8,10m
Synoptique	205	0 0.0	2 1.0	2 1.0
Climatologique	49	10 20.4	21 42.9	3 6.1
Pluviométrique	376	55 14.6	134 35.6	48 12.8

La lecture de ce tableau montre qu'aux stations synoptiques observées par des professionnels, il y a un nombre nul ou très faible d'années à rapports inférieurs à 30 et 40%, ou d'années à valeurs caractéristiques (multiples de 8.x ou 10.x en nombre exagéré).

Par contre, aux stations pluviométriques, et ce qui est plus grave aux stations climatologiques, les pourcentages d'années ayant des rapports inférieurs à 40% montrent qu'un nombre non négligeable de petites pluies n'ont sans doute pas été relevées (évaporées pour partie ?), voire cumulées sur plusieurs jours .

Les pourcentages d'années ayant des rapports inférieurs à 30% (20.4 et 14.6%) peuvent être interprétés comme des négligences importantes de la part des observateurs . Il en est de même aux stations pluviométriques pour 48 années (12.8%) au cours desquelles il a été observé trois mois ou plus comprenant des multiples de 8.x ou 10.x mm.

Ces rapports de nombres de jours de petites pluies au nombre de jours total, variant de 14% à 43% mettent en évidence un certain manque d'attention dans le travail quotidien des observateurs des stations pluviométriques, et ce qui est plus grave des stations climatologiques.

A titre d'exemples sur la période 1966-1980, on trouve les bonnes stations pluviométriques suivantes (numéro de code réduit) : Mandji-Manéga (82); Oyem CMCE (133); Port Gentil-ville (152); Sindara (157); et parmi les stations aux observations plus douteuses : Lalara B D O (69); Omboué (130); Sette Cama (154)

3.3.5.3 Totaux annuels

Pour critiquer les séries de totaux pluviométriques annuels, nous avons utilisé la Méthode du Vecteur Régional (MVR) de G.HIEZ (ORSTOM), à l'aide d'un progiciel du même nom développé par l'ORSTOM.

Cette méthode est basée sur deux principes fondamentaux :

- les séries de totaux pluviométriques de postes voisins, situés dans une même région climatique, sont *pseudo-proportionnelles entre elles* ceci signifie que les variations de la pluviosité entre tous les postes de la région sont concomitantes;

- *l'information la plus probable* est celle qui se répète le plus fréquemment; ceci signifie que la pluviosité d'une année donnée sera celle indiquée par le plus grand nombre de postes.

Le processus de calcul utilisé, basé sur le principe du maximum de vraisemblance, est conçu de manière à ce que toute l'information contenue dans chacune des séries composant la matrice régionale, contribue à l'élaboration d'une série chronologique de référence "la plus probable", appelée *vecteur régional*. Chaque poste est ensuite comparé à ce vecteur par l'intermédiaire d'un procédé graphique semblable au double cumul. Pour chaque année, l'écart entre le total annuel observé et la valeur calculée à partir de la valeur correspondante du vecteur, permet d'estimer si l'année est en concordance avec la tendance régionale, ou si elle est discordante de connaître l'amplitude de l'écart.

Pour mener à bien cette étude critique des séries annuelles du GABON, nous avons :

a) utilisé le fichier journalier informatisé CIEH / ASECNA / ORSTOM pour la période allant de l'origine des stations à 1980 . Ce fichier a été complété pour la période 1981-1990 par les totaux mensuels aux stations synoptiques plus une cinquantaine d'années-stations aux autres postes . Le tableau 3.3-5 donne l'inventaire des totaux annuels utilisés pour cette critique.

b) choisi de retenir les cinq régions caractérisant au mieux la climatologie, telles qu'elles ont été présentées au 1.6.4.1 (figure 1.6-1).

On trouvera ci-après un court exposé de la méthode d'homogénéisation des pluies annuelles par Y. Brunet-Moret. L'auteur a pris comme hypothèse que dans une zone climatique homogène les totaux annuels de précipitations sont pseudo-proportionnels. Pour une année i , les précipitations annuelles x_i et y_i à deux stations X et Y sont de la forme :

$$x_i = \bar{x} y_i + e_i$$

$\bar{y}$

$\bar{x}$ et $\bar{y}$ étant les moyennes interannuelles calculées sur une période commune la plus longue possible et e_i une variable aléatoire indépendante de x_i et y_i .

Tableau 3.3-5 : Inventaire des totaux annuels utilisés pour la critique

Laboratoire d'Hydrologie de l'ORSTOM, MONTPELLIER MVR 1.3
MVR - Méthode du Vecteur Régional

Page 1

INVENTAIRE DES DONNEES

Edition du 06/11/1991 à 17H16

Station	1890	1900	1910	1920	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990
1140000100								*****			
1140000400								*****	***		
1140000700								***			***
1140000800								**			
1140001000								*			
1140001300								*****			
1140001600								*			
1140001900								*****	**	**	***
1140002000								*****			
1140002200							*****	*****			
1140002400									**		
1140002500							*****	*****	*	**	
1140002800								***	**	*	***
1140002900							*	*			
1140003100								****	****	*	
1140003400							**	****	*****	*	*****
1140003500								***			
1140003600								***	**		
1140003700								***	**	*	
1140003800								***			
1140004000								****	**	***	***
1140004300								****			
1140004500	**	****	***								
1140004600								*****	*	****	
1140004700	*	****									
1140004900							*****	*****			
1140005000											
1140005200					*****	*****	*****	*			
1140005400								**	*****	**	
1140005500								****			
1140005600								*	*	*	
1140005800								*****	*	*	
1140006000							*	*	*	*	
1140006100							*	*	*	*	***
1140006400								***	*		
1140006600		*					*****				
1140006700								*****	*	*****	
1140006900								*	*****		
1140007000							*****	*****			**
1140007100								**	***	*	*
1140007200								*****	*		
1140007300								*****	*****		
1140007400	*****	**	***	*****		*	*****	***			

Tableau 3.3-5 (suite)

Laboratoire d'Hydrologie de l'ORSTOM, MONTPELLIER MVR 1.3

Page 2

MVR - Méthode du Vecteur Régional

INVENTAIRE DES DONNEES

Edition du 06/11/1991 à 17H16

Station	1890	1900	1910	1920	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990
1140007500								*****			
1140007600								***			
1140007700								**			
1140007800								* ***			
1140007900							*****	*****			
1140008100								*** *			
1140008200								** *****		*****	
1140008300								***** *			
1140008400								****			
1140008500								* *			
1140008800						**	*****	*** **** *	***	*****	
1140008900		***	****								
1140009100								**** *	*****		***
1140009200											
1140009400							*	***** *****	*** ** *		
1140009700							***	*****	** *** **** *		
1140009900									*****	*****	
1140010000							*		* ** ** *		***
1140010300							*****		* *		
1140010600							****	*****	* *****		
1140010700											
1140010800								* ****			
1140010900								*****			
1140011000							*	** ***** *	***		
1140011100								*	*****		**
1140011200							*****				
1140011500								** *			
1140011600								* * ** *			
1140011700								*			
1140011800								*****			
1140011900								* * **			
1140012000							*	* * *	* ***		
1140012100								**** *	***		
1140012200							*	***** *			
1140012300		**	**				*****	* *			
1140012400								* *****		*	
1140012500								* ** ** *	*		
1140012600								*****			
1140012700							*	* ** * ** *	*	*	
1140012900								* *****			
1140013000							*	** *****		**	
1140013100							** *				
1140013200								**			

Tableau 3.3-5 (suite)

Laboratoire d'Hydrologie de l'ORSTOM, MONTPELLIER MVR 1.3
MVR - Méthode du Vecteur Régional

Page 3

INVENTAIRE DES DONNEES

Edition du 06/11/1991 à 17H16

Station	1890	1900	1910	1920	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990
I.....I.....I.....I.....I.....I.....I.....I.....I.....I.....I.....											
1140013300							**** *	*	*****		*****
1140013600								*****			
1140013900								**			
1140014200								*** **			
1140014500								* * *			
1140014800								* * ***** *			
1140015100								*****			
1140015200							*****	*****			
1140015400									* * *		
1140015600								* * * * *			
1140015700		**						***** *****	* *		
1140015900								*** *			
1140016000								***** *****	*** *****		
1140017000											
1140124000											
1140136000											
1140136500											
1140218600											
1140335000									.		*****
1140380000											
1140423000											
1140696000											
1140720000										*****	
1140782000											
1140868500											
1140955500											
I.....I.....I.....I.....I.....I.....I.....I.....I.....I.....I.....											
Station	1890	1900	1910	1920	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990

Tableau 3.3-6 : Vecteur de la région n°1 MITZIC - BITAM - MEKAMBO

Laboratoire d'Hydrologie

MVR - Méthode du Vecteur Régional

VECTEUR REGIONAL - RESULTATS

Edition du 06/11/1991 à 10h35

Région: 00001 MITZIC-BITAM-MEKAMBO; Région.A de monog.LERIQUE; Equatorial & Eq.trans

Périodes: 1950/1990

Mois début de l'année hydrologique 01

		Nombre d'	Indices	-3.0	-1.5	0.0	1.5	3.0
	Date	observations	annuels	I	I	I	I	I
						I*		
1	1950	3	1.00705			I*		
2	1951	4	0.98545			I*		
3	1952	6	1.14029			I *		
4	1953	5	1.03815			I *		
5	1954	6	0.93023			I *		
6	1955	6	1.01579			I *		
7	1956	5	1.10816			I *		
8	1957	5	1.00171			I *		
9	1958	9	0.90261			I *		
10	1959	10	1.02214			I *		
11	1960	10	1.06193			I *		
12	1961	8	0.94932			I *		
13	1962	5	1.01786			I *		
14	1963	8	1.00963			I *		
15	1964	7	0.95426			I *		
16	1965	6	0.99242			I *		
17	1966	7	1.14872			I *		
18	1967	5	1.03296			I *		
19	1968	5	0.97934			I *		
20	1969	7	1.07773			I *		
21	1970	5	0.97883			I *		
22	1971	6	0.99588			I *		
23	1972	4	1.01739			I *		
24	1973	6	0.88798			I *		
25	1974	6	0.96673			I *		
26	1975	5	1.04732			I *		
27	1976	5	1.12412			I *		
28	1977	6	0.80955			I *		
29	1978	4	0.88235			I*		
30	1979	3	0.84971			*		
31	1980	4	0.91493			*		
32	1981	4	0.98837			*I		
33	1982	5	0.98865			*I		
34	1983	5	0.83466			* I		
35	1984	4	0.98355			* I		
36	1985	5	1.08039			*I		
37	1986	5	0.80152			* I		
38	1987	5	1.00307			* I		
39	1988	5	1.14004			* I		
40	1989	4	0.94481			* I		
41	1990	5	0.85478			* I		
				I	I	I	I	I
				-3.0	-1.5	0.0	1.5	3.0

Indice de résolution initial: 4

Valeur moyenne du vecteur: 0.98708

Indice de résolution final: 14

Pas de balayage des indices: 2

Point d'application | latitude: N 1°11'

Nombre d'itérations: 11

virtuel du vecteur | longitude: E 12°17'

Valeur du seuil de convergence: 0.0010

Tableau 3.3-7 : Critique de la station de BITAM avec MVR

Laboratoire d'Hydrologie

MVR - Méthode du Vecteur Régional

VECTEUR ANNUEL - CRITIQUE DES STATIONS

Edition du 06/11/1991

06/11/1991

Vecteur de référence n° 1 de la région 00001 MITZIC-BITAM-MEKAMBO; Région.A de monog.LERIQUE; Equatorial & Eq.trans
élaboré le 06/11/1991

Station: 1140002200 BITAM

Mode unique: 1741.6

Amplitude: 0.210

Test de proportionalité: 0.0875 Indice de qualité: 8.9/10

Test d'appréciation: 8.4/10

Sur la période observée 1950/1990 (40) valeurs moyenne observée: 1747.0

moyenne calculée: 1716.9

Sur la période du vecteur 1950/1990 (41) valeurs moyenne estimée: 1719.1

		Valeurs		Coeff.	-4.5	-3.0	-1.5	0.0	1.5	3.0	4.5
Date	observ.	calcul.	Ecart								
				correct.	I	I	I	I	I	I	I
								*			
								I			
55	1950	1929.5	1753.9	0.095				+			
56	1951	2534.4	1716.3	0.390				+			
57	1952	2273.1	1985.9	0.135				I+			
58	1953		1808.1					I			
59	1954	1903.6	1620.1	0.161				I +			
60	1955	1689.4	1769.1	-0.046				I +			
61	1956	2158.4	1930.0	0.112				I +			
62	1957	1725.6	1744.6	-0.011				I +			
63	1958	1470.7	1572.0	-0.067				I +			
64	1959	1754.5	1780.2	-0.015				I +			
65	1960	1889.9	1849.5	0.022				I +			
66	1961	1174.1	1653.3	-0.342				+			
67	1962	1593.0	1772.7	-0.107				+I			
68	1963	1902.4	1758.4	0.079				+			
69	1964	2008.0	1662.0	0.189				I+			
70	1965	1693.8	1728.4	-0.020				I+			
71	1966	1953.1	2000.6	-0.024				I+			
72	1967	1821.8	1799.0	0.013				I+			
73	1968	1931.2	1705.6	0.124				I +			
74	1969	1818.6	1877.0	-0.032				I+			
75	1970	1740.9	1704.7	0.021				I +			
76	1971	1406.8	1734.4	-0.209				+			
77	1972	1774.0	1771.9	0.001				+			
78	1973	1552.3	1546.5	0.004				+			
79	1974	1688.6	1683.7	0.003				+			
80	1975	1437.6	1824.0	-0.238				+I			
81	1976	1609.2	1957.8	-0.196				+	I		
82	1977	1702.3	1409.9	0.188				+I			
83	1978	1781.8	1536.7	0.148				+			
84	1979	1484.7	1479.9	0.003				+			
85	1980	1626.9	1593.5	0.021				+			
86	1981	1714.0	1721.4	-0.004				+			
87	1982	1743.0	1721.8	0.012				+			
88	1983	1444.0	1453.7	-0.007				+			
89	1984	1726.0	1713.0	0.008				+			
90	1985	1927.0	1881.6	0.024				+			
91	1986	1379.0	1395.9	-0.012				+			
92	1987	1766.0	1747.0	0.011				+			
93	1988	1664.0	1985.5	-0.177				+I			
94	1989	1647.0	1645.5	0.001				+I			
95	1990	1841.0	1488.7	0.212				+			
Date	observ.	calcul.	Ecart	correct.	I	I	I	I	I	I	I
		Valeurs		Coeff.	-4.5	-3.0	-				

Tableau 3.3-8 : Critique de la station d'OYEM avec MVR

Laboratoire d'Hydrologie

MVR - Méthode du Vecteur Régional

VECTEUR ANNUEL - CRITIQUE DES STATIONS

Edition du 06/11/1991

Vecteur de référence n° 1 de la région 00001 MITZIC-BITAM-MEKAMBO; Région.A de monog.LERIQUE; Equatorial & Eq.trans
élaboré le 06/11/1991

Station: 1140013300 OYEM CMCE (EX MIKONG)

Mode unique: 1845.1

Amplitude: 0.205

Test de proportionalité: 0.0591

Indice de qualité: 9.5/10 Test d'appréciation: 8.6/10

Sur la période observée 1950/1990 (33) valeurs

moyenne observée: 1853.8

moyenne calculée: 1834.2

Sur la période du vecteur 1950/1990 (41) valeurs

moyenne estimée: 1821.3

		Valeurs		Ecart	Coeff. correct.	-4.5	-3.0	-1.5	0.0	1.5	3.0	4.5
Date	observ.	calcul.				I	I	I	I	I	I	I
									I*			
55	1950	1836.4	1858.1	-0.012	1.012				I+			
56	1951	1933.9	1818.3	0.062	0.940				I+			
57	1952	1803.7	2104.0	-0.154	1.166				+			
58	1953	1423.6	1915.5	-0.297	1.346 A				+ I			
59	1954	1740.2	1716.4	0.014	0.986				+ I			
60	1955	1729.9	1874.3	-0.080	1.083				+ I			
61	1956	1979.5	2044.7	-0.032	1.033				+ I			
62	1957		1848.3						I			
63	1958	1655.6	1665.4	-0.006	1.006				+ I			
64	1959	1896.7	1886.0	0.006	0.994				+ I			
65	1960		1959.4						I			
66	1961		1751.6						I			
67	1962		1878.1						I			
68	1963	2165.4	1862.9	0.150	0.860				+ I			
69	1964	2071.4	1760.7	0.162	0.850				+			
70	1965	2254.8	1831.2	0.208	0.812				I+			
71	1966	2292.7	2119.6	0.079	0.924				I+			
72	1967	1881.0	1906.0	-0.013	1.013				I+			
73	1968	1797.2	1807.0	-0.005	1.005				I+			
74	1969	2325.2	1988.6	0.156	0.855				I +			
75	1970	1804.9	1806.1	-0.001	1.001				I +			
76	1971	1529.3	1837.5	-0.184	1.202				I+			
77	1972	1717.6	1877.2	-0.089	1.093				I+			
78	1973	1585.0	1638.5	-0.033	1.034				+			
79	1974	1771.6	1783.8	-0.007	1.007				+			
80	1975	1928.2	1932.4	-0.002	1.002				+			
81	1976	2098.6	2074.2	0.012	0.988				+			
82	1977	1615.0	1493.7	0.078	0.925				I+			
83	1978		1628.0						I			
84	1979		1567.8						I			
85	1980		1688.2						I			
86	1981		1823.7						I			
87	1982	1820.0	1824.2	-0.002	1.002				I+			
88	1983	1650.0	1540.1	0.069	0.933				I+			
89	1984	1800.0	1814.8	-0.008	1.008				I+			
90	1985	2261.3	1993.5	0.126	0.882				I +			
91	1986	1587.4	1478.9	0.071	0.932				I +			
92	1987	1619.0	1850.8	-0.134	1.143				I +			
93	1988	2100.0	2103.5	-0.002	1.002				I +			
94	1989	1750.0	1743.3	0.004	0.996				I +			
95	1990	1750.0	1577.2	0.104	0.901				I +			
Date	observ.	calcul.	Ecart	correct.		I	I	I	I	I	I	I
		Valeurs		Coeff.		-4.5	-3.0	-				

Tableau 3.3-9 : Critique de la station de MITZIC avec MVR

Laboratoire d'Hydrologie

MVR Méthode du vecteur régional

VECTEUR ANNUEL - CRITIQUE DES STATIONS

Edition du

06/11/1991

Vecteur de référence n° 1 de la région 00001 MITZIC-BITAM-MEKAMBO; Région.A de monog.LERIQUE; Equatorial & Eq.trans
élaboré le 06/11/1991

Station: 1140010600 MITZIC

Mode unique: 1778.7

Amplitude: 0.163

Test de proportionalité: 0.0957

Indice de qualité: 8.7/10

Test d'appréciation: 8.1/10

Sur la période observée 1950/1990 (37) valeurs

moyenne observée: 1638.8

moyenne calculée: 1746.9

Sur la période du vecteur 1950/1990 (41) valeurs

moyenne estimée: 1755.7

		Valeurs		Coeff.		-4.5		-3.0		-1.5		0.0		1.5		3.0		4.5	
Date	observ.	calcul.	Ecart			I	.	I	.	I	.	I	.	I	.	I	.	I	.
												I		*					
55	1950	1815.0	1791.2	0.013	0.987							I		+					
56	1951		1752.8									I							
57	1952		2028.2									I							
58	1953	1549.2	1846.5	-0.176	1.192							I		+					
59	1954	1786.8	1654.6	0.077	0.926							I		+					
60	1955	1828.6	1806.8	0.012	0.988							I		+					
61	1956	1990.9	1971.1	0.010	0.990							I		+					
62	1957	1823.7	1781.7	0.023	0.977							I		+					
63	1958	1501.9	1605.5	-0.067	1.069							I		+					
64	1959	1584.5	1818.1	-0.137	1.147							I		+					
65	1960	2200.7	1888.8	0.153	0.858							I		+					
66	1961	1811.9	1688.5	0.071	0.932							I		+					
67	1962	1823.3	1810.5	0.007	0.993							I		+					
68	1963	1843.3	1795.8	0.026	0.974							I		+					
69	1964	1696.7	1697.3	-0.000	1.000							I		+					
70	1965	1355.5	1765.2	-0.264	1.302 A							I		+					
71	1966	1283.5	2043.2	-0.465	1.592 A							I		+					
72	1967	1198.6	1837.3	-0.427	1.533 A							I		+					
73	1968	959.7	1741.9	-0.596	1.815 A							+	I						
74	1969	787.2	1916.9	-0.890	2.435 A						+	I							
75	1970	1771.2	1741.0	0.017	0.983						+	I							
76	1971	1771.8	1771.3	0.000	1.000						+	I							
77	1972	1770.0	1809.6	-0.022	1.022						+	I							
78	1973	1815.2	1579.4	0.139	0.870						+	I							
79	1974	1705.3	1719.5	-0.008	1.008						+	I							
80	1975	1869.6	1862.8	0.004	0.996						+	I							
81	1976		1999.4									I							
82	1977	1941.7	1439.9	0.299	0.742 A							+	I						
83	1978		1569.4									I							
84	1979	1780.9	1511.4	0.164	0.849							I							
85	1980	1632.6	1627.4	0.003	0.997							+	I						
86	1981	1557.0	1758.0	-0.121	1.129							+	I						
87	1982	1655.0	1758.5	-0.061	1.063							+	I						
88	1983	1339.0	1484.6	-0.103	1.109							+	I						
89	1984	1590.0	1749.4	-0.096	1.100							+	I						
90	1985	1447.0	1921.7	-0.284	1.328 A						+	I							
91	1986	1743.0	1425.6	0.201	0.818							+	I						
92	1987	1539.0	1784.1	-0.148	1.159							+	I						
93	1988	1782.0	2027.8	-0.129	1.138							+	I						
94	1989	1622.0	1680.5	-0.035	1.036							+	I						
95	1990	1464.0	1520.4	-0.038	1.039							+	I						
Date	observ.	calcul.	Ecart	correct.		I	.	I	.	I	.	I	.	I	.	I	.	I	.
		Valeurs		Coeff.		-4.5		-3.0		-									

Dans une zone climatique homogène, les effets de persistance, de tendance et les effets cycliques ou pseudo-cycliques doivent, en principe, être les mêmes sur l'ensemble de la zone et ne doivent pas interférer sur cette relation.

Seules les erreurs systématiques (changement d'emplacement de la station, modification notoire de l'environnement du pluviomètre) et les erreurs dans l'emploi des accessoires de mesures (éprouvettes) peuvent affecter l'homogénéité d'une suite chronologique de relevés pluviométriques annuels.

C'est pour éviter la lourdeur d'emploi de la méthode des doubles cumuls entre stations que Y. Brunet-Moret a créé une suite chronologique de précipitations annuelles fictives à une station fictive appelée vecteur des indices annuels de précipitations : Z. Le calcul des indices annuels z_i se fait à partir des relevés annuels aux stations de la zone considérée, de façon que la précipitation annuelle x_{ai} à la station a soit reliée à l'indice z_i par la relation :

$$\frac{x_{ai}}{x_a} = z_i + e_{ai}$$

x_a étant la moyenne interannuelle à la station a. Il faut en outre que la moyenne des Z égale 1, que la moyenne des E_a soit nulle et que les variances des $E_a, E_b, \dots, E_z$ soient égales entre elles et égales à la variance E .

c) limité la critique à la période 1950-1990 (41 ans), de façon à disposer de périodes homogènes pour les trois régions;

d) décidé qu'un total annuel peut être considéré comme "anormal" pour une valeur déviée dépassant 25% , par rapport à la valeur calculée avec le vecteur (cf. cinquième colonne intitulée "écarts" sur les tableaux 3.3-7, 3.3-8 et 3.3-9). Volontairement nous n'avons pas pris en compte dans cette critique les erreurs systématiques, celles-ci étant suffisamment mises en relief par le critère des 25% décrit ci-dessus, lorsque la déviation systématique est importante (cf. tableau 3.3-9) .

A titre d'exemple, le tableau 3.3-6 donne l'allure du vecteur de la région 1, MITZIC-BITAM-MEKAMBO. Ce sont les indices annuels donnés en quatrième colonne, et formant le "vecteur régional" qui sont comparés aux valeurs observées à chaque station.

Le tableau 3.3-7 est le graphique de critique de la station synoptique de BITAM, où l'on ne remarque que deux années à écart supérieur à 0.250 : 1951 et 1961 (marquées A).

Le tableau 3.3-8 représente le double cumul de la station pluviométrique de OYEM CMCE avec le vecteur de la même région 1. Ici aussi, on n'a détecté (cf. valeurs des écarts) qu'une seule "anomalie" en 1953.

Le tableau 3.3-9, représentant le double cumul de la station synoptique de MITZIC avec le vecteur de la région 1, montre un exemple de totaux annuels aberrants sur cinq années successives (1965 à 1969). Le graphique est particulièrement démonstratif, et il faut proposer de réviser ces données avant tout travail qui se référera à cette station synoptique.

Pour les 85 stations ainsi testées, représentant 1111 années-stations (soit 87.5% des 1269 années complétées jusqu'en 1990), les décomptes des "anomalies" par types de stations et par décennies sont donnés dans le tableau 3.3-10, ci-dessous :

Tableau 3.3-10 : Décompte des anomalies aux stations du réseau pluviométrique :

TYPE STAT.	1950-59	1960-69	1970-79	1980-90	TOTAL
Synoptique	88	138	115	138	479
	15	27	13	13	68
	17.0	19.6	11.3	9.4	14.2
Climatologique	23	35	20	0	78
	4	10	2	0	16
	17.4	28.6	10.0	-	20.5
Pluviométrique	111	295	99	49	554
	14	26	9	5	54
	12.6	8.8	9.1	10.2	9.7
TOTAL	222	468	234	187	1111
	33	63	24	18	138
	14.9	13.5	10.3	9.6	12.4

La première ligne de chaque case donne le nombre total d'années complètes testées.

La deuxième ligne le nombre d'anomalies au cours de ces années.

La troisième ligne le pourcentage d'anomalies rapporté au total des années.

L'examen de ce tableau conduit à formuler les deux observations suivantes :

1 - La première remarque est paradoxale et apparemment sans explication évidente, puisque les postes pluviométriques présentent systématiquement (chaque décennie) des pourcentages "d'anomalies" inférieurs à ceux des stations climatologiques, mais surtout des stations synoptiques.

Ces résultats sont en effet diamétralement opposés à ceux des autres Etats de l'Afrique de l'Ouest comme le montre le tableau ci-dessous, établi pour trois autres Etats de l'Afrique de l'Ouest qui ont été testés dans des conditions rigoureusement identiques :

ETAT	Taux d'anomalies		
	Synoptiques	Pluviométr.	Total
GABON	14.2	9.7	12.4
CONGO	6.1	16.8	13.8
COTE D'IVOIRE	7.0	10.0	9.0
TOGO	7.1	12.6	10.8

On voit que pour des résultats globaux sensiblement du même ordre de grandeur, les pourcentages d'anomalies aux stations synoptiques et pluviométriques sont inversés au GABON .

2 - La deuxième observation est encourageante, puisqu'on note une amélioration de la qualité des observations avec le temps, que ce soit pour les stations synoptiques ou les postes pluviométriques et donc pour l'ensemble des relevés; on a obtenu en effet les pourcentages globaux suivants selon les décennies :

Décennie 1950-1959	14.9% d'anomalies
1960-1969	13.5%
1970-1979	10.3%
1980-1990	9.6%

En conclusion de ce chapitre sur la qualité des relevés de pluviométrie du GABON, nous retiendrons :

- Une quantité assez importante de lacunes dans le fichier des données (parag.3.3.5.1) .
- De la part des observateurs des stations climatologiques et pluviométriques, des manques d'attention dans l'assiduité de leurs relevés quotidiens (parag.3.3.5.2) . Ces petits défauts sont heureusement contrebalancés par une bonne assiduité aux stations synoptiques.
- Une qualité globale des totaux annuels assez comparable à celle des autres Etats de l'Afrique de l'Ouest, testés dans des conditions identiques.
- Une mauvaise qualité des observations aux stations synoptiques (déplacements de postes ???, modifications non notées ???), et à l'inverse une qualité relativement satisfaisante aux postes pluviométriques.
- Une **nette amélioration** de la qualité du travail des observateurs à tous les niveaux, au fur et à mesure que l'on progresse vers les années récentes (résultats globaux des décennies 1950, 60, 70 puis 80) . **Ce dernier point est sans doute le plus encourageant**, et il mérite d'être mis en relief.

3.3.6 Disponibilité des données pluviométriques

En l'absence de traitement par ordinateur et donc de fichiers consultables sur support informatisé, il existe théoriquement 4 moyens pour accéder à l'information pluviométrique de la DMN :

- la consultation des publications existantes,

- la consultation de tableaux manuscrits,
- la lecture des microfiches,
- la consultation des documents archivés.

3.3.6.1 Publication

La DMN n'a jamais pu assurer de publication régulière des données pluviométriques, par contre il existe pour la période allant de l'ouverture des stations jusqu'en 1980 inclus, deux publications assurées à l'instigation du CIEH qui fournissent la liste des stations et les tableaux journaliers, mensuels et annuels.

La première éditée en 1979 suivant une convention CIEH - ORSTOM couvre la période début des observations à 1965 inclus.

La seconde éditée en 1989 suivant une convention CIEH - ASECNA - ORSTOM couvre la période 1966 à 1980 inclus. Ce travail a été réalisé à partir d'une mission de microfilmage ORSTOM en février 1985 et des fichiers pluviométriques de l'ASECNA sur bandes magnétiques. Les fichiers existent sur papier, microfiches et bandes magnétiques.

Ces publications ne semblent pas être consultables à la DMN.

De même, les tableaux manuscrits (récapitulation des pluviométries mensuelles, par exemple) du Service de climatologie sont très insuffisants, en général, car ils sont disponibles que pour les stations "sélectionnées" et ne sont remplis que pour les années les plus récentes.

3.3.6.2 Archives

La sauvegarde des archives a été assurée sur microfiches d'une part par l'ORSTOM pour la pluviométrie uniquement (jusqu'en 1983 / 84) et d'autre part par la Belgique pour la pluviométrie et les TCM (jusqu'en 86 / 87).

Il ne semble pas qu'actuellement ces microfiches soient consultées de façon courante à la DMN.

La consultation des archives reste le moyen le plus usité mais cette démarche s'avère difficile pour les documents antérieurs à 1988 qui sont pour la plupart stockés dans un local difficilement accessible. La recherche n'est pas facilitée en l'absence d'inventaires précis ou de listes récapitulatives.

CHAPITRE 4

EAUX SUPERFICIELLES

4.1 Organisation et gestion

Les études de fonctionnement et l'avancement des inventaires relatifs aux eaux de surface (fleuves et rivières) du Gabon sont actuellement confiés au Service Hydrologique de la Direction des Ressources en Eau.

Ce Service est l'héritier de la Section Hydrologique de l'ORSTOM du Gabon dont les activités se sont poursuivies de 1953 jusqu'en 1976, dans un cadre administratif autonome ; puis comme appui scientifique et technique jusqu'en 1982 dans le cadre du Ministère de la Recherche Scientifique.

4.1.1 Service Hydrologique (S.H.)

Le Service Hydrologique est un service de la Direction des Ressources en Eaux, de la Direction Générale de l'Energie et des Ressources Hydrauliques; celle-ci appartient au Ministère des Mines, de l'Energie et des Ressources Hydrauliques.

Le tableau 4.1-1 présente l'organigramme complet de cette Direction Générale, dont le siège est à l'immeuble SEEG au centre de Libreville.

Tout comme la Direction des Ressources Hydrauliques avec laquelle il partage ses bureaux, le SH dépend de la Direction Générale, pour son secrétariat et pour la mise en oeuvre de ses moyens administratifs et budgétaires.

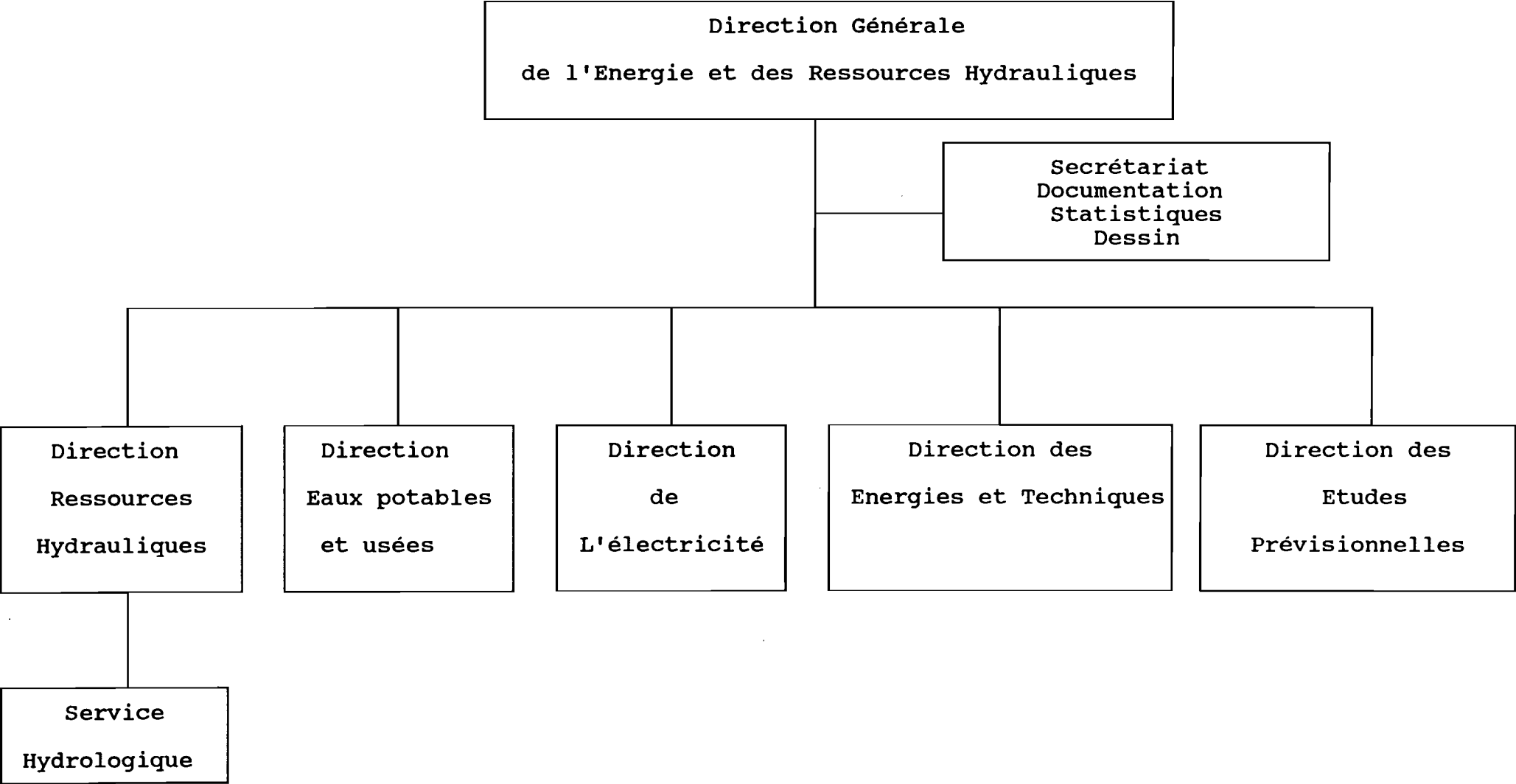
Le SH a conservé ses bureaux et son magasin à l'ancien Centre ORSTOM, quartier de Gros Bouquet à Libreville, à quelques kilomètres de la Direction Générale et du Centre ville. L'Institut de Recherches agronomiques et forestières (IRAF), du Centre National de la Recherche Scientifique (CENAREST) qui partage le même périmètre, dispose d'un atelier permettant le travail du fer et la petite mécanique. Cet atelier peut être utilisé par le SH en cas de besoin pour la préparation des tournées.

Par commodité, on peut répartir les missions effectives du SH en deux secteurs d'activité :

- Mesures et Maintenance des stations,
- Traitement et publication des données.

Le secteur "**Mesures et Maintenance**" concerne l'ensemble des stations hydrométriques situées au Gabon. Ses activités sont surtout liées à des interventions de terrain :

Figure 4.1-1 : Organigramme de la Direction Générale de l'Energie et des Ressources Hydrauliques



- l'installation et la maintenance des stations,
- la réalisation de jaugeages,
- la réception et l'archivage des données limnimétriques,
- l'entretien du matériel de mesures.

Le **secteur "Traitement et Publications"** concerne le traitement de l'information par :

- la constitution des différents fichiers et l'archivage des données de base (hauteurs d'eau, débits, résultats des jaugeages) de l'ensemble des stations hydrométriques du Gabon,
- le contrôle et la validation de ces fichiers ,
- la publication d'annuaires hydrologiques, ou de documents d'études ou recherches plus élaborés.

4.1.2 Autres organisations

4.1.2.1 SEEG

Le Service Hydrologique entretient des relations suivies avec la Subdivision Production Hydraulique pour l'Equiptement, de la Société d'Eaux et d'Energie du Gabon (SEEG), intéressée à la meilleure exploitation possible de ses ouvrages et qui a installé, et contrôle à ce titre en temps réel quelques stations hydrométriques. Ces dernières ont d'ailleurs souvent été installées et étalonnées dans le passé par le SH sur commande de la SEEG. Rappelons que la SEEG est sous tutelle du Ministère des Mines, de l'Energie et des Ressources Hydrauliques .

4.1.2.2 Ministère des Transports Lagunaires et Fluviaux

C'est la seule administration collectant des données hydrologiques de surface et qui n'est pas rattachée au Ministère des Mines et de l'Hydraulique. Cet organisme gère de façon très irrégulière quelques échelles limnimétriques dans le cadre de la navigation.

4.1.3 Personnel et formation

Le tableau 4.1-1 présente l'ensemble des personnels du SH au sens large occupant les locaux de l'implantation de Gros-Bouquet.

Tableau 4.1-1 : Service Hydrologique

Référence/organigramme	Effectif et qualification
Directeur des Ressources Hydrauliques	1 Ingénieur Hydrologue
Chef du Service	1 Technicien Supérieur
Secteurs "Traitement" "Mesures"	1 Technicien 2 Techniciens stagiaires 2 agents techniques
Secteur "Moyens généraux"	1 Chauffeur 1 Chauffeur mécanicien 1 femme de ménage

Le Service hydrologique ne possède aucune antenne provinciale et toutes les interventions sur le Réseau Hydrologique de Surface se font à partir de Libreville.

Les deux principaux cadres gabonais ont été recruté en 1985, alors que l'assistance technique canadienne mettait à la disposition du service les compétences d'un hydrologue pour une durée de 3 ans non renouvelables.

Le Service Hydrologique emploie théoriquement une trentaine d'observateurs pour effectuer les relevés de hauteurs d'eau.

4.1.3.1 Formation initiale

La formation initiale des personnels présentés dans le tableau 4.1-1 est la suivante :

Directeur des Ressources en Eau : Ingénieur hydrologue diplômé en hydrologie (URSS).

Chef du Service hydrologique : Technicien supérieur ETSHER (Ecole de Technicien Supérieur en Hydraulique et Equipement Rural) de OUAGADOUGOU (Burkina).

Technicien : technicien formation ORSTOM antérieure à 1977.

Agent Technique : personnel de formation **ORSTOM** en hydrologie pratique.

Technicien Stagiaire : technicien supérieur Génie Rural, diplômé de l'ETSHER.

Les observateurs sont formés par les agents du Service lors de leurs tournées. Les autres agents (aides-hydrologues, chauffeurs...) reçoivent une formation "sur le tas" par les techniciens supérieurs.

4.1.3.2 Formation continue

Le Directeur des Ressources en Eau et le Chef du Service Hydrologique ont demandé à suivre, en 1990, une session de formation intitulée "**Technologies nouvelles en hydrologie de surface, acquisition et exploitation des données**" organisée par l'ORSTOM à Montpellier. Le financement du stage n'a pu être assuré.

4.1.4 Budget

Nous n'avons pas pu obtenir le budget précis du Service Hydrologique. Les seuls chiffres qui nous ont été fournis concernent une contribution du budget d'investissement aux activités du Service Hydrologique. Pour les deux dernières années, il s'établit ainsi :

Tableau 4.1-2 : Eléments de budget

nature des budgets	1990	1991
Investissement	10	10
Fonctionnement technique	?	?
Fonctionnement véhicules	?	?
Fonctionnement Divers	?	?
Fonctionnement : missions	?	?
Total	> 10	> 10

Les chiffres sont exprimés en millions de francs CFA.

En fait, ces chiffres modestes sont de plus théoriques. Aucune dépense n'avait été effectuée en juillet 1991 sur l'année budgétaire commencée en janvier, malgré des demandes du SH.

Une meilleure attention devrait être portée à l'amélioration de la consommation des quelques crédits disponibles

4.2 Données hydrologiques

4.2.1 Réseau hydrométrique

Il est commode de présenter l'état des informations recueillies en hydrologie des rivières au Gabon suivant deux périodes, l'une antérieure, l'autre postérieure à 1982, date à laquelle le Service chargé des activités de collecte et de traitement des données hydrologiques passait sous la tutelle du Ministère de l'Energie et des Ressources Hydrauliques et était rattaché à la Direction Générale de L'Eau.

Par commodité nous appellerons réseau historique le dispositif observé de la création des stations jusqu'en 1982.

La définition et les conditions de fonctionnement récent du réseau, que l'on peut dire de la "décennie 80", fera bien sûr l'essentiel de l'exposé. Nous aurons en effet à évaluer plus loin le niveau d'adaptation, dans sa conception et la pratique de sa gestion technique et administrative, du dispositif actuel aux besoins en données tels qu'ils se manifestent ou sont prévisibles.

4.2.1.1 Réseau "historique" avant 1982

Les premières activités hydrométriques au Gabon ont été liées aux besoins de la navigation, dans le cours inférieur de l'Ogooué principalement; ainsi les premiers relevés de hauteurs d'eau en notre possession ont-ils été effectués par les Pasteurs de la mission protestante de Ngomo qui lisaient une échelle implantée à leur débarcadère de l'Ogooué, à partir de 1905. Les Pères de la mission catholique de Lambaréné ont aussi relevé les fluctuations du fleuve, au droit de leur atelier de batellerie à partir d'octobre 1929.

Pour des besoins de transport par flottage, en 1941, la Compagnie Forestière du Gabon (CFG) installait une échelle et suivait les variations du lac Nyondje, relié au système de l'Ogooué; il s'agissait d'optimiser le choix de ses parcs à bois et les dates d'acheminement des billes vers Port-Gentil. De même, à partir de janvier 1951, la SHO Bois, autre entreprise forestière, contrôlait le régime de hauteurs d'eau de la limite amont du bief navigable de l'Ogooué à Angouma, 5kms en amont de Ndjolé.

Ce n'est qu'en 1953 que commençaient les interventions des hydrologues de l'ORSTOM depuis Brazzaville. De cette période date la mise en place du premier réseau d'observation directe, par observateur, du régime des débits des rivières gabonaises.

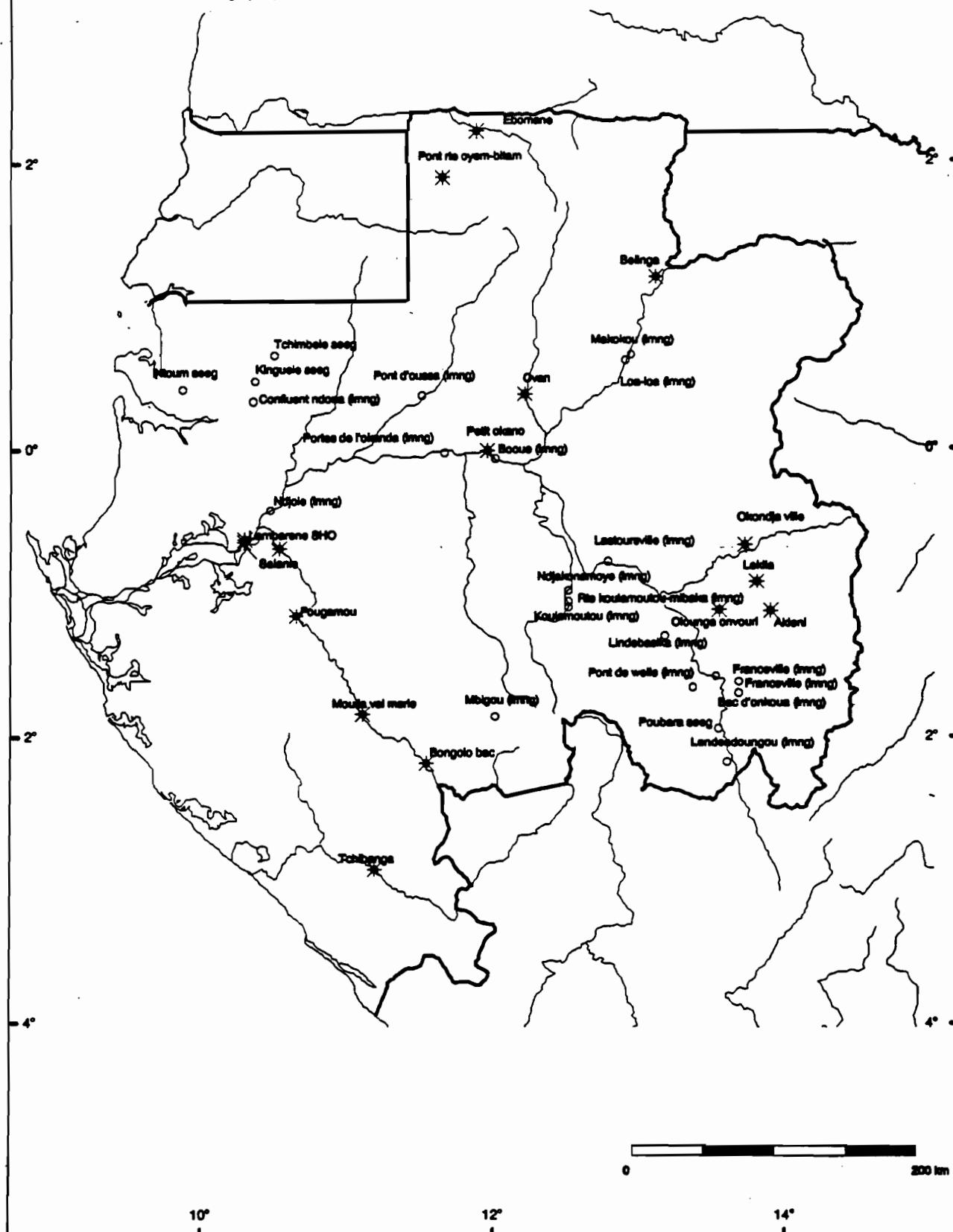
La conception du réseau était en relation directe avec la nécessaire évaluation hydrologique du potentiel hydro-électrique du Gabon. En juin 1960, 15 stations étaient en place : 7 sur le cours de l'Ogooué, 1 sur l'Ivindo, 3 sur la Ngounié, 3 sur les affluents de l'Ogooué, 1 sur la Mbei (premier projet hydro-électrique de Kingué). Les anciennes stations étaient intégrés au réseau. Cinquante deux mesures de débit, les premières au Gabon, étaient effectuées.

Figure 4.2-1 : Le réseau d'observation des eaux de surface .
Stations hydrométriques durant la décennie 1980

Légende

Hydrométrie

- * Station limnimétrique - débit calculé
- o Station limnigraphique - débit calculé



En juin 1960, une convention passée entre le gouvernement gabonais et l'ORSTOM prévoyait l'installation d'une mission hydrologique permanente à Libreville et c'est à partir de cette date que les activités hydrologiques ont pris leur véritable essor. Les programmes comportaient, en plus de la nécessaire poursuite des observations sur le réseau hydrométrique et la publication régulière d'un annuaire des débits, des interventions d'assistance au contenu hydrologique des projets des ministères et services techniques, mais aussi de participation au développement des connaissances sur l'hydrologie des petits bassins en milieu forestier humide sub-équatorial atlantique (bassins de Mala puis de la Nzémé).

La perspective d'un inventaire monographique des principaux résultats des observations sur les rivières et fleuves gabonais se précisait au début des années 1970. Un examen préliminaire de la représentativité des données disponibles aboutit à deux actions complémentaires menées de 1974 à 1976 :

- la première pour terminer les étalonnages de quelques stations aux marges nord du Gabon disposant de longues séries de données hauteurs non valorisées jusqu'ici ;
- la seconde pour étendre les observations à des formations géologiques sédimentaires d'extension significative et en particulier, dans l'ordre d'intérêt, sur les grès batékés et le francevillien au sud ouest, le schisto-calcaire et le schisto-gréseux de l'Ikoundou au sud-est.

En 1976, la section hydrologie gérait cinquante cinq stations d'observations.

Début 1977, la section hydrologie de l'ORSTOM était intégrée au Centre National de Recherches Scientifiques et Technologiques (CENAREST), sous la tutelle du Ministère de l'Enseignement, de la Recherche Scientifique, de l'Environnement et de la Protection de la Nature, sous le nom de SERHYDRO, Section d'Etudes et Recherches en Hydrologie.

Les restrictions budgétaires affectaient alors le développement des activités hydrologiques qui se poursuivirent cependant sur le terrain à un niveau convenable, de 1977 jusqu'en 1982, avec une contribution en personnel de l'ORSTOM dans le domaine de l'animation, de l'encadrement et du conseil en Hydrologie.

De 1953 à 1982, 57 stations avaient été installées. Une soixantaine de stations provisoires avaient été en activité dans le cadre d'études spécifiques. Le bilan général de cette période représente 900 stations-années d'observations et la réalisation de plus de 1700 mesures de débits comprises entre 0 et 13 000 m³/s.

La présentation, par J.Lerique à l'ORSTOM Montpellier, de l'ensemble des résultats de cette période est en voie d'achèvement.

L'annexe F présente, d'après une sortie du logiciel Hydrom, les stations ayant fonctionné sur cette période et leurs caractéristiques. On y trouve porté pour chacune des stations les informations suivantes :

- son numéro de code ORSTOM,
- le nom de la station,
- le nom de la rivière,
- les coordonnées géographiques,
- l'altitude ,
- la superficie du bassin contrôlé,
- la période de fonctionnement arrêtée à 1982,
- l'équipement dans la colonne CAPTEUR (01 pour une échelle limnimétrique ; 02 pour un limnigraphe),
- l'existence d'un tarage en débit à la colonne UNV (O pour un tarage existant).

4.2.1.2 Réseau de la décennie 1980

Quatre stations, rappelées au tableau 4.2-1, sont toujours suivies par la SEEG, dans le cadre de son activité d'exploitation. Les mesures concernent parfois une partie des débits naturels, ou des débits transformés par un réservoir. L'utilisation des données fournies, possible suivant les objectifs, devra donc se faire avec prudence.

Le tableau 4.2-3, dont les éléments ont été définis plus haut au 4.2.1.2, récapitule l'inventaire et les périodes de fonctionnement des stations du dispositif contrôlé par le Service hydrologique au cours de la décennie 1980.

N'ont été retenues à l'inventaire que les stations ayant fourni effectivement des informations sur la période (voir tableaux 4.2-4 de la banque Hydrom et 4.2-5 pour la période récente).

Le tableau 4.2-2 récapitule l'ensemble des informations précédentes et présente année par année :

- le nombre de stations effectives au 1 janvier de l'année,
- le nombre de stations arrêtées définitivement dans le courant de l'année,
- le nombre de stations ayant au moins huit mois d'observations dans l'année pour les années récentes.

Cette présentation permet les conclusions suivantes :

Le nombre de stations opérationnelles passe de 35 à 10 en dix ans.

L'érosion du capital observation apparaît continue depuis 1982, avec une accélération brutale à partir de 1985 où les observations cessent sur 8 stations.

Tableau 4.2-1 : Inventaire des stations hydrométriques gérées par SEEG, décennie 1980/1989

Station	Rivière	latitude deg min sec	longitude deg min sec	Alt. m.	Surface km2
Bassin 19 Ogooué Poubara SEEG	Ogooué	-02 13 00	+013 33 00	346	8750
Bassin 40 Komo Kinguele SEEG	Mbei	+00 26 51	+010 16 40		1560
Tchimbele SEEG	Mbei	+00 37 31	+010 24 30	416	880
Bassin 70 Nzeme Ntoun SEEG	Nzeme	+00 23 22	+009 46 28	3	73.6

**Tableau 4.2-2 : Evolution du nombre de stations hydrométriques
ayant fourni des observations à SEHYDRO, décennie 80/89**

AN	NBRE ARRET STATION /AN	NBRE STAT. EFFICACES AU 01/01	NBRE STAT. AYANT > 8 mois d'obs.	ANNEE
1980	0	35		1980
1981	3	35		1981
1982	1	32		1982
1983	3	31		1983
1984	0	28		1984
1985	8	28		1985
1986	4	20		1986
1987	1	16		1987
1988	2	15		1988
1989	3	13	11	1989
1990	0	10	6	1990
1991	?	(10)	(6)	1991

Tableau 4.2-3 : Inventaire des stations hydrométriques du Service Hydrologique, opérationnelles sur au moins partie de la décennie 1980/1989. (1/2)

Station	Rivière	Latitude deg min sec	Longitude deg min sec	Alt. I	Sup. I (km ²)	Périodes de fonct.	C A P	U N V
Bassin 19 OGOUE	I	I	I	I	I	I	I	I
1141900112 BOQUE (LWNG)	I OGOUE	I -00 06 09	I +011 56 12	I 157	I 129600.	I 1954/1985	I 02	I 0
1141900116 FRANCEVILLE (LWNG)	I OGOUE	I -01 38 12	I +013 32 00	I 279	I 8800.00	I 1953/1978	I 02	I 0
	I	I	I	I	I	I 1980/1981	I	I
1141900120 LAMBARENE S H O (LWNG)	1990 I OGOUE	I -00 42 22	I +010 13 27	I 9	I 203500.	I 1957/	I 02	I 0
1141900121 LAMBARENE M C	I OGOUE	I -00 41 19	I +010 13 56	I 9	I 203500.	I 1929/1939	I 01	I 0
	I	I	I	I	I	I 1953/1956	I	I
	I	I	I	I	I	I 1960/1988	I	I
1141900125 LASTOURSVILLE (LWNG)	I OGOUE	I -00 48 34	I +012 43 43	I 225	I 47700.0	I 1957/1983	I 02	I 0
1141900128 LENDENDOUNGOU (LWNG)	1990 I OGOUE	I -02 11 50	I +013 38 09	I 455	I 6900.00	I 1960/	I 02	I 0
1141900135 NDJOLE (LWNG)	I OGOUE	I -00 27 18	I +010 24 09	I 20	I 158100.	I 1962/1969	I 02	I 0
	I	I	I	I	I	I 1973/1985	I	I
1141900145 PETIT OKAND	I OGOUE	I -00 03 22	I +011 52 27	I 142	I 130000.	I 1966/1985	I 01	I
1141900148 PORTES DE L'OKANDA (LWNG)	I OGOUE	I -00 05 55	I +011 35 39	I 111	I 140000.	I 1964/1985	I 02	I 0
1141901203 BELINGA	I IVINDO	I +01 06 50	I +013 06 00	I	I 27000.0	I 1962/1981	I 01	I 0
1141901206 LOA-LOA (LWNG)	I IVINDO	I +00 30 45	I +012 49 50	I	I 48500.0	I 1961/1986	I 02	I 0
1141901209 MAKOKOU (LWNG)	I IVINDO	I +00 34 08	I +012 51 40	I 465	I 35800.0	I 1954/1989	I 02	I 0
1141901405 PONT DE WELLE (LWNG)	I LEBOMBI	I -01 38 15	I +013 23 46	I 280	I 3400.00	I 1970/1988	I 02	I 0
1141901605 LINDEBASIKA (LWNG)	I LEYOU	I -01 19 10	I +013 06 15	I 295	I 1160.00	I 1961/1964	I 02	I 0
	I	I	I	I	I	I 1966/1979	I	I
	I	I	I	I	I	I 1981/1985	I	I
1141901805 RTE KOULAMOUTOU-MIBAKA (LWNG)	1990 I LOLO	I -01 07 39	I +012 27 14	I 260	I 1750.00	I 1966/	I 02	I 0
1141901903 AKIENI	I LECONI	I -01 11 00	I +013 53 33	I 380	I 4800.00	I 1974/1989	I 01	I 0
1141901906 OOUNGA ONVOURI	I LECONI	I -01 10 40	I +013 32 22	I 275	I 6650.00	I 1974/1986	I 01	I
1141902205 FRANCEVILLE (LWNG)	I MPASSA	I -01 37 08	I +013 36 40	I 285	I 6250.00	I 1959/1978	I 02	I 0
	I	I	I	I	I	I 1981/1982	I	I
1141902405 FOUGAMOU S H O (LWNG)	I NGOUNIE	I -01 12 56	I +012 35 27	I 65	I 22000.0	I 1953/1962	I 02	I 0
	I	I	I	I	I	I 1964/1989	I	I

N.B.: Sont suivies de 1990 les stations encore opérationnelles en 1990 et 1991

Tableau 4.2-3 : Inventaire des stations hydrométriques du Service Hydrologique, opérationnelles sur au moins partie de la décennie 1980/1989. (2/2)

	I	I	I	I	I	I Périodes	I C U
Station	Rivière	Latitude	Longitude	Alt.	Sup.	de	A N
		I deg min sec	I deg min sec	I	(km ²)	I . fonct.	I P V
1141902415 MOUILA VAL MARIE	1990 I NGOUNIE	I -01 53 13	I +011 03 21	78 I	15900.0 I	1953/1957	I 01 0
	I	I	I	I	I	I 1959/1975	I
	I	I	I	I	I	I 1977/	I
1141902418 SALANIE	I NGOUNIE	I -00 45 57	I +010 15 53	12 I	32500.0 I	I 1960/1981	I 01 0
1141902506 BISSOBIAM	I MKE	I	I	I	I	I 1981/1985	I
1141902806 PONT D'OUSSA (LWNG)	I OKANO	I +00 19 36	I +011 27 21	244 I	8400.00 I	I 1966/1983	I 02 0
1141902906 OKONJA VILLE	I SEBE	I -00 39 07	I +013 40 35	320 I	7450.00 I	I 1976/1985	I 01 0
1141903503 KOULAMOUTOU (LWNG)	I BOUENGUEDI	I -01 07 58	I +012 27 58	262 I	2200.00 I	I 1964/1986	I 02 0
1141903903 BAC D'ONKOUA (LWNG)	I DJOUNDOU	I -01 41 17	I +013 39 43	300 I	1400.00 I	I 1961/1985	I 02 0
1141904503 NDJAKONAMOYE (LWNG)	I LEBIYOU	I -01 00 52	I +012 31 40	245 I	2300.00 I	I 1961/1986	I 02 0
1141904605 LEKILA	I LEKORI	I -00 58 52	I +013 47 53	320 I	720.000 I	I 1978/1983	I 01 0
1141904803 BONGOLO BAC	1990 I LOUETSIE	I -02 13 35	I +011 30 14	I	2700.00 I	I 1966/	I 01 0
1141905203 MBIGOU (LWNG)	1990 I MBOUNI	I -01 54 10	I +011 54 19	I	550.000 I	I 1964/	I 02 0
1141905605 OYAN	1990 I NYOUNG	I +00 18 21	I +012 11 26	400 I	8900.00 I	I 1961/	I 01 0
	I	I	I	I	I	I	I
Bassin 40 KOMO	I	I	I	I	I	I	I
1144000102 CONFLUENT NDOUA (LWNG)	I KOMO	I +00 14 47	I +010 18 00	I	2300.00 I	I 1973/1987	I 02 0
	I	I	I	I	I	I	I
Bassin 50 NTEM	I	I	I	I	I	I	I
1145000110 EBOMANE	1990 I NTEM	I +02 07 52	I +012 03 19	I	3360.00 I	I 1961/	I 01 0
1145002005 PONT RTE OYEM-BITAM	1990 I NYE	I +01 48 15	I +011 36 50	I	580.000 I	I 1961/1969	I 01 0
	I	I	I	I	I	I 1974/	I
	I	I	I	I	I	I	I
Bassin 60 NYANGA	I	I	I	I	I	I	I
1146000112 TCHIBANGA (LWNG)	1990 I NYANGA	I -02 52 12	I +011 00 47	44 I	12400.0 I	I 1952/	I 02 0
	I	I	I	I	I	I	I

N.B.: sont suivies de 1990 les stations encore opérationnelles en 1990 ET 1991

Tableau 4.2-4 : Inventaire des hauteurs d'eau (banque HYDROM) 1/3

ORSTOM/LABO D'HYDROLOGIE

*** HYDROMETRIE ***

PAGE 4

INVENTAIRE DES COTES INSTANTANÉES

EDITION DU 31/12/1991 A 11H08

PAYS : GABON

CAPTEUR	1890	1900	1910	1920	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000
1141900103-1									+++++			
1141900112-1								+++++	+++++	+		
1141900116-1								+++++	+++++	+		
1141900120-1								+++++	+++++			
1141900121-1					+++++		+++++	+++++	+++++	+		
1141900125-1								+++++	+++++			
1141900128-1								+++++	+++++	+++++		
1141900131-1								+++++	+++++			
1141900132-1									+++++			
1141900134-1								+++++	+++++			
1141900135-1									+++++			
1141900139-1		+++++			+++++			+++++	+++++			
1141900143-1									+	+++++	+++++	
1141900145-1									+++++	+++++		
1141900148-1									+++++			
1141900151-1								+++++	+++++			
1141901003-1								+++++	+++++			
1141901203-1								+++++	+++++			
1141901206-1								+++++	+++++	+		
1141901209-1								+++++	+++++			
1141901212-1								+++++				
1141901213-1								+++++				
1141901405-1									+++++	+++++		
1141901605-1								+++++	+++++	+++++		
1141901805-1									+++++	+++++	+++++	
CAPTEUR	1890	1900	1910	1920	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000

Tableau 4.2-4 : Inventaire des hauteurs d'eau (banque HYDROM) 2/3

ORSTOM/LABO D'HYDROLOGIE

*** HYDROMETRIE ***

PAGE 4

INVENTAIRE DES COTES INSTANTANÉES

EDITION DU 31/12/1991 A 11H08

PAYS : GABON

CAPTEUR	1890	1900	1910	1920	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000
1141901815-1										+++++		
1141901903-1										+++++		
1141901906-1										++	+++	
1141902003-1								++	+++++			
1141902205-1								+++++	+++++	+		
1141902405-1								+++++	+++++	+++++		
1141902406-1								+++				
1141902407-1								+				
1141902408-1								+				
1141902411-1								+++++	+			
1141902415-1								+++	+++++	+++++		
1141902418-1								+++++				
1141902420-1								+++++				
1141902605-1								++	++++			
1141902806-1								+++++	+			
1141902906-1									+++++			
1141903503-1								+++++	+++			
1141903903-1								+++++				
1141904503-1								+++++	+			
1141904605-1									+	+		
1141904803-1								+++++				
1141905203-1								+++++				
1141905605-1								+++++				
1143501103-1									+++++			
CAPTEUR	1890	1900	1910	1920	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000

Tableau 4.2-4 : Inventaire des hauteurs d'eau (banque HYDROM) 3/3

CRSTOM/LABO D'HYDROLOGIE

*** HYDROMETRIE ***

PAGE 4

INVENTAIRE DES COTES INSTANTANÉES

EDITION DU 31/12/1991 A 11H08

PAYS : GABON

CAPTEUR	1890	1900	1910	1920	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000
114400102-1									+++			
1144001503-1								++++++				
1144001505-1								+++++				
1144001507-1								++++				
1144001508-9									++			
1144001510-1								+++++				
1145000110-1								+++++	+++++	+++++		
1145002005-1								+++++		+++++		
1145004503-1								++				
1145004504-1								++++	++			
1145004505-1									++	+++		
1146000109-1								+++++	+++++			
1146000112-1								+++++	+++++	+++++		
1147001103-1								+++++				
1147001104-1									+++	+++++		
1147009023-9									+++			
CAPTEUR	1890	1900	1910	1920	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000

**Tableau 4.2-5 : Observations mensuelles/stations
parvenues au Service Hydrologique depuis 1989**

STATIONS/MOIS 1989	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	I
Pont de Welle													I
Makokou	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	I
Lendendougou	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	I
Mibaka	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	I
Ebomane Bac d'	+	+	+	+	+		+	+		+	+	+	I
Akieni Pont		+	+	+	+	+							I
Bongolo Bac	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	I
Mbigou	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	I
Tchibanga	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	I
Ovan	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	I
Fougamou	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	I
Mouila	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	I
Lambaréné SHO	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	I
PK30 Route Oyem Bitam	+	+	+										I
STATIONS/MOIS 1990	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	I
Pont de Welle													I
Makokou	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	I
Lendendougou							+	+	+	+	+	+	I
Mibaka	+	+	+			+	+	+	+				I
Ebomane	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	I
Akieni													I
Bongolo	+	+	+	+	+	+		+					I
Mbigou	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	I
Tchibanga	+												I
Ovan				+	+	+	+	+	+				I
Fougamou	+	+	+	+	+	+							I
Mouila	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	I
Lambaréné SHO	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	I
PK 30 (route O. Bitam)	+	+		+	+	+	+	+	+	+			I
STATIONS/MOIS 1991	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	I
Pont de Welle													I
Makokou													I
Lendendougou	+	+	+	+	+								I
Mibaka													I
Ebomane	+												I
Akieni													I
Bongolo	+	+											I
Mbigou	+	+	+	+	+	+							I
Tchibanga		+											I
Ovan	+	+	+	+									I
Fougamou													I
Mouila	+	+	+	+	+	+							I
Lambaréné	+	+	+	+	+	+							I
PK 30 (route O. Bitam)	+	+	+	+	+	+							I

Le constat est encore plus alarmant si l'on considère les seules stations fournissant plus de 8 mois d'observations par an, c'est à dire permettant l'évaluation de quelque paramètre annuel de l'écoulement : en 1990 il n'en reste plus que 6, pour plus d'une trentaine en 1980.

En 1991, en dehors des observations faites à la SEEG, seules 6 stations contrôlant de 15 000 à 550 km², fourniront des données utilisables au Service Hydrologique.

Des stations de premier intérêt comme Fougamou et Makokou, ouvertes depuis 1953 et 1954, ne sont plus observées.

Les grandes crues du système de l'Ogooue échappent désormais à toute observation organisée sauf à Lambarene (203 000 Km²).

4.2.2 Conditions d'étalonnages (H - Q)

Quelques ouvrages de type déversoir permettent un contrôle "artificiel" des conditions hydrauliques au voisinage des aménagements de la S E E G. Leur intérêt opérationnel est local et limité.

La règle générale est l'étalonnage hauteur - débit des sections d'observations par mesures périodiques au moulinet à des côtes couvrant le marnage observé avec les objectifs suivants :

- contrôler dans un premier temps l'hypothèse de stabilité "hydraulique" du tronçon de mesure considéré ;
- identifier et corriger d'éventuels décalages accidentels des éléments d'échelle de crue.

Les mesures sont effectuées au moulinet, avec exploration complète des sections. Au Gabon, les jaugeages se font principalement depuis une embarcation de type Zodiac Mark II stabilisée et repérée par câble rigide ou souple. Des jaugeages au cercle avec utilisation d'une ancre ont été effectués sur les sections très larges (supérieures à 200 m).

Le matériel utilisé permet de doubler chaque mesure dans un laps de temps raisonnable : en chaque verticale, on effectue d'abord une descente du moulinet "par intégration" à quelques cm/sec., suivie d'une remontée "point par point".

L'utilisation de la perche est très rare sur le réseau, même en basses eaux, car les débits et hauteurs restent notables.

4.2.3 Equipements

4.2.3.1 Limnimétrie

Les stations limnimétriques sont équipées de 3 à 10 éléments d'échelle métrique à graduations centimétriques. Les éléments sont fixés sur des fers en I ou mieux en U, battus à la masse. La lecture est effectuée au moins une fois par jour par les observateurs.

Les stations à limnigraphes, toutes arrêtées, sont composées d'un bâti-support, souvent démontable, stabilisant une gaine de limnigraphe. Celui-ci est à flotteur, à tambour, mécanique, réduction 1/10^e des hauteurs, autonome théoriquement 1,5 mois . D'autres appareils à table déroulante, toujours à flotteur, ont une autonomie de 6 mois.

Les appareils sont souvent implantés à quelques mètres de la rive et les puits sont en communication avec la rivière par un tube PVC à déboucher périodiquement.

Aucun contrôle récent des 21 limnigraphes en place ne permet de préciser leur état exact.

La plupart de ces limnigraphes ont entre 15 et 20 ans semble-t-il.

4.2.3.2 Débitmétrie

Le Service Hydrologique disposerait actuellement en magasin du matériel suivant, pour la mise en oeuvre de mesures de débits :

- 1 moteur hors bord 25 CV. (année 1986),
- 1 Zodiac mark I,
- 1 équipement complet de mesure avec saumon de 25 kg,
- 1 équipement complet de mesure sur perche ronde,
- 1 niveau topographique.

Pour le matériel hydrométrique, il s'agit malheureusement de matériel ancien, acheté probablement en 1975 ou 1976, à une époque bien lointaine.

Précisons que cet inventaire correspond à moins du 1/3 des équipements disponibles à cette époque où trois brigades étaient opérationnelles.

4.2.3.3 Atelier et pièces détachées

Les ressources du magasin hydrologique en outillage général (caisse à outils de terrain, groupe électrogène, soudure à l'arc et autogène), ne nous ont pas été indiquées.

4.2.3.4 Bureautique

En juillet 91, le Service disposait d'une photocopieuse en panne et ne semble pas disposer du minimum de matériel de secrétariat indispensable (machine à écrire ou micro-ordinateur et imprimante).

De même les possibilités pour le Service Hydrologique d'utiliser un micro-ordinateur IBM - XT à la Direction Générale de l'Eau, évoquées en 1988 lors de la mission préliminaire effectuée par le CIEH, ne semblent pas s'être concrétisées.

La Direction Générale de l'Eau est actuellement équipée en matériel Apple, alors que les logiciels de traitement de données hydrologiques, type Hydrom, fonctionnent souvent sous PC DOS et machine compatible IBM.

4.2.3.5 Véhicules

Le seul véhicule (TOYOTA 4x4 de 1987) n'est plus disponible depuis 1990, car retenu au garage. Des difficultés concernant l'imputation budgétaire de la dernière réparation subsistent, et motivent cette indisponibilité du véhicule.

4.2.4 Entretien et soutien sur le terrain

Quelques rares missions de contrôle et de maintenance sur le réseau ont pu être assurées à l'occasion de travaux de terrain demandés et financés par des Sociétés ou Bureau d'Etudes (SEEG, OCTRA, SNGE, TECSULT).

Par contre les activités régulières de contrôles sur le terrain ne sont plus du tout assurées par le Service Hydrologique. Rappelons qu'en 1976 la cadence de contrôle pour toutes les stations à limnigraphes était de un pour deux mois.

Il est difficile de ne pas faire le rapprochement avec les chiffres sévères évoqués plus haut : en 1991, seules six stations fonctionnent grâce au sérieux des observateurs, l'ensemble des limnigraphes étant en panne depuis plusieurs années faute de visites des techniciens du service (ces appareils ont une autonomie variant de 2 à 6 mois).

Comment explique-t-on cette situation ?

Plus que les difficultés matérielles ou budgétaires (il existe d'ailleurs un budget non consommé), le manque de moyens administratifs adaptés est évoqué par les personnels du Service :

- difficulté de mise en route des missions sans ordre obtenu de la Présidence (délais 15 jours à deux mois) ;

- montant insuffisant des caisses d'avances de terrain, destinées à régler et donc obtenir sur place les petits travaux, matériels, réparations nécessaires ;

- difficulté pour obtenir livraison des commandes faites sur bon administratif et donc de préparer matériellement les missions (délais de plusieurs mois).

En contrepoint, on évoque le sort des anciens collègues et toujours voisins de l'IRAF au CENAREST, qui peuvent partir en mission et avec une caisse d'avance sur simple décision de leur Directeur. Le CENAREST bénéficie toujours de l'autonomie budgétaire.

On redécouvre tous les jours que, depuis 1983, l'activité hydrologique de terrain est soumise au même régime que celui des administrations centrales, avec toute la lourdeur... et les consignes de rigueur qui sont d'actualité.

Nous aurons à revenir sur ce manque regrettable de moyens administratifs adéquats.

4.2.5 Traitement des données

Les procédures utilisées sont les suivantes :

a) hauteurs d'eau

Les données de hauteurs d'eau traitées par le S.H. proviennent de deux types de "capteur".

L'observateur relève une à deux fois par jour des observations qu'il copie sur un cahier à souche dont il envoie par poste le récapitulatif mensuel.

Les enveloppes timbrées, sont distribuées au début de chaque campagne.

Le S.H ne possède plus et n'envoie donc plus aux observateurs de cahier de relevés ad hoc.

Les relevés arrivés sont portés au fur et à mesure dans un tableau récapitulatif, "stations X mois".

Les hauteurs d'eau sont alors disponibles pour un traitement totalement manuel au S.H.

La première phase en est le report des hauteurs sur récapitulatif de format A3 destiné à recevoir plus tard les correspondances débits et les différents éléments du calcul des débits, journaliers, mensuels, annuels.

Pour les limnigrammes le dépouillement en est manuel, par extraction équirépartie des hauteurs du jour.

b) Jaugeages et courbes

Les jaugeages sont dépouillés à la main et rejoignent le dossier de la station après avoir été reportés sur le cahier répertoire des stations.

Les courbes de tarage sont tracées à la main à partir d'un ajustement visuel.

Elles sont alors traduites en barème hauteur-débit, au pas de 1 cm, qui sera utilisé pour la traduction des relevés journaliers.

c) Vérification et calcul des données

Les débits moyens journaliers sont calculés en faisant la moyenne des deux débits instantanés provenant des deux hauteurs journalières.

En pratique les calculs ne sont pas au delà de ceux des moyennes mensuelles et annuelles.

Les calculs sont faits deux fois pour vérification.

4.2.6 Existence et qualité des données

4.2.6.1 Stations étalonnées ou non : hauteurs d'eau

Le travail en cours de préparation de la Monographie hydrologique du Gabon à l'ORSTOM nous permet de disposer au tableau 4.2-4, d'un inventaire de hauteurs d'eau figurant en banque HYDROM à l'ORSTOM - Montpellier. Cet inventaire est à jour pour toutes les stations jusqu'en 1988.

L'inventaire a été complété jusqu'en 1990 pour sept stations parmi les plus importantes : MAKOKOU, LENDENDOUNGOU, EBOMANE, TCHIBANGA, FOUGAMOU, MOUILA, LAMBARENE SHO.

Les lectures, horizontales par ligne - station, ou verticales par colonne - année, nous permettent une première estimation globale de l'information disponible, à la fois par station et par année successive.

La présence d'une croix signifie qu'il existe des relevés de hauteurs pour la station et l'année en question.

Mille cent soixante dix années stations figurent à l'inventaire.

4.2.6.2 Stations étalonnées du Réseau

Mais la matière première des analyses de l'hydrologue est le débit, qui fait l'objet de calculs de propagation, d'ajustements statistiques etc...

Les jugements de qualité porteront donc sur l'aptitude des observations et mesures à être traduites en séquences continues de débits.

Aussi avons-nous choisi de présenter des éléments qui nous permettront de porter ces jugements, relatifs aux périodes soit historique, soit récente, soit globale (historique et récente), qui concernent les stations étalonnées.

Le tableau 4.2-6 nous présente, par code station, le nombre de jaugeages existants et les années où ces mesures ont été effectuées.

On notera que très peu de mesures concernent la période récente, postérieure à 1982. Le dernier jaugeage aurait été effectué à MAKOKOU en 1983.

Le tableau 4.2-7 donne l'inventaire des seules stations étalonnées. Après élimination des stations temporaires d'études et de petits bassins versants, les stations étalonnées du réseau sont au nombre de quarante et une (dont 2 pour Lambaréné).

L'inventaire fait ressortir pour l'ensemble des 41 stations étalonnées du Réseau :

926 années hauteur Station ; moyenne de 23,6 a.h./station.

366 années jaugeage Station ; moyenne de 9.a.j/station.

1023 jaugeages Station ; moyenne de 25 j./station.

Les figures 4.2-2a à 4.2-2c, donnent les histogrammes de répartition de chacune de ces caractéristiques.

4.2.6.3 Cas de stations durant la décennie 80

a) Etalonnages

Les figures 4.2-3 à 4.2-5 donnent deux représentations des conditions d'étalonnage pour chacune des six stations : LAMBARENE SHO, FOUGAMOU SHO, MAKOKOU, EBOMANE, MOUILA, LENDENDOUNGOU.

- La représentation Log Log nous montre une bonne précision et stabilité de la plupart des tarages pour chacune. L'étalonnage de MAKOKOU présente une légère dispersion en moyennes eaux attribuée au remous saisonnier d'un confluent situé à l'aval.

- Même si aucun jaugeage n'a été effectué récemment on peut penser que ces conditions favorables intéressent encore la décennie 80.

- La seule hypothèque réside donc dans d'éventuels décalages des échelles non identifiés en l'absence de tournées annuelles régulières à l'époque des étiages.

b) Hauteurs d'eau à Lambaréné

L'importance de la station de Lambaréné et le caractère exceptionnel reconnu aux deux crues de novembre 1988 et 1989 nous a incité à examiner tout particulièrement les observations originales à cette station pour la décennie 80.

Tableau 4.2-6 : Inventaire des jaugeages (banque sous HYDROM) 1/5

CRISTOM/LABO D'HYDROLOGIE

*** HYDROMETRIE ***

PAGE 4

INVENTAIRE DES JAUGEAGES

EDITION DU 31/12/1991 A 10H15

PAYS : GABON

CAPTEUR	MINI	MAXI	NBRE	1900	1910	1920	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990
1141900108-1	48	48 CM	1							+			
1141900112-1	60	429 CM	27						+	+	+	+	+
1141900116-1	16	519 CM	44						+	+	+	+	+
1141900120-1	120	6930 MM	30						+	+	+	+	+
1141900121-1	320	7240 MM	27						+	+	+	+	+
1141900125-1	47	279 CM	20						+	+	+	+	+
1141900128-1	46	299 CM	22						+	+	+	+	+
1141900131-1	360	2600 MM	14						+	+	+	+	+
1141900134-1	-125	839 CM	22						+	+	+	+	+
1141900135-1	-840	8340 MM	23						+	+	+	+	+
1141900136-1	134	724 CM	4						+	+	+	+	+
1141900143-1	30	260 MM	15						+	+	+	+	+
1141900143-2	532	550 CM	15						+	+	+	+	+
1141900148-1	-1570	6160 MM	24						+	+	+	+	+
1141900151-1	230	230 CM	1						+	+	+	+	+
1141901003-1	355	4010 MM	18						+	+	+	+	+
1141901203-1	530	6010 MM	26						+	+	+	+	+
1141901206-1	230	3460 MM	19						+	+	+	+	+
1141901209-1	550	3030 MM	30						+	+	+	+	+
1141901405-1	-110	3730 MM	23						+	+	+	+	+
1141901508-1	400	426 MM	3						+	+	+	+	+
1141901605-1	2270	3660 MM	14						+	+	+	+	+
1141901805-1	1370	2570 MM	17						+	+	+	+	+
1141901815-1	1780	3190 MM	9						+	+	+	+	+
1141901903-1	4500	5090 MM	62						+	+	+	+	+
CAPTEUR	MINI	MAXI	NBRE	1900	1910	1920	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990

Tableau 4.2-5 : Inventaire des jaugeages (banque sous HYDROM) 2/5

ORSTOM/LABO D'HYDROLOGIE

*** HYDROMETRIE ***

PAGE 4

INVENTAIRE DES JAUGEAGES

EDITION DU 31/12/1991 A 10H15

PAYS : GABON

CAPTEUR	MINI	MAXI	NBRE	1900	1910	1920	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990
1141902003-1	1340	2360 MM	3							+	+		
1141902205-1	885	4050 MM	31							++	+++++	+	+
1141902405-1	-100	2800 MM	44							++	+++++		
1141902406-1	13	152 CM	4							++			
1141902407-1	-875	1570 MM	4							++			
1141902408-1	-26	158 CM	4							++			
1141902411-1	1205	5560 MM	22							+++++		+	
1141902415-1	1160	4820 MM	20							+++	+++++		
1141902418-1	650	5020 MM	10							+++		+	
1141902420-1	920	3680 MM	18									+	
1141902506-1	181	200 CM	4									+	
1141902605-1	1500	5870 MM	19								++++	+	
1141902806-1	410	2810 MM	22								+	++++	+
1141902905-1	500	5010 MM	13									+	
1141902906-1	330	5410 MM	29									++	
1141903118-1	71	77 CM	2								++		
1141903119-1	35	35 CM	1								+		
1141903503-1	820	2560 MM	22								+++++	+	+
1141903903-1	920	4270 MM	29								+++++	+	+
1141904503-1	1510	4140 MM	27								+++++	+	+
1141904605-1	2825	4645 MM	26									+	+
1141904803-1	1070	4050 MM	29								++++	+	
1141905105-1	203	203 CM	1									+	
1141905203-1	520	1410 MM	11								++++		
1141905605-1	3360	4320 MM	18								++	+	+
CAPTEUR	MINI	MAXI	NBRE	1900	1910	1920	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990

Tableau 4.2-6 : Inventaire des jaugeages (banque sous HYDROM) 3/5

CRISTON/LABO D'HYDROLOGIE

*** HYDROMETRIE ***

PAGE 4

INVENTAIRE DES JAUGEAGES

EDITION DU 31/12/1991 A 10H15

PAYS : GABON

CAPTEUR	MINI	MAXI	NBRE	1900	1910	1920	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990
1141905714-1	311	331 MM	3								+		
1143501103-1	3245	3780 MM	13								+++		
1143501103-2	3230	4270 MM	23								++++		
1143503304-1	232	232 CM	1								+		
1144000102-1	3345	6600 MM	19								++++.++		
1144000110-1	910	3480 MM	8								++		
1144001203-1	3120	3530 MM	5								++		
1144001205-1	136	300 CM	17								+++		
1144001205-2	790	2430 MM	20								+++.	+	
1144001303-1			1								+		
1144001304-1			1								+		
1144001306-1			1								+		
1144001307-1			1								+		
1144001308-1			1								+		
1144001309-1	1435	2310 MM	7								++		
1144001310-1			1								+		
1144001311-1	2180	2300 MM	9								++		
1144001312-1	115	660 MM	10								++		
1144001503-1	590	2850 MM	26								++++++		
1144001504-1	70	70 CM	1								+		
1144001505-1	605	2820 MM	25								+++.	++	
1144001507-1	49	121 CM	18								++.	+	
1144001508-1	2405	3610 MM	25									+	
CAPTEUR	MINI	MAXI	NBRE	1900	1910	1920	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990

Tableau 4.2-6 : Inventaire des jaugeages (banque sous HYDROM) 4/5

ORSTOM/LABO D'HYDROLOGIE

*** HYDROMETRIE ***

PAGE 4

INVENTAIRE DES JAUGEAGES

EDITION DU 31/12/1991 A 10H15

PAYS : GABON

CAPTEUR	MINI	MAXI	NBRE	1900	1910	1920	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990
1144001510-1	1270	2790 MM	26								++	+	
1144002004-1	1357	1560 MM	4								+		
1144002115-1	5178	5268 MM	5								+	+	
1144002217-1	3315	3480 MM	3								+		
1144002312-1	2285	2398 MM	4								+		
1144004024-1	14	74 CM	12							++			
1144004216-1	4336	4357 MM	4								+		
1144006503-1	28	132 CM	7								+		
1144006703-1	1225	1400 MM	5								+		
1144006905-1	440	3945 MM	28								+	+	
1144799011-1	470	1010 MM	11							++			
1144799012-1	30	106 CM	11							++			
1145000110-1	1200	4620 MM	23							++	++	+	++
1145002005-1	25	167 CM	6							++		+	
1145004245-1	64	64 CM	1							+			
1145004249-1	76	76 CM	1							+			
1145004503-1	30	50 CM	5							++			
1145004504-1	260	580 MM	9								++	+	
1145004741-1	53	68 CM	2							+			
1145007552-1	635	680 MM	2							++			
1146000103-1	49	50 CM	2							+			
1146000103-2	49	50 CM	2							+			
CAPTEUR	MINI	MAXI	NBRE	1900	1910	1920	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990

Tableau 4.2-6 : Inventaire des jaugeages (banque sous HYDROM) 5/5

DRSTOM/LABO D'HYDROLOGIE

*** HYDROMETRIE ***

PAGE 4

INVENTAIRE DES JAUGEAGES

EDITION DU 31/12/1991 A 10H15

PAYS : GABON

CAPTEUR	MINI	MAXI	NBRE	1900	1910	1920	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990
1146000109-1	200	4050 MM	21								+++++	+	
1146000112-1	380	3540 MM	38							+	+	+++++	+
1146001428-1			1										+
1147001103-1	170	1275 MM	8							+++	+		
1147001104-1	120	3520 MM	65								++++		
1147004503-1	3290	6835 MM	14								++		
1147004760-1	4500	4835 MM	8								++		
1147004972-1	410	2640 MM	21								++		
1147005073-1	180	248 CM	6									+	
1147005073-2	1775	3580 MM	61									+++	
1147007565-1	6420	9410 MM	19								++		
1147007962-1	4360	5245 MM	11								++		
1148002225-1	372	575 MM	2									+	
CAPTEUR	MINI	MAXI	NBRE	1900	1910	1920	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990

Tableau 4.2-7 : Inventaire des étalonnages (banque sous HYDROM) 1/2

ORSTOM/LABO D'HYDROLOGIE

*** HYDROMETRIE ***
INVENTAIRE DES ETALONNAGES

PAGE
EDITION DU 31/12/1991 A 10H1

PAYS : GABON

CAPTEUR	NBRE	1900	1910	1920	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000
1141900112-1	1							+++++	+++++	+++++	+++++	+++++
1141900116-1	2							+++++	+++++	+++++	+++++	+++++
1141900120-1	1							+++++	+++++	+++++	+++++	+++++
1141900121-1	2				+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++
1141900125-1	1							+++++	+++++	+++++	+++++	+++++
1141900128-1	1							+++++	+++++	+++++	+++++	+++++
1141900131-1	1							+++++	+++++	+++++	+++++	+++++
1141900134-1	1							+++++	+++++	+++++	+++++	+++++
1141900135-1	2							+++++	+++++	+++++	+++++	+++++
1141900148-1	1							+++++	+++++	+++++	+++++	+++++
1141901203-1	1							+++++	+++++	+++++	+++++	+++++
1141901206-1	2							+++++	+++++	+++++	+++++	+++++
1141901209-1	1							+++++	+++++	+++++	+++++	+++++
1141901405-1	1							+++++	+++++	+++++	+++++	+++++
1141901605-1	1							+++++	+++++	+++++	+++++	+++++
1141901805-1	2							+++++	+++++	+++++	+++++	+++++
1141901903-1	1							+++++	+++++	+++++	+++++	+++++
1141902205-1	1							+++++	+++++	+++++	+++++	+++++
1141902405-1	2							+++++	+++++	+++++	+++++	+++++
1141902411-1	1							+++++	+++++	+++++	+++++	+++++
1141902415-1	3							+++++	+++++	+++++	+++++	+++++
1141902418-1	1							+++++	+++++	+++++	+++++	+++++
CAPTEUR	NBRE	1900	1910	1920	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000

Tableau 4.2-7 : Inventaire des étalonnages (banque sous HYDROM) 2/2

ORSTOM/LABO D'HYDROLOGIE

*** HYDROMETRIE ***
INVENTAIRE DES ETALONNAGES

PAGE
EDITION DU 31/12/1991 A 10H1

PAYS : GABON

CAPTEUR	NBRE	1900	1910	1920	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000
1141902420-1	1							+++++	+++++	+++++	+++++	+++++
1141902605-1	1							+++++	+++++	+++++	+++++	+++++
1141902806-1	1							+++++	+++++	+++++	+++++	+++++
1141903503-1	1							+++++	+++++	+++++	+++++	+++++
1141903903-1	2							+++++	+++++	+++++	+++++	+++++
1141904503-1	1							+++++	+++++	+++++	+++++	+++++
1141904803-1	1							+++++	+++++	+++++	+++++	+++++
1141905203-1	1							+++++	+++++	+++++	+++++	+++++
1141905605-1	3							+++++	+++++	+++++	+++++	+++++
1144000102-1	1							+++++	+++++	+++++	+++++	+++++
1144001503-1	6							+++++	+++++	+++++	+++++	+++++
1144001505-1	1							+++++	+++++	+++++	+++++	+++++
1144001507-1	1							+++++	+++++	+++++	+++++	+++++
1144001510-1	1							+++++	+++++	+++++	+++++	+++++
1145000110-1	1							+++++	+++++	+++++	+++++	+++++
1145002005-1	1							+++++	+++++	+++++	+++++	+++++
1146000109-1	1							+++++	+++++	+++++	+++++	+++++
1146000112-1	1							+++++	+++++	+++++	+++++	+++++
1147001104-1	1							+++++	+++++	+++++	+++++	+++++
1147099023-9	1							+++++	+++++	+++++	+++++	+++++
CAPTEUR	NBRE	1900	1910	1920	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000

Tableau 4.2-8 : Inventaire des débits instantanés (banque sous HYDROM)

PAYS : GABON

INVENTAIRE DES DEBITS INSTANTANES

CAPTEUR	1890	1900	1910	1920	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000
1141900112-1								+++++				
1141900116-1								+++++				
1141900120-1								+++++				
1141900121-1				+++++			+++	+++++				
1141900122-1				+++++			+++++	+++++				
1141900125-1								+++++				
1141900128-1								+++++				
1141900131-1								+++++				
1141900134-1								+++++				
1141900135-1								+++	+++++			
1141900148-1								+++++				
1141901203-1								+++++				
1141901206-1								+++++				
1141901209-1								+++++				
1141901405-1								+++++				
1141901605-1								+++	+++++			
1141901805-1								+++++				
1141901903-1								+++++				
1141902205-1								+++++				
1141902405-1								+++++				
1141902411-1								+++++				
1141902415-1								+++++				
1141902418-1								+++++				
1141902420-1								+++++				
1141902605-1								++	+++++			
1141902806-1								+++++				
1141903503-1								+++++				
1141903903-1								+++++				
1141904503-1								+++++				
1141904803-1								+++++				
1141905203-1								+++++				
1141905605-1								+++++				
1144000102-1									+++			
1144001503-1								+++++				
1144001505-1								+++++				
1144001507-1								+++				
1144001510-1								+++++				
1145002005-1								+++++	+++++			
1146000109-1								+++++	+++++			
1146000112-1								+++++				
1147001104-1									+++++			
1147009023-9									+++			
CAPTEUR	1890	1900	1910	1920	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000

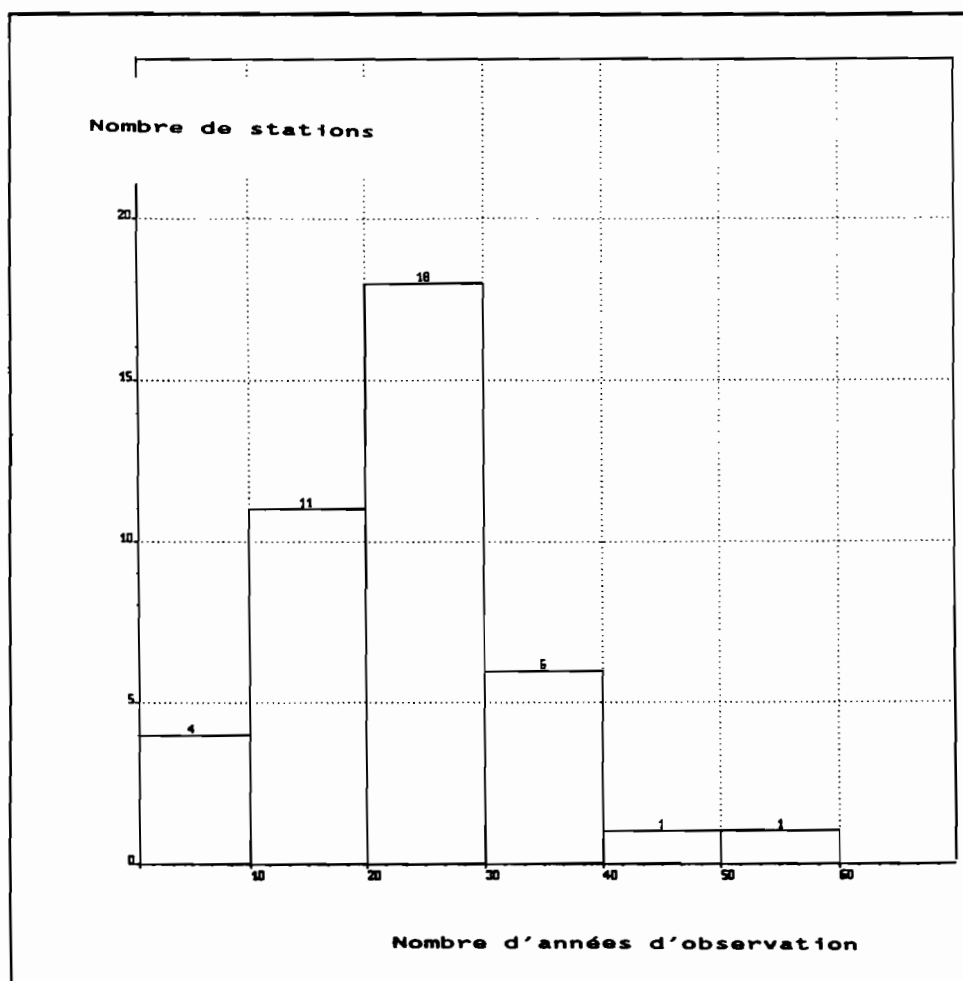


Figure 4.2-2a : Histogramme du nombre d'années d'observations sur les 41 stations principales du réseau hydrométrique

D'intérêt hydrologique maximum, les stations dites principales sont ici, par définition, celles dont les observations de hauteurs d'eau peuvent être traduites en débits.

Les stations purement limnimétriques ou limnigraphiques, fortement liées aux stations précédentes, et qui ont permis souvent d'assurer par corrélation des hauteurs la continuité des observations dans ce que l'on a appelé le Réseau Historique, ne sont pas comptées.

Les stations d'observations sur les petits et moyens bassins versants ne sont pas non plus concernées.

L'échantillon correspondant, composé à partir des données de la banque HYDROM mise à jour jusqu'en 1988, s'élève à 41 stations étalonnées.

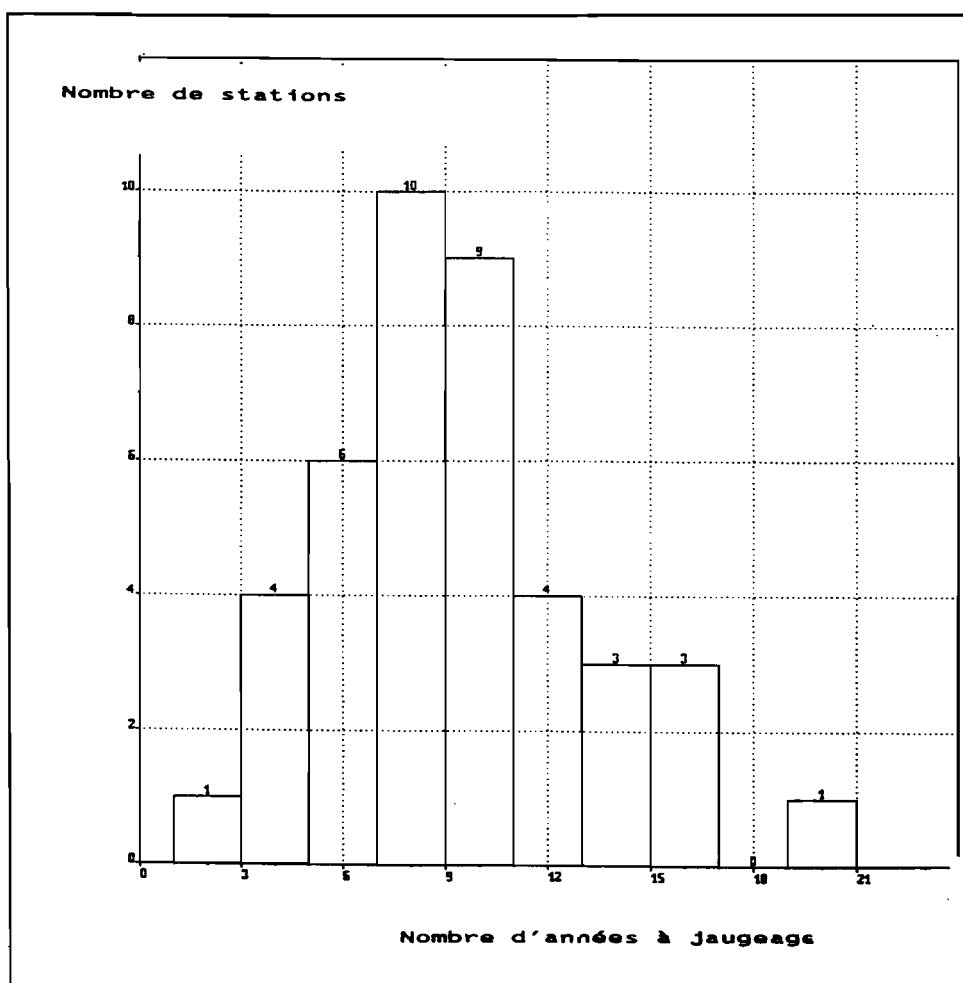


Figure 4.2-2b : Histogramme du nombre d'années à jaugeage pour chacune des 41 stations principales du réseau hydrométrique gabonais

On a été amené à définir plus haut le concept de station principale du Réseau.

Pour évaluer le niveau de contrôle annuel de ces stations, et faute de disposer d'indicateur ad hoc sur la totalité de la période d'observation des stations (tel le nombre de tournées de contrôle par station et par année), nous avons été amené à envisager le nombre d'années à jaugeage comme indice potentiel du niveau de contrôle exercé.: une tournée annuelle aux périodes d'étiage avec contrôle des échelles et mesure de débits est une disposition minimum, sauf exception motivée.

Le nombre d'années à jaugeage est par ailleurs fourni aux inventaires de la banque HYDROM.

Les tableaux 42.6 sont utilisés. Aucune mesure de débit n'a été effectuée après 1983 sur les stations principales.

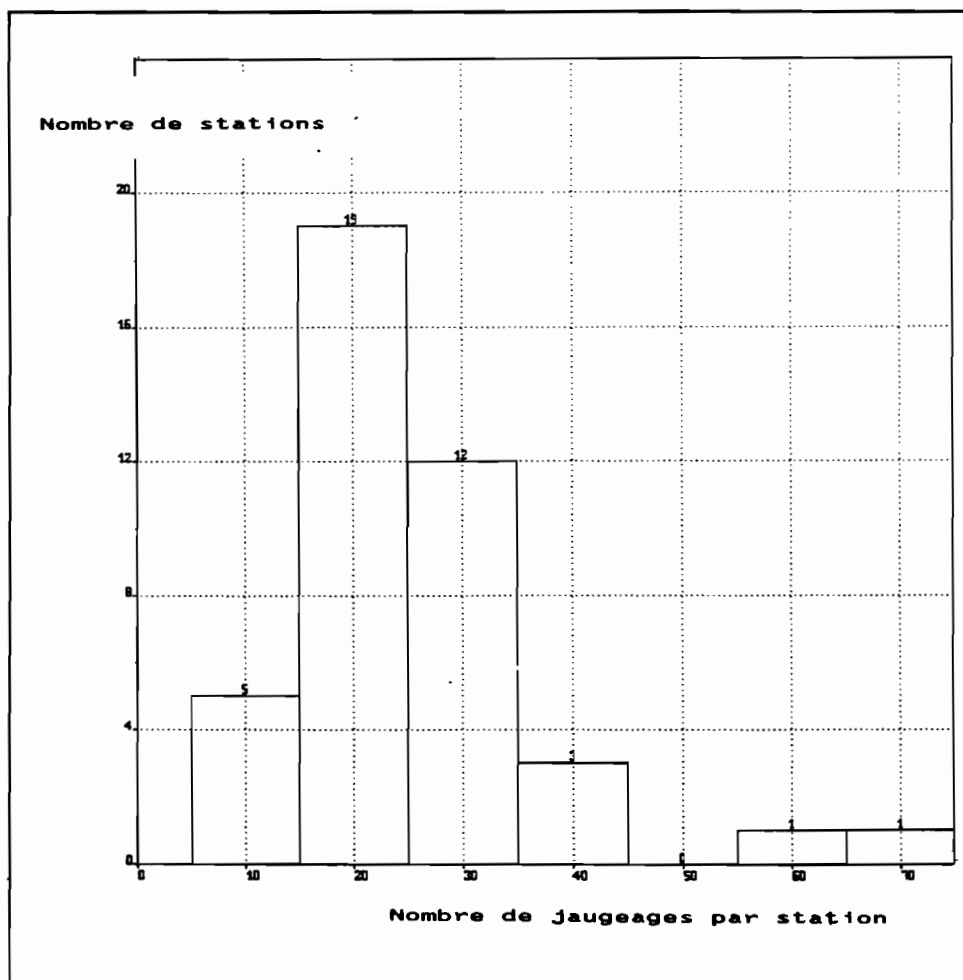


Figure 4.2.2c : Histogramme du nombre de jaugeages par station pour les 41 stations principales du réseau hydrométrique

Les stations dites principales ont été définies plus haut.

Après avoir examiné la qualité du contrôle par rapport à l'ensemble de la période d'observation à la figure 4.2.2b, et afin de poursuivre l'évaluation moyenne de la qualité de leurs étalonnages, on a été conduit à recenser le nombre de jaugeages par station.

Ce nombre est fourni par les inventaires de la banque HYDROM, aucune mesure de débit n'ayant été effectuée durant la fin de la décennie 1980 par le Service Hydrologique.

L'échantillon est composé à l'aide du tableau 4.2.6.

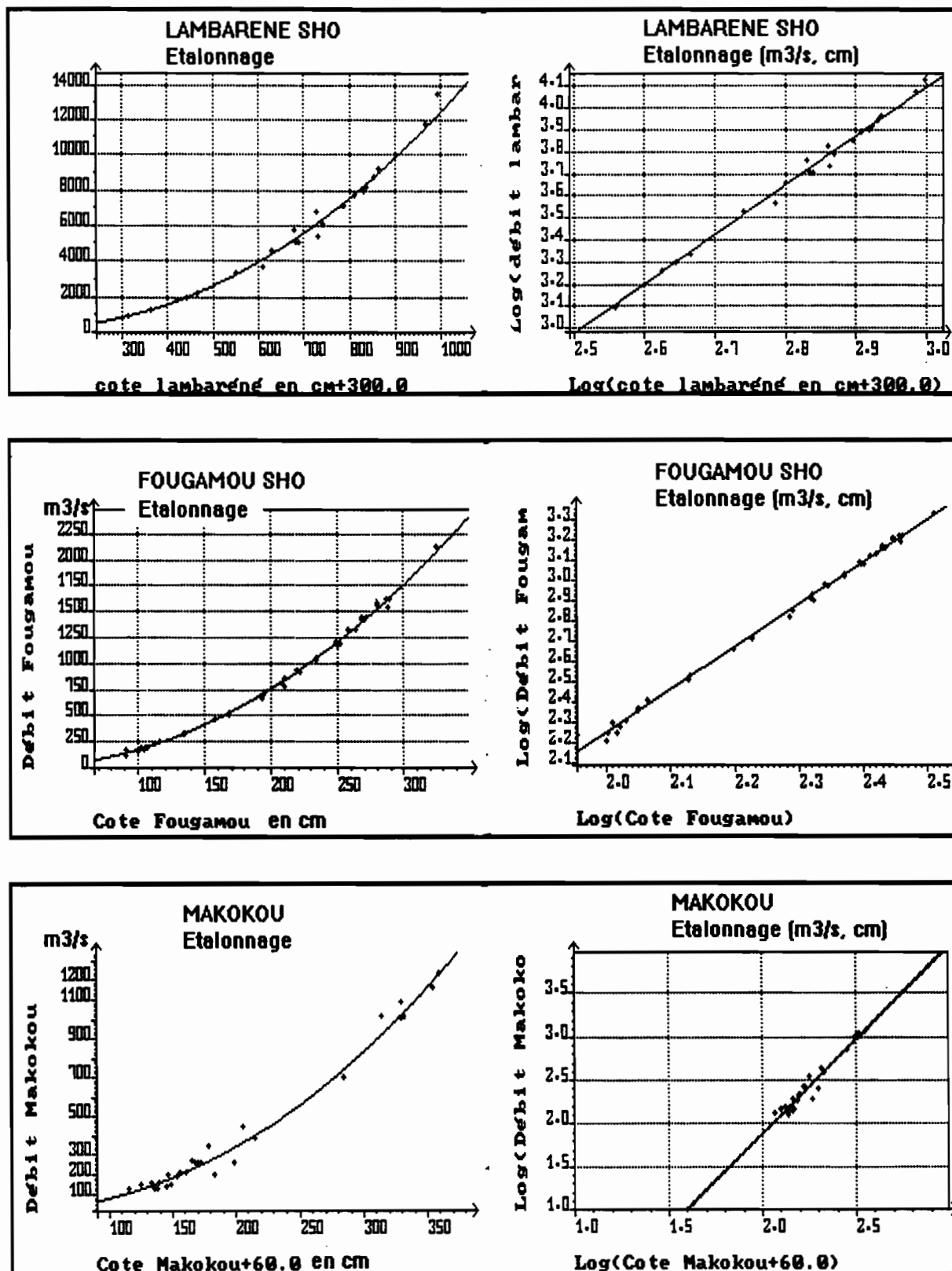


Figure 4.2-3 : Etalonnage à Lambaréné, Fougamou, Makokou

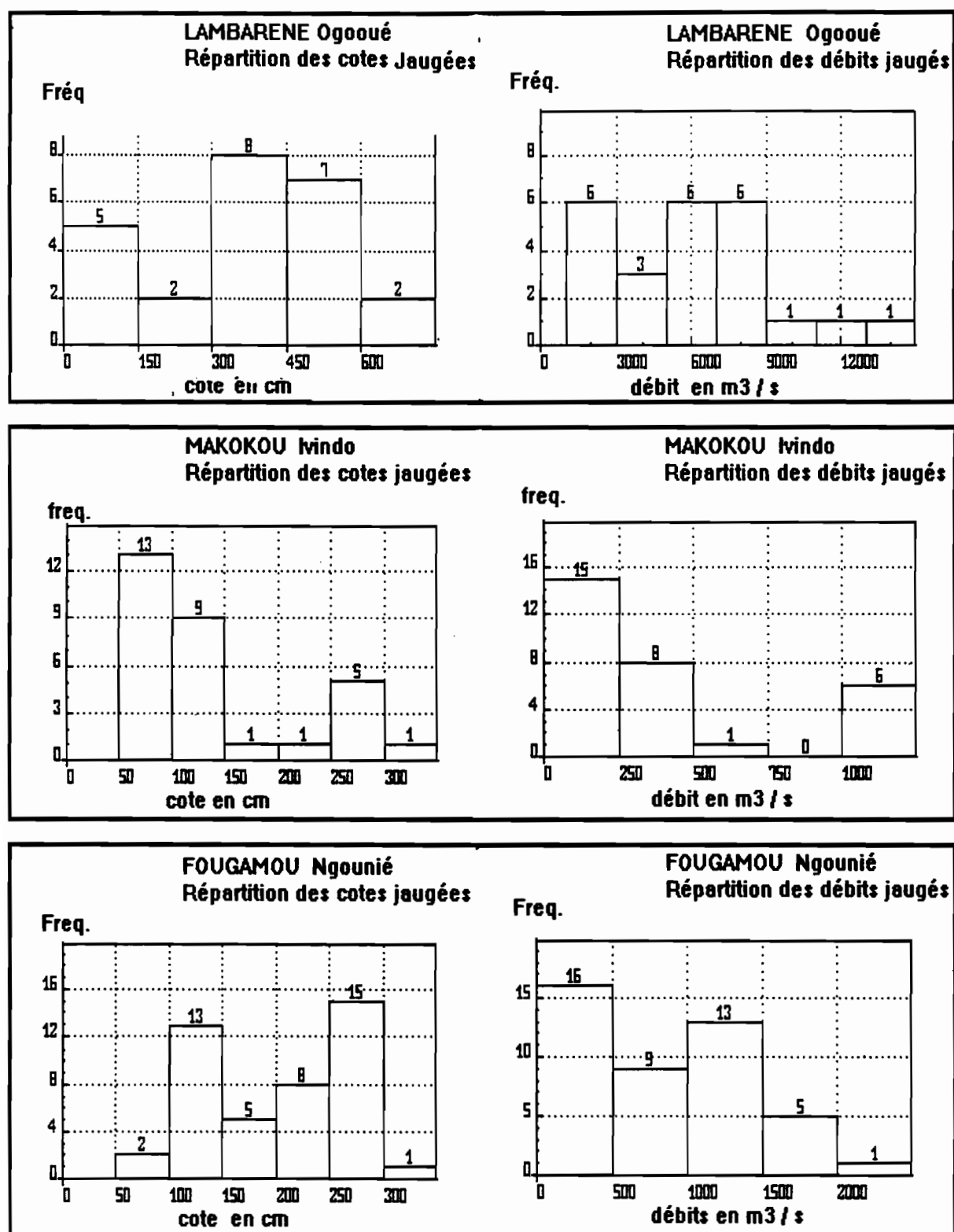


Figure 4.2-4 : Répartition des cotes et débits jaugés à trois stations du bassin de l'Ogooué

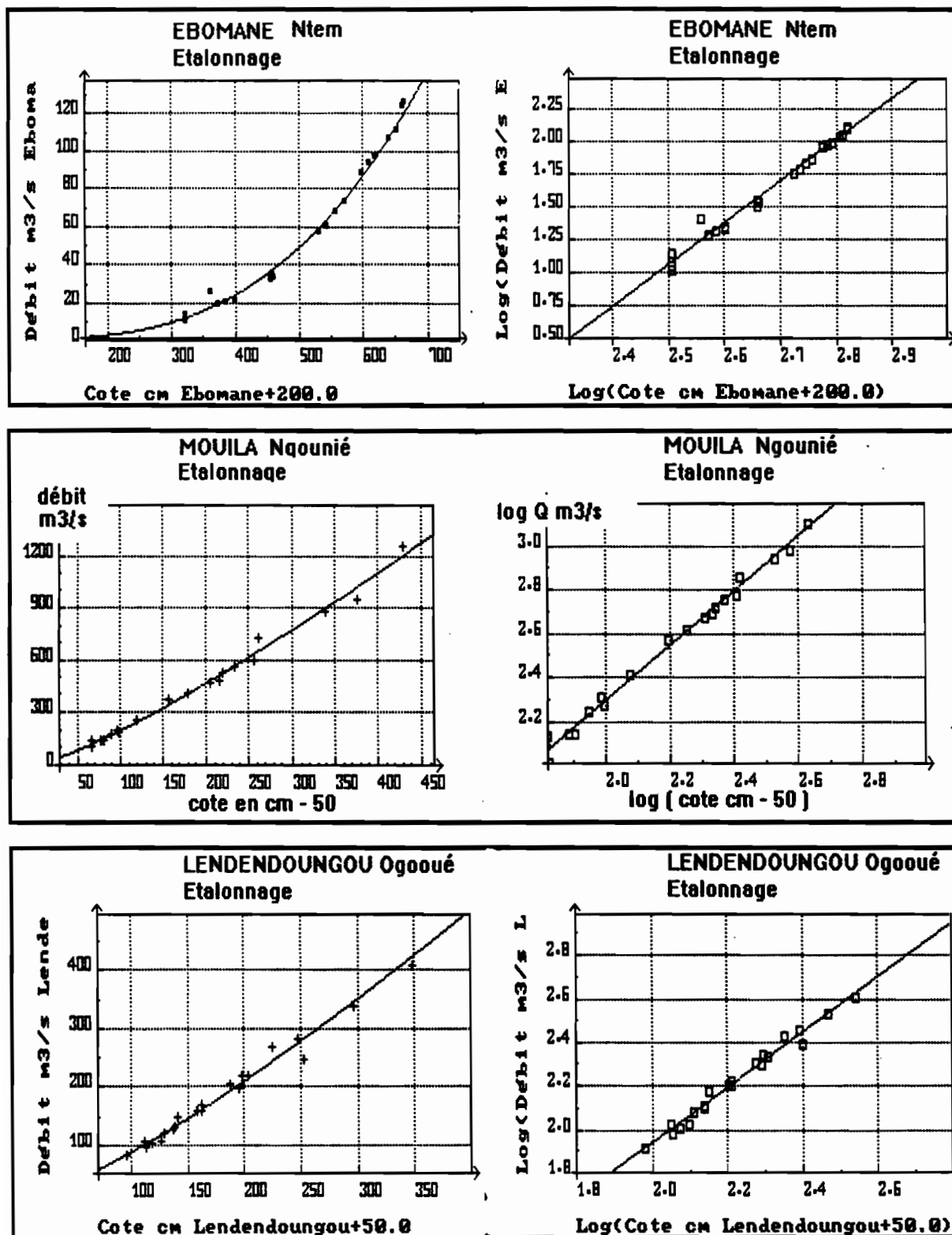


Figure 4.2-5 : Etalonnage à Ebomane, Lendendoungou, Mouila

Les données postérieures à 1982 ont donc été saisies sous le logiciel de traitement HYDROM et examinées sur écran dans un premier temps.

Les variations "d'après original" sont représentées figure 4.2-6 et 4.2-7. Elles appellent les remarques suivantes.

En 1984/1985, correction à prévoir sur l'original des hauteurs supérieures à 900 cm.

En 1985/1986, lacune en novembre et relevés absents autour du 1er janvier.

En 1987/1988, correction à prévoir sur l'original des hauteurs supérieures à 900 cm.

En 1988/1989, lacune en novembre et correction des hauteurs > à 900 cm.

La figure 4.2-8 présente les variations des hauteurs pour les trois années nécessitant une correction des relevés supérieurs à 900.

Pour l'année 88-89, réputée exceptionnelle, avec lacune en novembre, on est amené à souhaiter comparer l'hydrogramme avec ceux de FOUGAMOU et MAKAKOU pour la même période.

C'est la figure 4.2-9. La date des maximum aux stations amont nous permet d'envisager les observations du début décembre comme un peu inférieures mais proches du maximum probable de l'année, après la conjonction de la pointe de crue de l'Ivindo avec la deuxième pointe sur la Ngounié, les deux ayant lieu du 20 au 25 novembre 1988.

L'importance de la crue aurait justifié une mission de contrôle pour établir la côte exacte du maximum.

A la figure 4.2-10 est confirmée la cohérence des dates de maximum entre les deux stations de l'amont et Lambaréné pour la crue de 1989/1990. Le décrochage brutale des côtes fin décembre à Lambaréné après une légère remontée semble lui aussi vraisemblable : pointe de crue à Fougamou et décroissance brutale de l'hydrogramme de l'Ivindo.

c) Hauteurs d'eau sur le bief Mouila/Fougamou

La figure 4.2-11 représente la propagation de la crue de novembre 89 dans le bief de la Ngounié. Les dates des principaux maximum sont en accord sur les deux stations.

d) Débits (provisaires)

La cohérence inter-stationnelle de l'ensemble des résultats de débits de la décennie devrait fournir le dernier élément d'évaluation de la qualité des résultats fournis aux stations en fonctionnement.

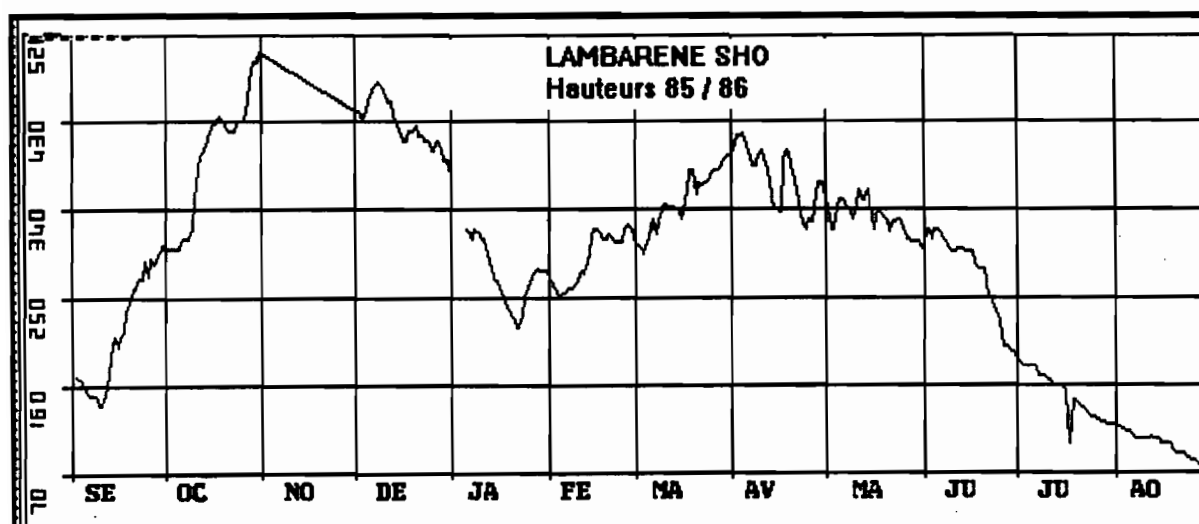
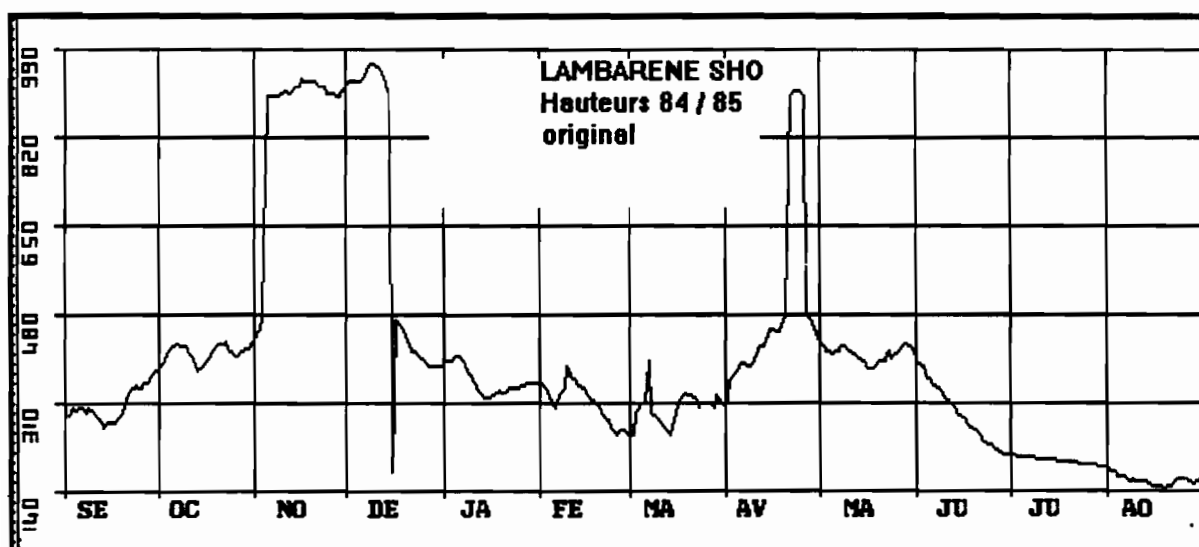
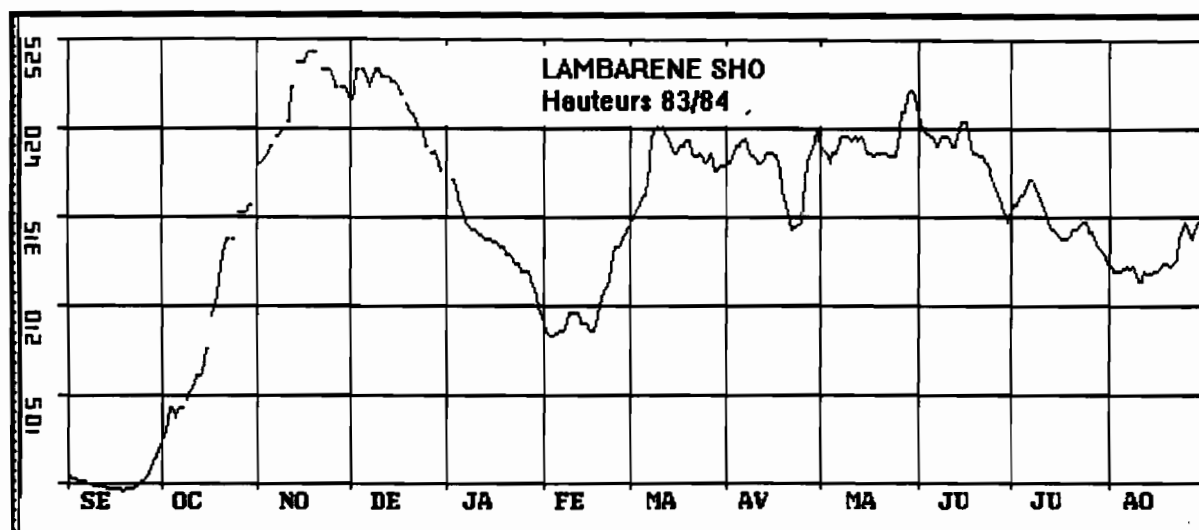


Figure 4.2-6 : Observations limnimétriques à Lambaréné, période 83/86, originales d'après l'observateur

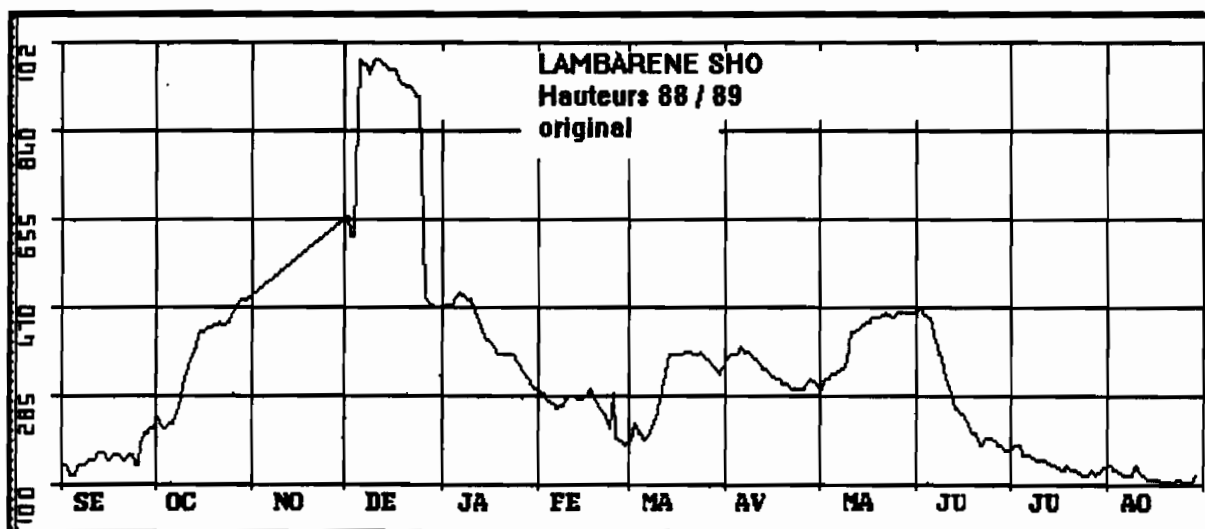
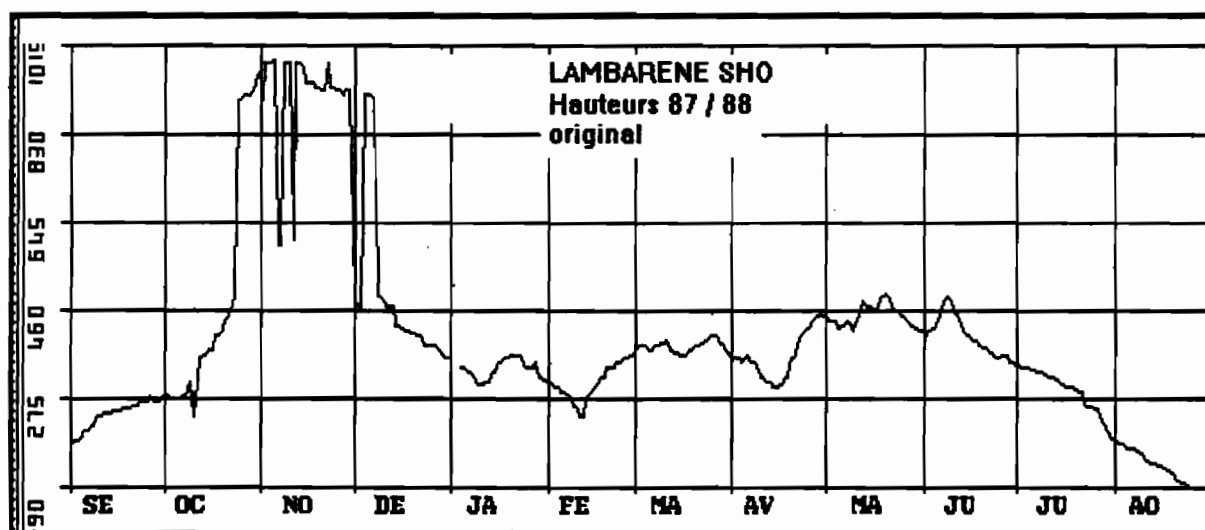
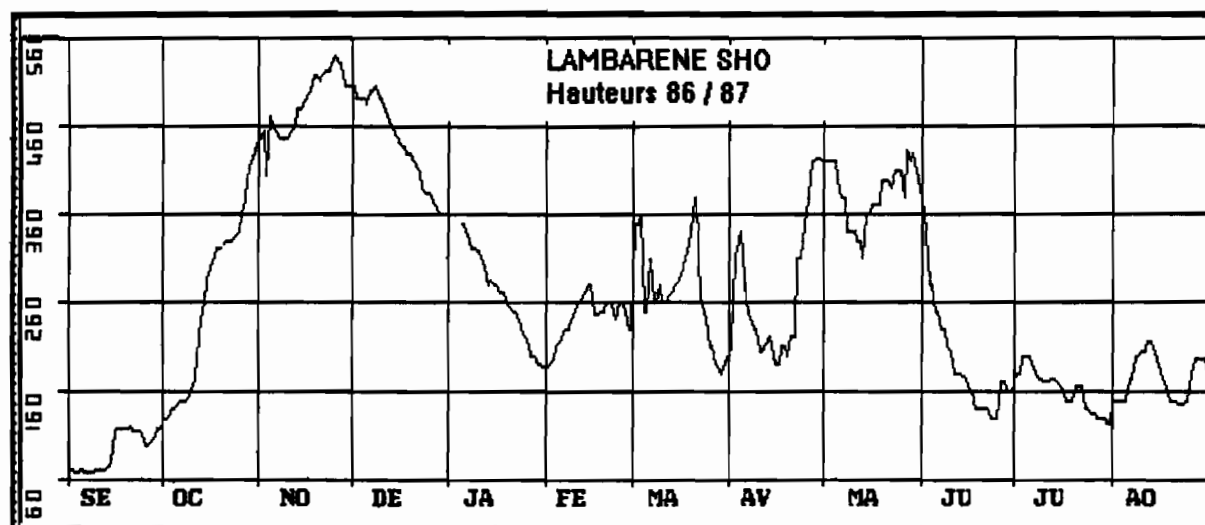


Figure 4.2-7 : Observations limnimétriques à Lambaréné, période 86/89, originales d'après l'observateur

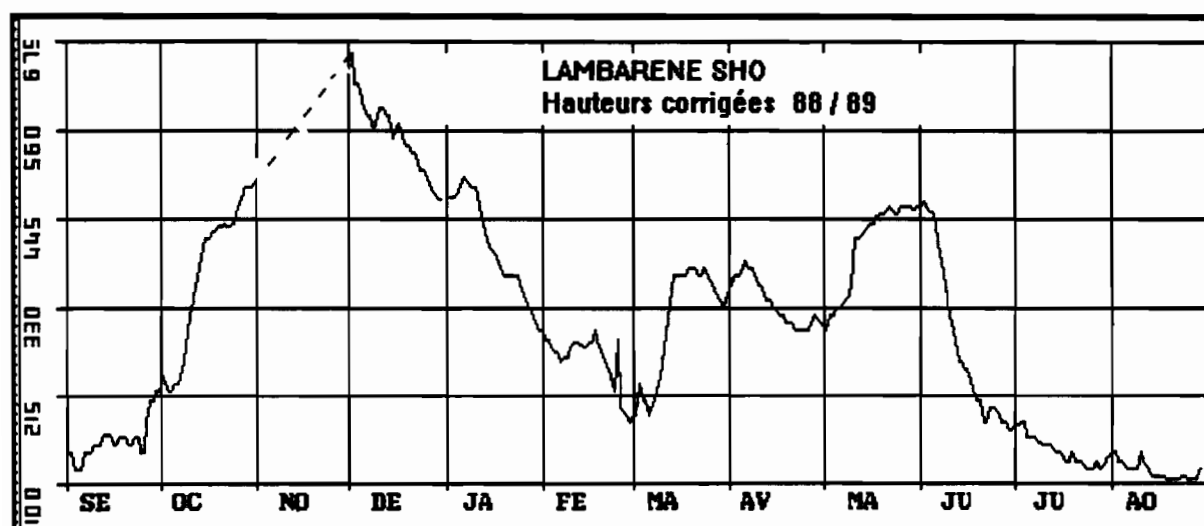
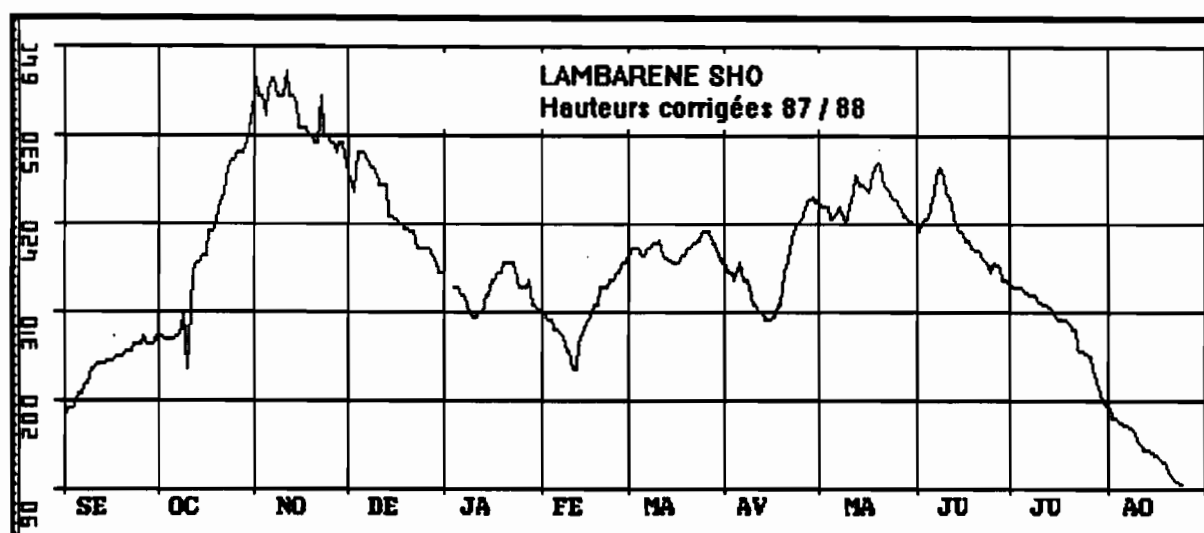
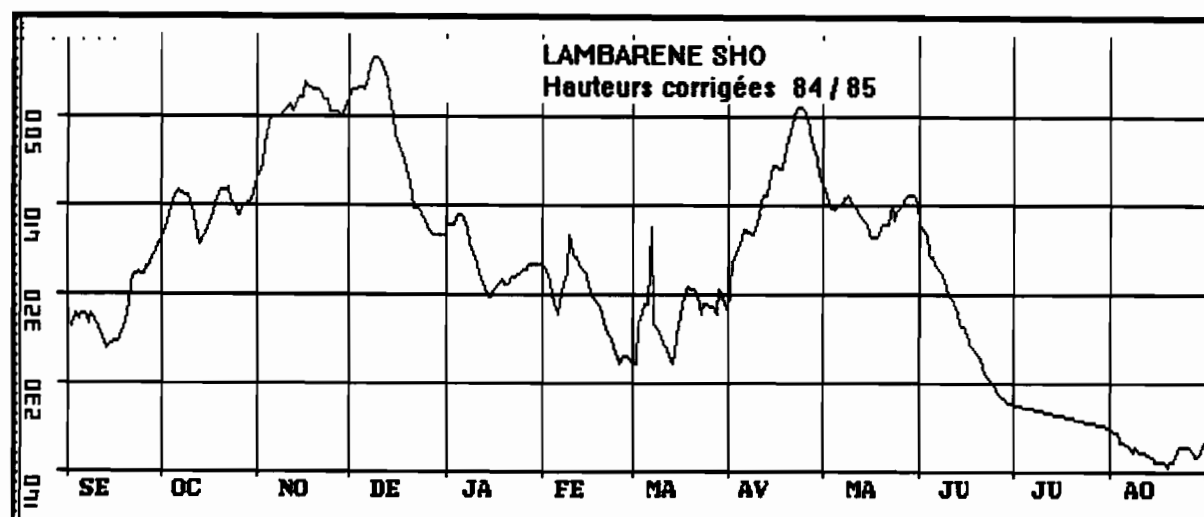


Figure 4.2-8 : Observations à Lambaréné, après principales corrections, pour les années 84/85, 87/88, 88/89

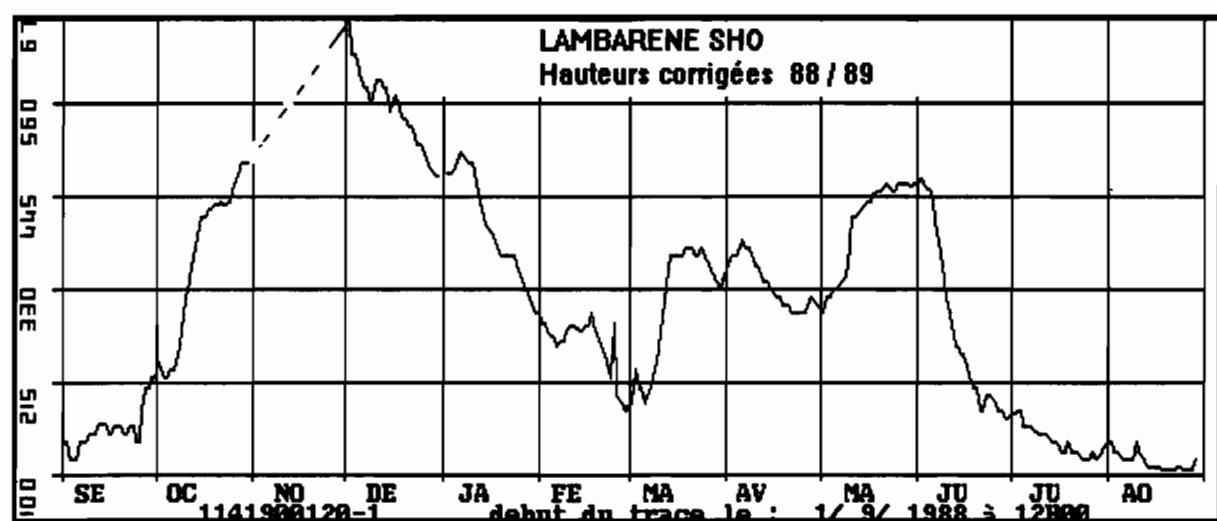
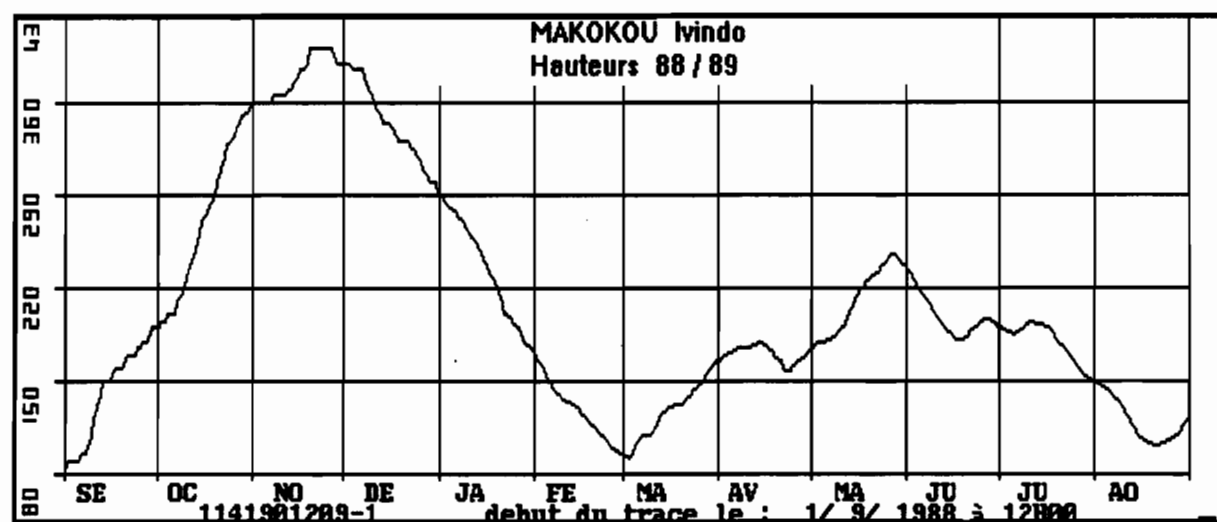
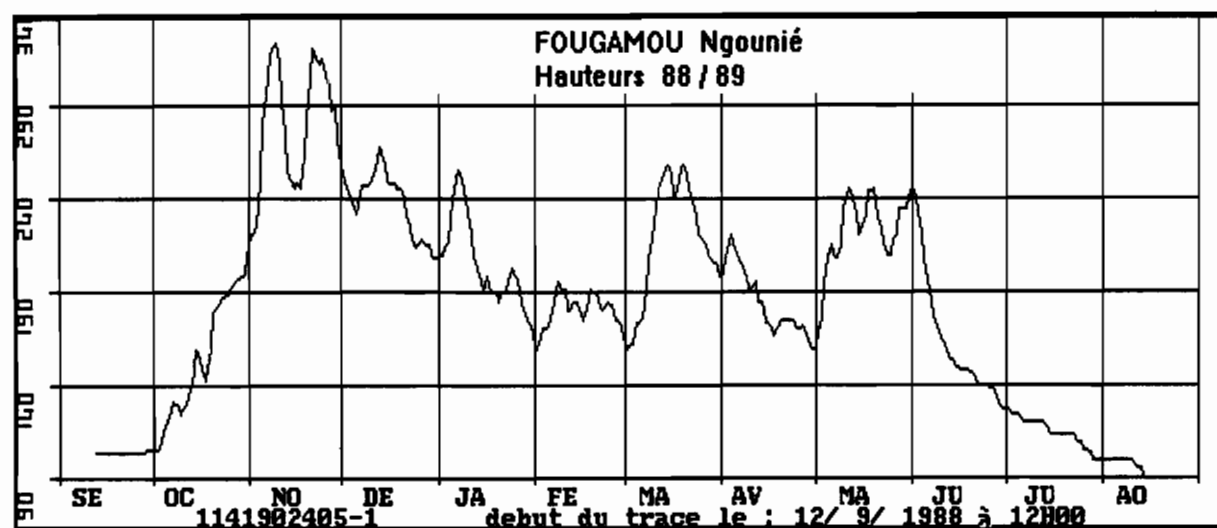


Figure 4.2-9 : Crue de l'année 88/89 dans le bassin de l'Ogooué

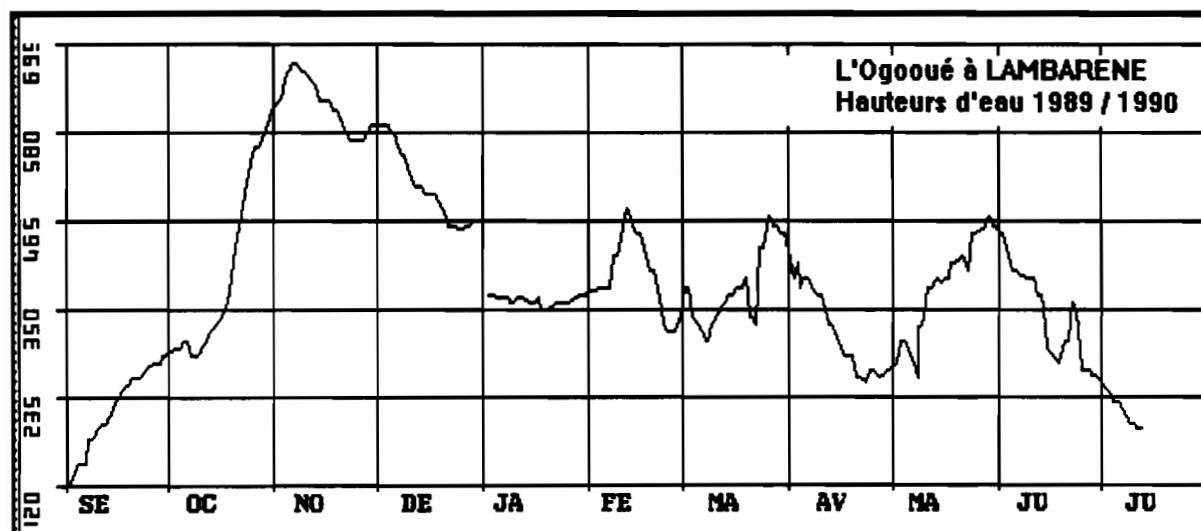
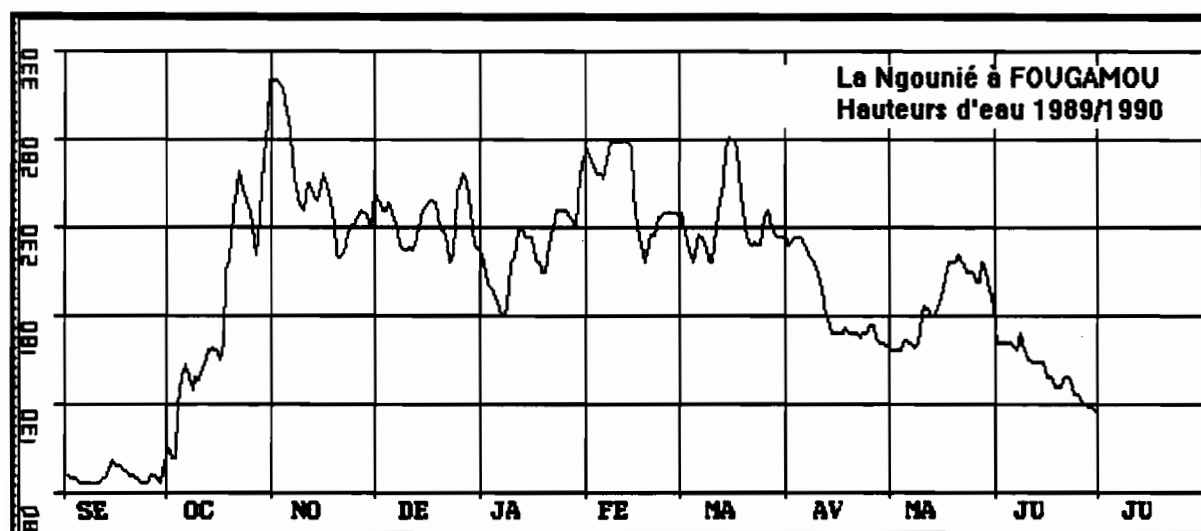
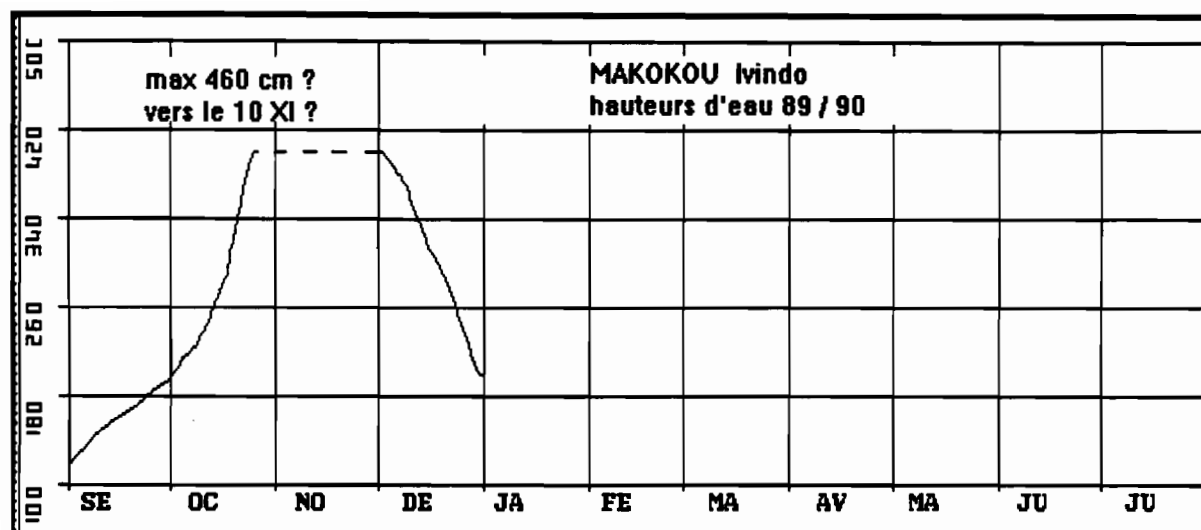


Figure 4.2-10 : Crue de l'année 89/90 dans le bassin de l'Ogooué; cohérence amont-aval entre la date et la valeur des maxima de novembre 90

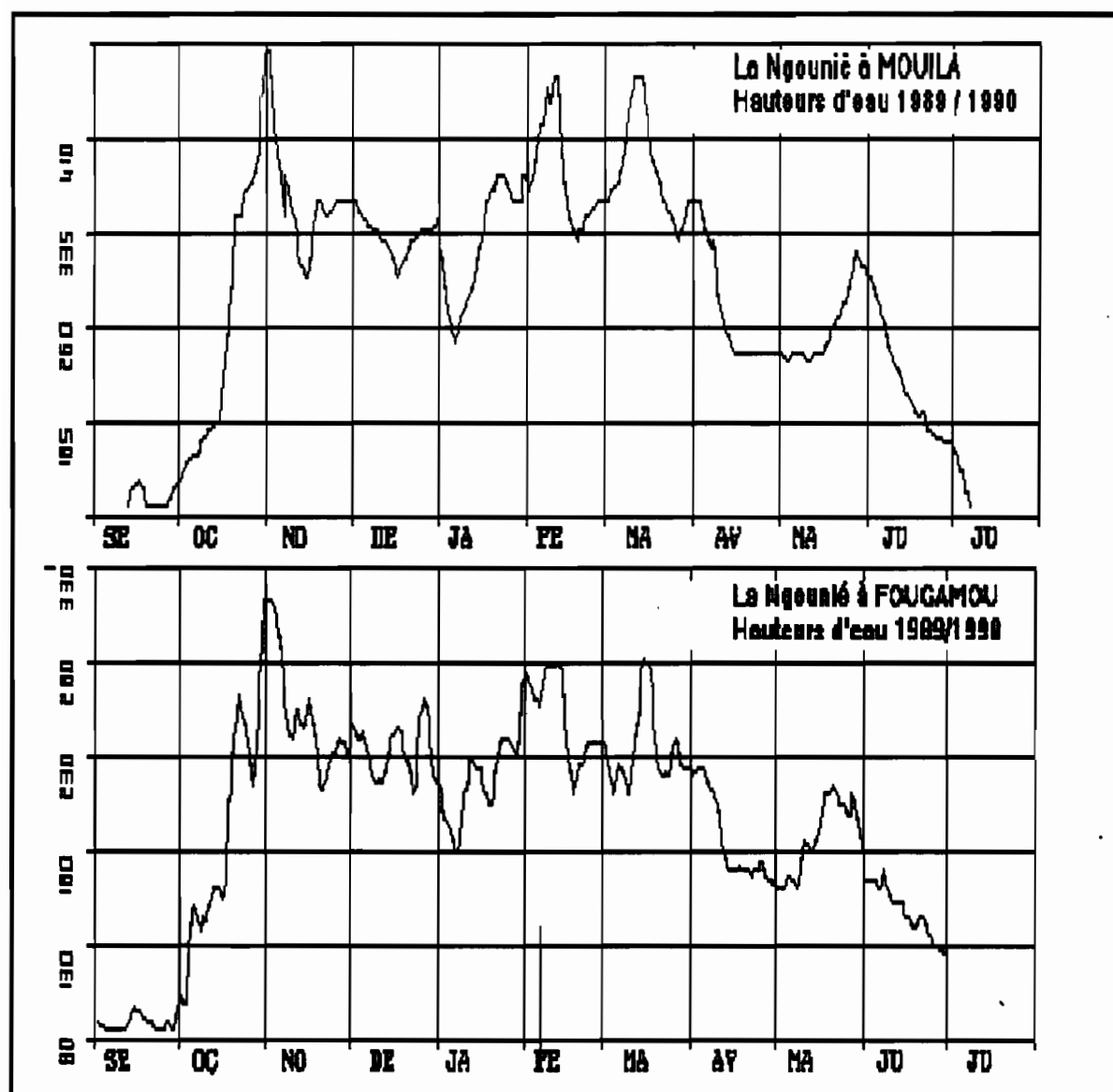


Figure 4.2-11 : Propagation de la crue de novembre 1989 dans le bief de la Ngounié à Fougamou

Le degré de critique actuel des observations est certes faible mais il n'est pas évident qu'existent des éléments susceptibles de modifier de beaucoup les termes moyens mensuels et annuels que nous pouvons présenter dès aujourd'hui provisoirement.

Le tableau 4.2-9 donne les débits mensuels aux trois stations principales : **Lambaréné, Makokou, Fougamou**, après des interpolations limitées. Les débits journaliers à **Lambaréné** sont en annexe.

Pour chacune des trois stations :

- le module des 10 ans est proche de la moyenne sur la période de référence :

Lambarene (- 6%)

Makokou (+ 3%)

Fougamou (- 8%)

- l'étiage rencontré en août - septembre 1983 est comparable avec le record de 1958,

- le module de l'année 1982/1983 est comparable à celui de l'année sèche record de 58/59.

Le tableau 4.2-10 présente les débits à deux stations aux marges nord du Gabon : **Ngoazik et Ebomane**.

Là aussi l'année 82-83 apparaît comparable avec les années 58/59 pour **Ngoazik** et 72/73 pour **Ebomane** station plus récente.

Le tableau 4.2-11a présente les moyennes au sud-ouest : **Mouila et Tchibanga**.

Les modules de l'année 1982/1983 sont aussi plus faibles que la décennale sèche.

Pour **Tchibanga**, station de longue durée la valeur est de 256/201 m³/s en 1958.

Les lacunes sont trop nombreuses.

Le tableau 4.2-11b présente les débits de deux stations des marges sud-est : **Akieni et Lendendougou**.

Les résultats de la première station, malgré les lacunes, permettront sans doute de mieux évaluer le comportement des rivières des plateaux batékés au Gabon à la suite d'un épisode très sec (1982/1983).

Ces premiers résultats confirment les estimations faites par Carré (1978).

**Tableau 4.2-9 : Les débits de la décennie 80 aux stations principales : Lambaréné,
Makokou, Fougamou (sorties Hydrom) 1/2**

DEBITS MOYENS MENSUELS ET ANNUELS

Station	: 1141900120 LAMBARENE S H O (LMNG)	Latit.	-0.42.22
Rivière	: OG00UE	Longit.	10.13.27
Pays	: GABON	Altit.	9M
Bassin	: OG00UE	Aire	203500. km2
DEBITS EN M3/S			

année	SEPT	OCTO	NOVE	DECE	JANV	FEVR	MARS	AVRI	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	annuel
1980/81	2230.	5150.	7780.	7890.	4200.	3440.	4710.	4300.	4510.	3540.	2170.	1550.	4290.
1981/82	1740.	3720.	6900.	6610.	4720.	4000.	4660.	4590.	4880.	3330.	2250.	1790.	4100.
1982/83	1800.	4510.	8550.	7070.	3160.	2680.	2820.	2980.	3390.	2460.	1650.	1140.	3520.
1983/84	902.	2650.	6530.	6330.	3600.	2800.	5080.	4890.	5490.	5180.	3900.	3350.	4230.
1984/85	3880.	5490.	7610.	6870.	4520.	3930.	3760.	6040.	5440.	3670.	2590.	2200.	4670.
1985/86	2790.	5340.	6800.	5880.	3590.	3660.	4510.	4880.	4180.	3450.	2090.	1610.	4070.
1986/87	1580.	3500.	7160.	6160.	3500.	3060.	3450.	3620.	5120.	2560.	2210.	2350.	3690.
1987/88	3090.	5470.	8880.	6100.	4310.	3940.	5120.	4820.	6370.	5540.	3690.	1970.	4940.
1988/89	2160.	5160.	9810.	8800.	5580.	3300.	4010.	4280.	5620.	3780.	2010.	1780.	4690.
1989/90	2860.	5740.	10800	7730.	4720.	5290.	5030.	4090.	5130.	4460.	2520.	2060.	5040.
Moy.	2300.	4670.	8080.	6940.	4190.	3610.	4320.	4450.	5010.	3800.	2510.	1980.	4320.

Le mois de novembre 1988, manquant, a été reconstitué par interpolation linéaire
De même pour le mois de novembre 1985.

DEBITS EXTREMES ET CARACTERISTIQUE

Station	: 1141900120 LAMBARENE S H O (LMNG)	Latit.	-0.42.22
Rivière	: OG00UE	Longit.	10.13.27
Pays	: GABON	Altit.	9M
Bassin	: OG00UE	Aire	203500. km2
DEBITS EN M3/S Début de l'année hydrologique en septembre			

ANNEE	m.Ins	m.Jou	DCE	DC11	DC9	DC6	DC3	DC1	DCC	M.Jou	M.Ins
1980/81	1380.	1370.	1470.	1740.	2820.	4180.	4980.	7770.	9900.	12100	12200
1981/82	1310.	1310.	1590.	1800.	2410.	4290.	5110.	6710.	7480.	8410.	8420.
1982/83	950.	950.	1050.	1360.	1990.	2870.	3660.	7900.	9150.	9560.	9570.
1983/84	824.	826.	851.	1240.	3210.	4190.	5370.	6780.	7220.	7680.	7680.
1984/85	-	2040.	2150.	2450.	3390.	4400.	5570.	7650.	8190.	8980.	-
1985/86	-	1410.	1550.	1790.	2970.	3940.	5160.	6560.	7140.	7400.	-
1986/87	1380.	1380.	1390.	1860.	2320.	3140.	4790.	6750.	7710.	8350.	8400.
1987/88	1590.	1600.	1800.	2470.	3630.	4740.	5980.	7910.	9600.	10300	10500
1988/89	-	1670.	1700.	1840.	2400.	4020.	6450.	9420.	11000	12100	-
1989/90	1810.	1830.	2000.	2090.	3310.	4640.	6300.	9640.	11400	12600	12600

ANNEE	m.Ins	m.Jou	DCE	DC11	DC9	DC6	DC3	DC1	DCC	M.Jou	M.Ins
-------	-------	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-------	-------

DC: débit caractéristique-DCE: d'étiage-DCC: de crue-DCn: dépassé durant n mois

**Tableau 4.2-9 : Les débits de la décennie 80 aux stations principales :
Lambaréné, Makokou, Fougamou
(sorties Hydrom) 2/2**

DEBITS MOYENS MENSUELS ET ANNUELS

Station : 1141901209 MAKOKOU (LMNG)
Rivière : IVINDO
Pays : GABON
Bassin : OGOUUE
Aire : 35800.0 km2
DEBITS EN M3/S

année	SEPT	OCTO	NOVE	DECE	JANV	FEVR	MARS	AVRI	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	annuel
1980/81	513.	1330.	1680.	1020.	351.	170.	251.	369.	703.	708.	265.	97.6	622.
1981/82	357.	773.	1180.	1000.	657.	423.	358.	354.	703.	602.	288.	204.	575.
1982/83	290.	1000.	+	867.	265.	102.	102.	174.	274.	380.	172.	81.7	-
1983/84	101.	631.	1300.	1190.	394.	175.	323.	388.	374.	473.	639.	661.	554.
1984/85	818.	1130.	1270.	1000.	525.	411.	288.	558.	599.	534.	470.	431.	670.
1985/86	859.	1630.	1430.	678.	308.	326.	465.	500.	460.	319.	247.	295.	626.
1986/87	436.	1030.	1580.	1010.	459.	294.	404.	438.	545.	399.	373.	327.	608.
1987/88	764.	-	-	888.	479.	426.	506.	571.	797.	677.	536.	238.	-
1988/89	393.	1130.	1910.	1620.	842.	331.	327.	500.	709.	642.	546.	302.	771.
1989/90	466.	1330.	2060.	1390.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Moy.	500.	1110.	1550.	1070.	476.	295.	336.	428.	574.	526.	393.	293.	632.

Le mois de novembre 1989, manquant est reconstitué par interpolation linéaire

DEBITS MOYENS MENSUELS ET ANNUELS

Station : 1141902405 FOUGAMOU S H O (LMNG)
Rivière : NGOUNIE
Pays : GABON
Bassin : OGOUUE
Aire : 22000.0 km2
DEBITS EN M3/S

année	SEPT	OCTO	NOVE	DECE	JANV	FEVR	MARS	AVRI	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	annuel
1980/81	104.	270.	1050.	1200.	884.	920.	1370.	905.	684.	454.	266.	166.	689.
1981/82	141.	392.	1020.	1010.	723.	869.	885.	820.	551.	331.	239.	188.	597.
1982/83	153.	387.	786.	1100.	613.	615.	738.	659.	541.	298.	185.	137.	518.
1983/84	108.	295.	765.	1010.	667.	752.	1130.	1120.	1100.	740.	497.	338.	710.
1984/85	400.	598.	1260.	+	884.	754.	801.	1240.	817.	461.	319.	211.	-
1985/86	189.	566.	967.	829.	705.	718.	916.	964.	705.	495.	292.	177.	627.
1986/87	124.	224.	600.	940.	632.	610.	917.	857.	877.	414.	266.	178.	553.
1987/88	127.	333.	983.	1060.	884.	831.	1140.	829.	1040.	586.	324.	237.	698.
1988/89	193.	471.	1560.	1070.	786.	604.	907.	636.	926.	526.	244.	140.	672.
1989/90	120.	744.	1240.	1040.	906.	1220.	1050.	662.	659.	423.	-	-	-
Moy.	166.	428.	1020.	1030.	768.	789.	985.	869.	790.	473.	292.	197.	633.

Tableau 4.2-10 : Les débits de la décennie 80 sur le Ntem, à Ebomane et Ngoazik (station du Cameroun), aux marges nord du Gabon

DEBITS MOYENS MENSUELS ET ANNUELS

Station	: 1145000110 EBOMANE	Latit.	2.07.52
Rivière	: NTEM	Longit.	12.03.19
Pays	: GABON		
Bassin	: NTEM	Aire	3360.00 km2
DEBITS EN M3/S			

année	SEPT	OCTO	NOVE	DECE	JANV	FEVR	MARS	AVRI	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	annuel
1980/81	48.4	-	116.	42.0	19.0	-	16.4	23.0	-	72.9	28.4	-	-
1981/82	-	-	-	-	24.4	18.6	17.0	19.3	80.9	29.6	19.3	14.9	-
1982/83	51.1	101.	200.	49.3	19.3	.055	4.52	13.6	29.2	22.5	14.4	11.2	43.0
1983/84	17.4	76.7	100.	63.3	-	10.7	15.2	16.5	24.5	29.0	50.3	50.2	-
1984/85	87.2	133.	112.	58.4	22.3	23.3	23.4	41.7	66.6	54.8	41.9	39.8	58.7
1985/86	74.1	178.	129.	44.9	-	15.8	42.5	29.2	40.5	29.5	17.4	10.8	-
1986/87	17.3	119.	96.0	-	-	12.0	13.5	23.6	27.6	30.7	25.7	15.2	-
1987/88	44.9	103.	109.	41.3	-	14.4	31.3	40.7	97.1	85.2	51.6	23.1	-
1988/89	73.8	113.	220.	89.6	38.0	16.8	15.0	33.6	136.	138.	48.5	26.4	79.1
1989/90	66.6	+	+	-	29.6	25.2	23.4	26.5	43.8	46.6	30.4	21.7	-
Moy.	53.4	118.	135.	55.5	25.4	15.2	20.2	26.8	60.7	53.9	32.8	23.7	60.3
année	SEPT	OCTO	NOVE	DECE	JANV	FEVR	MARS	AVRI	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	annuel

CAMEROUN Stn: NTEM NGOAZIK
N° 14505 Coord: 2°18'13''N/11°18'17''E/ 535.00 m Superf= 18100km2

TABLEAU DES DEBITS MOYENS MENSUELS en m3/s -

Année	SEPT.	OCTO.	NOVE.	DECE.	JANV.	FEVR.	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUIL.	AOUT	Module
1980	279	619	566	195	90.3	52.3	82.2	169	386	314	110	52.1	244
1981	190	476	533	213	135	95.4	107	160	360	210	116	71.2	223
1982	234	476	769	233	74.7	33.3	23.0	96.4	172	139	77.1	23.2	196
1983	63.8	317	449	261	62.7	27.8	84.1	138	168	217	296	227	193
1984	385	571	491	240	113	73.3	104	361	304	272	200	201	277
1985	370	752	798	302	121	109	161	151	171	199	59.5	33.7	269
1986	142	509	438	148	50.2	38.3	54.0	-	-	-	-	-	198*
Année	SEPT.	OCTO.	NOVE.	DECE.	JANV.	FEVR.	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUIL.	AOUT	Module

N.B.: Un - signale une lacune. Une * après le module signale l'existence d'au moins un jour de débit non observé dans l'année

**Tableau 4.2-11 a : Les débits de la décennie 80 aux marges sud-ouest,
aux stations de Mouila et Tchibanga**

DEBITS MOYENS MENSUELS ET ANNUELS

Station	: 1141902415 MOUILA VAL MARIE	Latit.	-1.53.13
Rivière	: NGOUNIE	Longit.	11.03.21
Pays	: GABON	Altit.	78M
Bassin	: OG00UE	Aire	15900.0 km2
DEBITS EN M3/S			

année	SEPT	OCTO	NOVE	DECE	JANV	FEVR	MARS	AVRI	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	annuel
1980/81	104.	-	-	896.	654.	565.	802.	600.	363.	263.	-	-	-
1981/82	95.5	275.	652.	647.	469.	590.	620.	525.	384.	228.	166.	132.	399.
1982/83	110.	262.	528.	734.	410.	373.	521.	424.	366.	183.	137.	106.	346.
1983/84	93.1	157.	449.	612.	379.	476.	826.	726.	731.	436.	282.	208.	448.
1984/85	249.	361.	839.	933.	574.	524.	582.	892.	623.	309.	208.	155.	521.
1985/86	157.	353.	632.	546.	430.	466.	637.	644.	437.	230.	179.	148.	405.
1986/87	122.	171.	449.	637.	392.	444.	618.	570.	597.	281.	189.	146.	385.
1987/88	138.	278.	582.	794.	637.	617.	787.	563.	692.	353.	222.	132.	483.
1988/89	129.	303.	1040.	718.	638.	416.	596.	576.	589.	350.	198.	128.	473.
1989/90	130.	517.	792.	703.	690.	857.	872.	525.	497.	380.	170.	265.	533.
Moy.	133.	297.	663.	722.	527.	533.	686.	605.	528.	301.	195.	158.	444.

Station	: 1146000112 TCHIBANGA (LMNG)	Latit.	-2.52.12
Rivière	: NYANGA	Longit.	11.00.47
Pays	: GABON	Altit.	44M
Bassin	: NYANGA	Aire	12400.0 km2
DEBITS EN M3/S			

année	SEPT	OCTO	NOVE	DECE	JANV	FEVR	MARS	AVRI	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	annuel
1980/81	80.9	115.	523.	526.	-	-	-	-	219.	117.	99.3	78.6	-
1981/82	66.8	144.	458.	550.	384.	498.	497.	419.	245.	167.	121.	94.9	304.
1982/83	93.4	151.	392.	489.	359.	312.	374.	305.	263.	152.	105.	80.6	256.
1983/84	71.3	123.	332.	-	336.	396.	505.	420.	437.	277.	228.	-	-
1984/85	-	-	438.	510.	-	588.	580.	-	-	284.	147.	127.	-
1985/86	116.	180.	397.	404.	-	512.	671.	560.	367.	248.	158.	123.	-
1986/87	96.7	-	-	-	297.	344.	418.	276.	241.	255.	151.	116.	-
1987/88	95.4	208.	425.	570.	649.	650.	728.	722.	553.	-	107.	-	-
1988/89	-	531.	671.	641.	-	-	-	-	-	318.	180.	125.	-
1989/90	86.4	200.	442.	482.	-	613.	489.	589.	-	-	-	-	-
Moy.	88.4	207.	453.	522.	405.	489.	533.	470.	332.	227.	144.	106.	280.

DEBITS MOYENS MENSUELS ET ANNUELS

**Tableau 4.2-11 b : Les débits de la décennie 80 aux marges sud-est,
Stations de Lendendougou et Akieni**

DEBITS MOYENS MENSUELS ET ANNUELS

Station	: 1141901903 AKIENI	Latit.	-1.11.00
Rivière	: LECONI	Longit.	13.53.33
Pays	: GABON	Altit.	380M
Bassin	: OGOOUE	Aire	4800.00 km2
DEBITS EN M3/S			

année	SEPT	OCTO	NOVE	DECE	JANV	FEVR	MARS	AVRI	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	annuel
1973/74	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1974/75	-	165.	-	-	-	-	174.	178.	-	169.	-	-	-
1975/76	-	-	-	-	-	167.	171.	-	173.	164.	161.	158.	-
1976/77	167.	169.	178.	174.	172.	172.	+	175.	171.	-	-	164.	-
1977/78	169.	182.	181.	180.	176.	184.	179.	180.	183.	174.	167.	162.	176.
1978/79	-	174.	-	-	172.	174.	174.	181.	189.	186.	159.	-	-
1979/80	181.	191.	179.	177.	175.	177.	180.	181.	180.	168.	167.	164.	177.
1980/81	167.	171.	-	-	-	-	-	174.	172.	166.	165.	164.	-
1981/82	171.	182.	183.	180.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1982/83	164.	179.	178.	171.	162.	163.	163.	164.	166.	162.	154.	154.	165.
1983/84	154.	160.	167.	165.	158.	166.	167.	165.	166.	160.	161.	163.	163.
1984/85	161.	166.	166.	173.	172.	168.	175.	173.	173.	164.	159.	156.	167.
1985/86	158.	164.	175.	-	170.	172.	176.	173.	167.	161.	157.	154.	-
1986/87	159.	175.	174.	174.	177.	173.	185.	183.	175.	169.	160.	156.	172.
1987/88	176.	178.	178.	173.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Moy.	166.	174.	176.	174.	170.	172.	174.	175.	174.	168.	161.	160.	170.

DEBITS MOYENS MENSUELS ET ANNUELS

Station	: 1141900128 LENDENDOUNGOU (LMNG)	Latit.	-2.11.50
Rivière	: OGOOUE	Longit.	13.38.09
Pays	: GABON	Altit.	455M
Bassin	: OGOOUE	Aire	6900.00 km2
DEBITS EN M3/S			

année	SEPT	OCTO	NOVE	DECE	JANV	FEVR	MARS	AVRI	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	annuel
1980/81	108.	124.	246.	233.	202.	232.	238.	228.	180.	121.	97.9	76.7	174.
1981/82	72.7	138.	251.	272.	254.	251.	258.	298.	218.	150.	124.	103.	199.
1982/83	-	-	-	-	204.	201.	212.	217.	223.	228.	233.	239.	-
1983/84	245.	250.	251.	247.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1984/85	-	-	-	-	264.	244.	241.	315.	335.	260.	174.	147.	-
1985/86	148.	181.	222.	282.	249.	301.	320.	360.	355.	241.	183.	151.	249.
1986/87	147.	176.	226.	269.	234.	245.	248.	303.	365.	209.	160.	152.	228.
1987/88	147.	170.	262.	199.	300.	278.	289.	283.	275.	180.	149.	147.	223.
1988/89	147.	158.	301.	300.	269.	349.	356.	370.	402.	258.	195.	158.	272.
1989/90	166.	213.	277.	291.	-	-	-	-	-	-	205.	171.	-
Moy.	148.	176.	255.	262.	247.	263.	270.	297.	294.	206.	169.	149.	224.

Les observations à **Lendendoungou** devraient pouvoir être complétées par celles effectuées à **Poubara Seeg** un peu en aval.

4.2.6.4 Conclusions

L'ensemble des analyses précédentes montre que, malgré un soutien réduit puis inexistant, les observations fournies au S.H. durant la décennie 89 pourront apporter leur contribution aux analyses hydrologiques sur d'éventuelles dérives climatiques.

Cet optimisme relatif sur la qualité des données existantes doit être tempéré par la conclusion du 4.2.2 :

A partir de 1990, moins de 10 stations, y compris les stations seeg, fourniront plus de 8 mois d'observations/an sur des bassins de 550 à 15 000 Km².

Les grandes crues du système de l'Ogooué échappent désormais à toute observation organisée sauf à Lambaréné (203 000 km²) après l'arrêt des stations de Fougamou et Makokou.

4.2.7 Disponibilités des données

Les possibilités de diffusion des résultats sont pratiquement limitées à la consultation et à la photocopie sur place de documents plus ou moins élaborés à partir des originaux des stations.

Il en est de même des notes hydrologiques éditées avant 1980 et archivées dans le Service.

Les documents les plus récents, préparés en nombre d'exemplaires restreint, concernent la sécheresse de 1983 et la grande crue 1990 sur la Mpassa à Franceville.

Le dernier annuaire traite de l'année 1973/1974 et a été édité en 1975.

La monographie du Gabon contiendra les données jusqu'en 1982/1983.

4.3 Transport solide et qualité des eaux

Aucune mesure en réseau n'a été effectuée sur les rivières du Gabon. Des mesures sont faites au niveau des stations de prélèvements d'eau de la **seeg**.

CHAPITRE 5

EAUX SOUTERRAINES

5.1 Structures institutionnelles

5.1.1 Organisation et gestion nationales

Les différents organismes intervenant dans le domaine des eaux souterraines participent ou sont placés sous la tutelle du Ministère des Mines, de l'Energie et des Ressources Hydrauliques. Ce Ministère vient d'être remanié ; à l'heure actuelle, ses différents services ne sont encore pas tous en place. Les deux Directions Générales concernant "l'Eau" et "l'Energie" ont été regroupées en une seule direction opérationnelle, la Direction Générale de l'Energie et des Ressources Hydrauliques. Le nouvel Organigramme projeté est présenté à la figure 5.1-1.

Le Ministère comporte 5 Directions Générales :

- Direction Générale de l'Energie et des Ressources Hydrauliques,
- Direction Générale des Mines et de la Géologie,
- Direction Générale des Etudes et Laboratoires,
- Direction Générale du Raffinage, Distribution et Participation,
- Direction Générale de l'Exploration et Exploitation des Hydrocarbures.

5.1.1.1 Direction Générale de l'Energie et des Ressources Hydrauliques

a) Présentation et activités de la Direction Générale (DGERH)

La DGERH est elle-même constituée de 5 Directions (Cf figure 5.1-1) :

- Direction des Eaux de Distribution et des Eaux Usées,
- Direction des Ressources Hydrauliques,
- Direction des Energies et Techniques Nouvelles,
- Direction de l'Electricité,
- Direction des Etudes Prévisionnelles et Financières.

Malgré les changements intervenus dans son organisation, les attributions affectées à la Direction de l'Energie et des Ressources Hydrauliques sont toujours régies par le Décret du 26 août 1982 (n° 1 250/PR/MERH). La DGERH ayant pour attribution de concevoir et de mettre en oeuvre la politique du gouvernement en matière d'énergie et d'eau, est chargée - relativement à la gestion des ressources - de :

- l'inventaire des ressources nationales,
- l'établissement des prévisions de consommation,
- l'adaptation à la demande de l'appareil national de production et de distribution,
- l'étude et la réalisation des échanges internationaux,
- l'établissement des bilans énergétique et hydrologique nationaux.

Dans le domaine des "Eaux Souterraines", sa mission consiste plus spécifiquement à :

- "étudier et mettre en oeuvre les moyens propres à satisfaire les besoins en eau du pays" ;
- "élaborer et proposer tout projet de lois ou de textes réglementaires en matière d'eau" ;
- "contrôler le fonctionnement des entreprises et établissements exerçant leur activité dans le domaine de l'eau et dont le Ministère assure la tutelle".

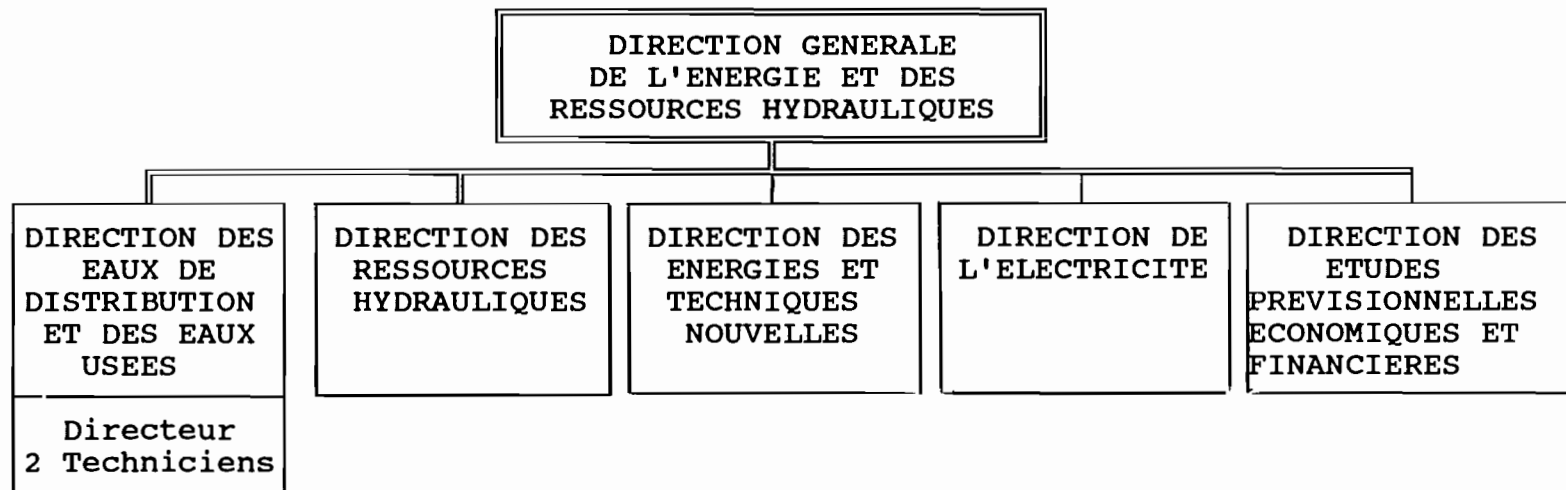
Cette mission est étendue à :

- l'établissement des projets annuels de budgets : de fonctionnement des services, de développement du secteur de l'eau ;
- la conduite de toute étude et recherche hydrogéologique et hydrologique permettant d'établir un inventaire des ressources hydrauliques ;
- la constitution et la tenue à jour d'un fichier des points d'eaux potables, minérales, thermales...;
- l'établissement de cartes hydrogéologiques ;
- l'élaboration des plans d'équipements en eau et l'orientation des choix correspondants ;
- la conduite des études, l'établissement des marchés et le contrôle de la réalisation des projets dont le Ministère assure la maîtrise d'oeuvre ;
- l'assistance et le conseil des collectivités publiques dans leurs relations contractuelles en matière d'eau avec les agents opérateurs ;
- l'organisation conjointement avec les Services compétents de l'Administration ou les opérateurs, de la formation et du perfectionnement de spécialistes en matière d'eau ;
- la coordination entre les différents organes nationaux de concertation en matière d'eau, ainsi que le suivi des relations avec les institutions et organismes internationaux, spécialisés dans le domaine de l'eau.

De façon concrète, deux seuls programmes sont actuellement en cours sous la supervision de la DGERH et avec le concours de la SEEG ; l'aspect "eaux souterraines" est d'ailleurs loin d'y être fondamental :

- le Programme France-Gabon (financement CCCE) : il consiste en des projets d'adduction en eau potable à partir d'eaux superficielles (études EDF) ; suite à des problèmes d'ordre financier, il a pris un certain retard et ne débute qu'en septembre 1991 sur la ville de Franceville ;

Figure 5.1-1 : Services compétents dans le domaine des eaux souterraines, au sein du Ministère des Mines, de l'Energie et des Ressources Hydrauliques



- le programme Gabon-Canada : il est réalisé par la société canadienne TECSULT International, sur des financements de la SEE, Société canadienne d'Expansion et d'Exportation (sous forme de prêts), de l'Agence Canadienne de Développement ACDI (dons en équipement) et du Gouvernement gabonais ; le coût total évalué en 1987 est de 20 090 MFCFA , le coût révisé en octobre 1990 est de 23 871 MFCFA.

Il consiste en :

- l'adduction d'eau, à partir de forages, des localités de Moabi et Mandji (tranche réalisée),
- l'électrification avec groupe diesel de Mekambo (tranche réalisée),
- l'installation d'une microcentrale hydro-électrique de 2730 KW à Bongolo et 180 KW à Féné-Ndong (en cours de réalisation),
- l'électrification de quelques localités (financement à rechercher pour 1993).

b) Activités de la Direction des Eaux de Distribution et des Eaux Usées

Cette Direction est la seule qui puisse entreprendre des activités en hydrogéologie ; elle comporte :

- un Service des Eaux de Distribution qui devrait être constitué des sections suivantes (d'après la rédaction des textes officiels) :

- . section de l'Hydraulique Urbaine et des Eaux Industrielles,
- . section de l'Hydraulique Rurale ;

- un Service des Eaux Usées.

Il n'a jamais été créé de Direction ou de Service de l'Hydrogéologie. La "Section de l'Hydraulique Rurale" ne constitue aucune entité réelle du point de vue des affectations en personnel. Depuis 1986, aucun nouveau projet, ni travaux, ni études n'ont débuté dans le domaine de l'hydraulique villageoise.

Les opérations occasionnelles, telles que l'évaluation de travaux ou l'entretien des ouvrages, sont directement assurées par le directeur, assisté de techniciens. Ces interventions confèrent aux opérateurs de terrain une vision réaliste des contraintes locales, mais restent "minimales" faute de moyens et de temps.

Actuellement, compte tenu des contraintes en personnel et moyens de transport (un unique véhicule est disponible, donc "ménagé"), seuls quelques travaux de maintenance des pompes sont effectués épisodiquement.

c) Moyens en personnel et matériels - Direction des Eaux de Distribution et des Eaux Usées

Cette Direction ne dispose que des trois postes budgétaires suivants :

- le poste de Directeur : il est attribué à un ingénieur des Mines qui a suivi une formation de courte durée au CEFIGRE, en hydrogéologie ;
- deux postes de techniciens supérieurs.

Elle dispose encore de deux à trois ouvriers spécialisés, soustraits au Service Hydrologique pour être notamment affectés à la réparation et l'entretien de pompes.

Aucun des postes n'est tenu par un hydrogéologue disposant d'une formation de base, ni par un ingénieur ou technicien ayant des compétences en géophysique. Il est absolument nécessaire de créer de nouveaux postes budgétaires, spécifiquement dans le domaine de l'hydrogéologie, et non plus de payer annuellement des contractuels (même lorsqu'il s'agit de secrétaires ou manoeuvres) par crédit délégué.

La Direction Générale dispose en théorie d'un budget de fonctionnement annuel de 10 millions de FCFA. La Direction des Eaux de Distribution et des Eaux Usées ne parvient pas à disposer d'allocations de budgets supplémentaires, qui sont bloquées au niveau du Ministère des Finances. Il en découle des problèmes réels de fonctionnement à un niveau de logistique générale (frais d'entretien et de réparation de véhicule) et pour la prise en charge de petits frais courants (entretien de photocopieuse). En outre, la Direction ne dispose d'aucun matériel spécialisé pour l'exécution des mesures de base en hydrogéologie, tel que : sondes piézométriques, conductivimètres, thermomètres, valises de laboratoire portatives, pompe immergée, potentiomètre pour géophysique électrique...

5.1.1.2 Direction Générale des Etudes et Laboratoires (DGEL)

a) Présentation et activités générales

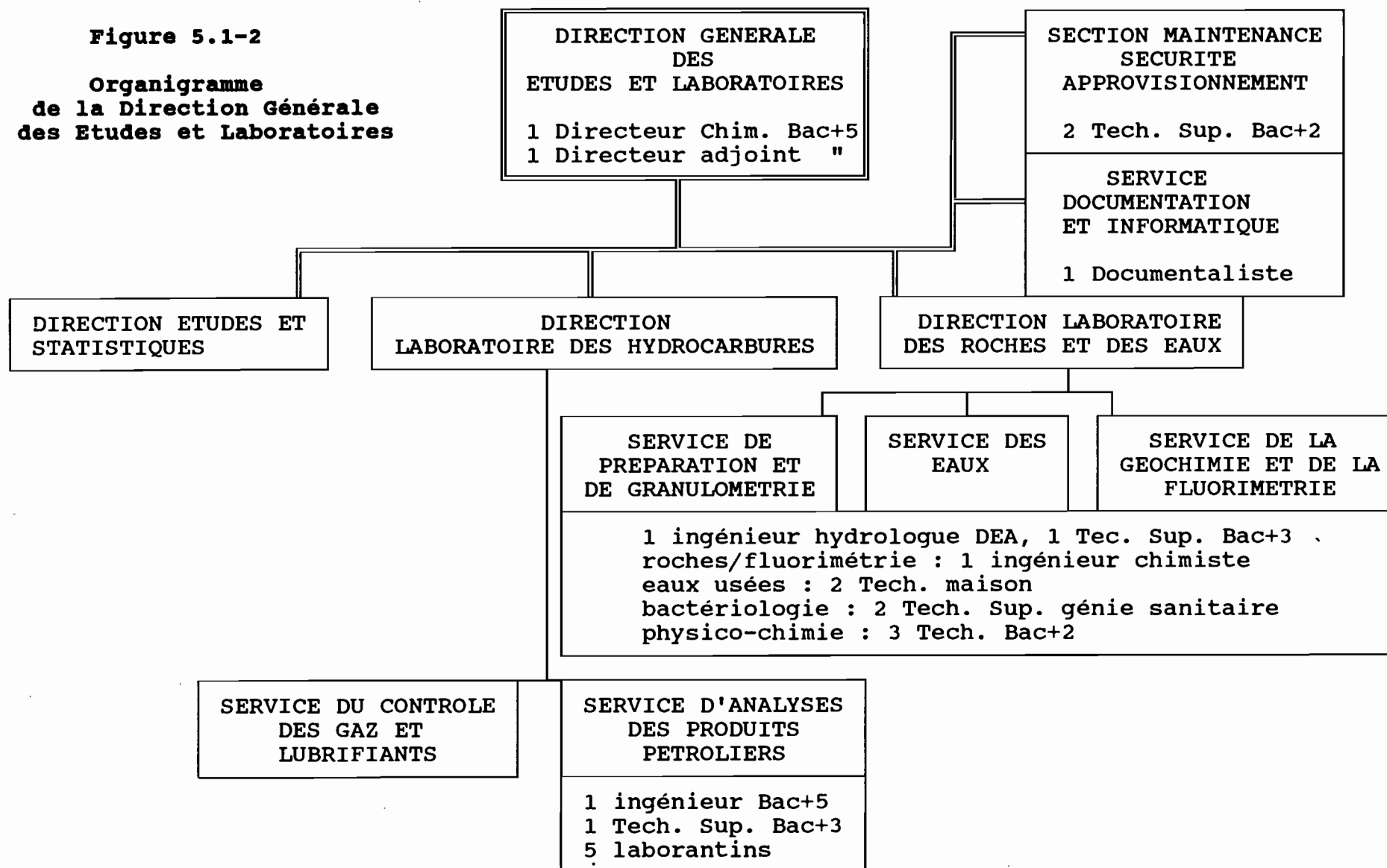
Entre les années 1975 et 1986, il n'existait qu'un petit laboratoire comprenant deux ingénieurs affectés aux analyses géochimiques de sols. Depuis 1986, le laboratoire initial a été transformé en "Direction des Etudes et Laboratoires" (Cf organigramme présenté figure 5.1-2).

Le décret officiel portant attributions de la Direction n'a pas été modifié depuis 1976 ; elle est chargée "en tant qu'Opérateur ou Contrôleur", de l'exécution d'analyses d'eau (physico-chimique et bactériologique) et d'analyses complètes de roches, principalement pour le compte de l'Etat. Suite au détachement à cette Direction d'un technicien diplômé, l'agrément du Ministère de la Santé devrait être accordé pour l'exécution officielle d'analyses bactériologiques. Des financements importants ont été débloqués par le gouvernement gabonais : 800 millions de FCFA ont été affectés au cours des 3 dernières années à l'achat des équipements.

Le Laboratoire a effectué les analyses d'eau concernant la campagne d'hydraulique villageoise de 1982-86 ; il est périodiquement sollicité pour ces analyses par des entreprises privées (sociétés alimentaires, hôtels), par les hôpitaux et parfois par la SEEG lorsqu'elle ne peut plus assurer elle-même ces prestations. Il effectue en outre des essais pour le traitement des eaux.

Figure 5.1-2

Organigramme
de la Direction Générale
des Etudes et Laboratoires



Les activités de la Direction tendent à se diversifier dans les domaines de la recherche minière et pétrolière, ainsi que pour une aide aux services des douanes (contrôle des fraudes et des produits importés). Son rôle devrait, dans tous les domaines, se limiter aux contrôles de qualité dont l'état est le garant. Le manque global de législation nuit à la définition rationnelle des attributions du Laboratoire.

b) Moyens en personnel et matériel

Cette Direction, bénéficiant d'un budget de fonctionnement convenable (1,2 M FCFA/mois), a pris de l'extension et dispose d'un personnel qualifié. Les postes principaux relatifs au service des eaux sont développés à la figure 5.1-2 ; une douzaine de laborantins y sont employés ; des cours de formation leur permettent une progression professionnelle contrôlée par examen interne. Les services sont assistés par un Conseiller Technique du FAC, ingénieur chimiste.

Le "Laboratoire des Eaux" dispose d'un matériel moderne et récent permettant les mesures ou dosages :

- du titre TA/TAC, des chlorures et de la matière organique par méthode "volumétrique";
- des phosphates, nitrites, nitrates, ammoniac, sulfates et silice... par méthode "colorimétrique", spectrophotomètre DR/2000 ;
- des cations Na⁺, K⁺, Ca⁺⁺ ... par photomètre à flamme.

Le besoin d'un déminéraliseur se fait sentir. L'acquisition d'un chromatographe est prévue sur l'année 1991.

Le Laboratoire ne travaille pas en virologie mais il dispose par contre (en complément d'ustensiles courants tels que pipettes, burettes, thermomètres...) des appareillages suivants :

- oxymètre pour l'étude des eaux usées,
- turbidimètres portatif et de laboratoire,
- conductivimètre digital,
- centrifugeuse,
- frigidaires,
- appareils à DCO et DBO₅,
- appareil à floculation et décantation-filtration,
- pour la bactériologie : 3 étuves (22°, 37° et 44°C), 1 microscope, 6 membranes filtrantes sous pompe aspirante, 1 compteur de colonies, 1 appareil à stérilisation, plusieurs bains-marie, 1 hotte bactériologique, 1 autoclave...

La "Salle du Microdigest" abrite un microdigest A300 permettant de combiner les attaques acides aux micro-ondes et un spectrophotomètre pour dosages colorimétriques sur les eaux et roches.

Le "Laboratoire des Roches" dispose en outre de deux appareils à absorption atomique et d'un four, permettant de vérifier les teneurs mesurées dans l'eau en sodium, potassium, calcium, silice et fer et de doser les traces en métaux lourds (dosage de l'or en dessous du seuil du mg par tonne).

Le "Laboratoire de Fluorimétrie et Fluorescence" dispose d'un fluorimètre pour le dosage de l'uranium, des traces et infratraces et d'un four à 1000°C.

La Direction des Etudes et Laboratoire comprend encore un "Laboratoire des Produits Pétroliers" constitué des salles d'Analyses Courantes, Analyses Chromatographiques et Distillation.

Il existe des représentants locaux des matériels ; d'autre part certains équipements sont identiques à ceux acquis par différents laboratoires privés (ELF, COMILOG, SOGARA..).

5.1.1.3 Direction Générale des Mines et de la Géologie (DGMG)

Elle est constituée de la Sous-Direction de la Géologie et de la Recherche Minière qui regroupe les services suivants :

- le Service Géologique National, comprenant les cellules Inventaire Minier, Cartographie Géologique, Documentation,
- le Service des Recherches et de l'Orientation,
- le Service de Suivi des Permis Miniers (constitué d'un seul employé).

Cette direction emploie les services d'opérateurs extérieurs, notamment spécialisés en géologie minière comme le BRGM ou le groupe canadien GEOTEREX.

Les prospections géologiques qui ont été menées ont consisté en campagnes "stratégiques" à larges mailles au sol, renforcées par des sondages de reconnaissance. Un Inventaire Minier systématique a ensuite été entrepris dans la zone d'influence du Chemin de Fer Transgabonais (100 km dans les directions Est et Ouest de part et d'autre du tracé), permettant d'affiner sur le terrain les connaissances géologiques et minéralogiques, à la maille kilométrique.

Le FAC et le FED ont contribué pendant une dizaine d'années au financement de ces travaux, notamment au programme de télédétection réalisé entre 1981 et 1985 et à la réalisation des premières cartes géologiques à l'échelle du 1/200 000.

Depuis quelques années le FAC n'intervient plus sur les programmes de recherche minière.

5.1.1.4 Directions Générales de l'Exploration et Exploitation des Hydrocarbures, du Raffinage et de la Distribution

Les trois Directions de l'Exploration, de l'Exploitation et de la Documentation constituent une Direction Générale ; les directeur général et directeur adjoint sont assistés par deux conseillers.

La Direction de l'Exploration regroupe les Services Géophysique et Géologique qui comprennent 4 ingénieurs. Le Ministère ne dispose pas de machines de forages ; le service géophysique n'a pas acquis de matériel permettant l'exécution de travaux en électrique ou sismique, tous ces travaux sont systématiquement sous-traités (Sociétés française CGG, anglaise GECO, américaine HTS).

Dans le cadre de l'exploitation pétrolière, des permis de contrat remplacent les anciennes conventions. Les sociétés exploitantes sont ainsi tenues de fournir à la Direction du Pétrole leurs documents de prospection originaux. Néanmoins, la majorité des exploitations étant réalisées off-shore, les informations recueillies seront moins utiles pour la prospection hydrogéologique que les renseignements fournis sur le bassin sédimentaire côtier.

La Direction de la Documentation emploie une dizaine de personnes. Les données de sismique sont stockées sous supports magnétiques. L'ensemble des données concernant l'exécution des forages pétroliers sont gérées par une base de données établie sous le logiciel dBase3. Cette informatisation des données est la seule qui ait été rencontrée dans les différents services visités.

5.1.1.5 La Société d'Energie et d'Eau du Gabon

a) Activités

Créée depuis 1950, la SEEG (plus de 2 000 employés) relève aujourd'hui du statut de Concessionnaire Public ; elle exécute la politique du gouvernement et dispose du monopole de la production et de la vente de l'eau (et de l'électricité) sur l'ensemble du territoire. Suite à la récession économique, sa restructuration (diminution des salaires et des effectifs) est devenue nécessaire pour amener à une réduction des frais généraux et de fonctionnement.

La SEEG propose de bonnes conditions d'embauche (cadre de travail, taux de rémunération) qui lui permettent de drainer à elle les rares ingénieurs diplômés, qui font par conséquent défaut dans les ministères.

En matière d'eau potable, les activités de la SEEG réalisées sous la tutelle de la Direction Générale de l'Energie et des Ressources Hydrauliques, consistent en :

- la réalisation des études, le suivi de travaux et la prise en charge de la maîtrise d'oeuvre pour le compte de l'autorité concédante (Municipalité ou Etat).

Les "études" comprennent notamment :

- . l'évaluation des besoins, la prospection des ressources ;
- . l'élaboration des dossiers de requête de financement ;
- . l'établissement des avant-projets, les études de conception, l'établissement et l'analyse des dossiers d'appel d'offres.

- l'exploitation des moyens de production, de transport et de distribution : les ouvrages appartiennent à la municipalité ou à l'Etat qui en assurent le financement ; la SEEG en garantit l'entretien.

Ces activités concernent pour une part encore faible le domaine des eaux souterraines, en dehors du cas particulier des localités côtières. La SEEG est chargée de l'adduction d'eau des "centres de l'intérieur", définis par leur statut administratif (présence d'un préfet ou sous-préfet, d'une gendarmerie). Or au niveau de la ressource, les problèmes se sont peu posés en termes de quantité (les localités sont implantées en bordure de cours d'eau) et une prospection quantitative des ressources souterraines reste à effectuer.

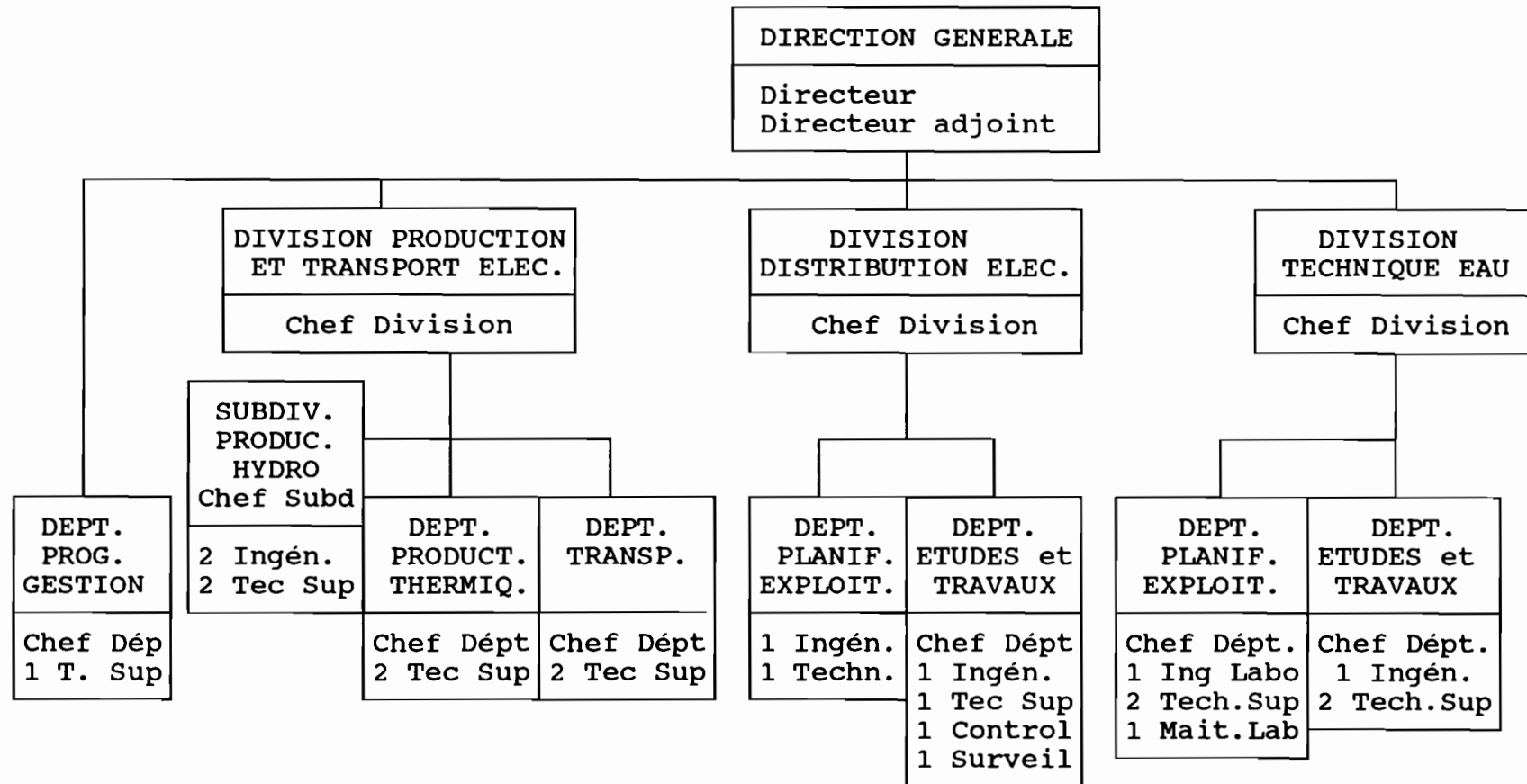
b) Organisation

La SEEG s'articule autour d'une Direction Générale (regroupant les activités d'ordre économique, statistique, juridique, social, de formation...) et comprend, en plus d'une Direction Commerciale, six Directions spécialisées dont :

- quatre directions fonctionnelles, assurant des fonctions d'études et de gestion :
 - . Direction Administrative, Comptable et Financière
 - . Direction du Personnel
 - . Direction Technique et de l'Equipement
 - . Direction Informatique
- deux directions opérationnelles, assurant l'exploitation des équipements :
 - . Direction Production - Transport qui assure l'exploitation des moyens de production et de transport,
 - . Direction de la Distribution qui exploite les réseaux de distribution, alimente la clientèle et facture la fourniture d'eau.

La Direction Technique et de l'Equipement qui réalise les études, travaux et contrôles assure par ailleurs un rôle d'ingénieur-conseil auprès des Directions opérationnelles, ainsi que le suivi de la qualité des eaux produites et distribuées. Son organigramme est présenté à la figure 5.1-3. Elle fait occasionnellement appel à des sociétés de consultants spécialisées (BRGM) pour des études de recherche d'aquifère et d'évaluation des potentialités.

Figure 5.1-3 : Organigramme de la Société d'Energie et d'Eau du Gabon



la SEEG dispose de divisions géographiques décentralisées autour des districts pour l'entretien des réseaux.

c) Moyens en personnel et matériel

Le personnel employé dans les départements techniques de la SEEG est décrit sur la figure 5.1-3.

Le service de documentation général (revues techniques...) n'est pas géré sous informatique ; les ouvrages "spécifiques" sont archivés par bureau.

Les ingénieurs disposent de micro-ordinateurs Mackintosh. Un projet de Centre de Calcul doit permettre la création d'une unité centrale assistée de terminaux ; la cartographie est amenée à se transformer avec le logiciel RéseauCad et des études de simulation de réseaux sous pression pourront être développées.

Les matériels servant au contrôle de qualité des eaux sont énumérés ci-après :

- des ensembles portables DR-EL/4 (marque HACH) sont disponibles à Franceville, Mouila et Libreville ;

- le matériel utilisé à Libreville comprend :

- . 1 flocculateur de laboratoire,
- . 1 spectrophotomètre,
- . 2 conductivimètres, 2 PH-mètres, 2 turbidimètres,
- . 2 bains-marie à 55 et 80°,
- . 1 centrifugeuse,
- . 1 four à moufle, 1 four pasteur pour la stérilisation des flacons, 1 autoclave pour la stérilisation des milieux,
- . 1 machine de pesée,
- . 2 étuves à culture de 44 et 47°,
- . 1 lecteur de colonies avec loupe,
- . 3 appareils de filtration à membrane.

Les besoins non satisfaits concernent l'achat d'une hotte sécurité, d'une armoire réfrigérée, d'un répartiteur de milieu.

5.1.1.6 L'Office du Chemin de Fer Transgabonais

A partir de 1975, des forages ont été exécutés par la Société SOGASOND sous la direction de l'OCTRA, dans le cadre de l'aménagement progressif des zones situées sous l'emprise du chemin de fer ; l'équipement de ces ouvrages mis en service entre 1983 et 1986, protégés sous abri clôturé, a été prévu au départ pour des capacités de 10 m³/h (ponctuellement remplacées par des pompes de 4 m³/h lorsque la demande l'autorise) refoulant vers un château d'eau de 100 m³ de capacité.

A l'heure actuelle, certains ouvrages sont en cours de réhabilitation : à Booué des problèmes de disponibilité des ressources surviennent en saison sèche, à Moanda la mauvaise qualité de l'eau chargée en manganèse a entraîné l'abandon des forages, à Ndjolé le forage exécuté a été délaissé à la faveur d'un captage sur les eaux de surface ; des problèmes de tenue des tubages et de teneurs en fer trop élevées ont également été soulevés.

5.1.2 Assistanes Techniques

On note une baisse notable des effectifs globaux de l'Assistance Française au Gabon, amorcée dès 1983. Entre 1987 et 1988, ces effectifs passent de 716 à 668 personnes. Le nombre des coopérants français à la Direction des Mines et de la Géologie a lui considérablement diminué, passant par exemple de 11 à 3 experts entre 1988 et 1991.

5.2 Documents cartographiques

5.2.1 Documents disponibles

5.2.1.1 Cartes topographiques

Les tableaux d'assemblage récapitulatifs de la cartographie du Gabon figurent en annexe D, soit : les couvertures disponibles aux échelles 1/200 000 et 1/50 000, les bilans des travaux en cours et les travaux projetés.

Il ressort que la cartographie au 1/200 000 ème recouvre plus ou moins bien l'ensemble du pays ; les régions du Sud sont simplement couvertes par un fond cartographique "radar" sans altimétrie. Le programme de remise à jour a été abandonné depuis quelques années au profit de l'établissement de cartes de base au 1/50 000 ème.

Le programme des travaux de cartographie au 1/50 000 ème (équidistance des courbes 20 m, précision du point côté de 5 m) se poursuit depuis une dizaine d'années. Le système de représentation UTM est utilisé avec une origine particulière au Gabon (située à Mporaloko). La majorité des repères de rattachement altimétriques établis entre 1950 et 1960 existent encore, le réseau ne nécessitant qu'un renouvellement de l'ordre de 10% ; ils fournissent l'altitude des points cotés à quelques dizaines de centimètres près. Le "zéro" origine du rattachement altimétrique est situé à Pointe Noire , au Congo.

Des cartographies aux échelles 1/20 000 et 1/10 000 existent sur certaines zones urbaines.

5.2.1.2 Couvertures aériennes

Une couverture aérienne générale existe sur le Gabon aux échelles 1/40 000 ou 1/60 000 ème ; les dates d'acquisition des photographies s'échelonnent entre 1948 et 1986. Des commandes spéciales ont été exécutées localement et à des dates plus récentes, sur des zones urbaines ou d'aménagements spécifiques (le long de la voie du chemin de fer Transgabonais), à des échelles variant du 1/30 000 au 1/8 000 ème.

5.2.1.3 Images satellite et Radar

Dans un environnement équatorial climatiquement peu favorable à l'acquisition d'images (forte couverture nuageuse et couvert forestier dense), la télédétection multivecteur a représenté, au Gabon, une alternative capable de fournir rapidement une vue synoptique de la morphologie du pays. En 1981, dans le cadre d'un vaste programme d'inventaire systématique des ressources naturelles, il a été réalisé une couverture de l'ensemble du territoire par radar latéral aéroporté (système GEMS 1000, de résolution au sol 12 m), accompagné d'un lever aérogéophysique (magnétisme et spectrométrie) du socle précambrien. Cette opération visait le double objectif de cartographie et d'amélioration des connaissances géologiques. Les films originaux sont produits à 1/400 000 et la restitution des données par mosaïquage est réalisée à 1/1 000 000, agrandie à 1/200 000.

5.2.1.4 Cartes géologiques

Outre une synthèse géologique au 1/1 000 000 datant de 1970, il existe une cartographie générale de reconnaissance géologique au 1/500 000 dont la majorité des feuilles sont antérieures à 1960.

Le traitement et l'interprétation plus récente des données aéroportées ont permis la réalisation de mosaïques radar et de cartes d'interprétation géologique à l'échelle 1/200 000, qui sont accompagnées de schémas et coupes géologiques.

Dans le cadre de l'"Inventaire Géologique et Minier Transgabonais", le BRGM est chargé de l'élaboration et de l'édition de synthèses géologiques et géochimiques au 1/200 000, sur les zones situées sous l'emprise du chemin de fer. Ces synthèses s'appuient sur les résultats de prospections générales effectuées entre 1981 et 1985, et prennent en compte les données d'interprétations photogéologiques, géochimiques et radargraphiques. Une première carte (celle de BOOUE) est disponible ; un financement est recherché pour l'édition de deux nouvelles cartes, déjà finalisées (MOUILLA et MITZIG). Les feuilles de LASTOURVILLE, KANGO et LAMBARENE, actuellement sous forme de minutes, doivent être complétées par des travaux de contrôle de terrain, synthèse et compilation.

5.2.1.5 Cartes hydrogéologiques

Une "Carte de Planification des ressources en eau" a été dressée par le BRGM en 1982. Cette synthèse est essentiellement qualitative. La carte en six couleurs comprend les thèmes suivants :

- fond géographique, réseau hydrographique, stratigraphie simplifiée ;
- ressources renouvelables : correspondant pratiquement aux précipitations efficaces, elles sont évaluées en termes subjectifs de réserves "moyennes à élevées", "faibles à moyennes", etc. L'état de reconnaissance et d'exploitation des aquifères, beaucoup trop limité, n'autorisait pas l'élaboration de cartes de productivité.

Quelques notions de chimie des eaux sont présentées.

5.2.2 Archivage et diffusion

Les cartes topographiques sont diffusées par l'Institut National de Cartographie (dépendant du Ministère des Domaines du Cadastre et du Droit de la Mer). La mise à jour des publications cartographiques (annexe D) date de décembre 1990. Il est à noter qu'aucun titre nouveau n'a été mis en vente depuis cette date.

Les négatifs originaux n'étant pas disponibles à l'Institut de la Cartographie, une commande de couvertures photographiques demande un délai d'un mois.

Les cartes géologiques sont normalement diffusées à la Direction des Mines et de la Géologie ; les plus anciennes sont uniquement consultables.

5.2.3 Qualité des données

On note la grande imprécision des cartes qui n'ont pas fait l'objet de remises à jour. L'utilisation de fonds topographiques beaucoup trop hétérogènes nuit à la qualité des documents de base : certaines éditions datent des années 50, certains fonds topographiques sont de simples "croquis d'itinéraires" très succincts.

La majorité des photographies aériennes sont trop anciennes ; les tracés des réseaux de pistes et les localisations des villages ont évolué. On note dans les rapports hydrogéologiques que "la couverture photogéologique est ancienne, de mauvaise qualité et incomplète".

Le problème essentiel des acquisitions "photographiques" ou "satellites" réside dans la présence quasi continue d'un couvert nuageux sur la forêt gabonaise (les prises de vues sur ces régions sont inexploitable) ; la bordure côtière présente des conditions atmosphériques plus favorables (des images satellites sont disponibles sur Libreville par exemple).

L'apport des mosaïques radar est remarquable par la qualité et la clarté des aspects de la fracturation et des formations géologiques repérables en surface.

L'édition récente de cartes géologiques au 1/200 000 est très complète ; elle est accompagnée d'une notice explicative, de cartes toponymique et structurale, d'esquisses géologiques et log stratigraphiques, etc.

5.2.4 Lacunes et insuffisances

Le programme de couverture topographique au 1/50 000 est réalisé à 45% ; 30% des cartes sont en cours d'élaboration. La région centrale de Booué et les régions Nord-Est (Minkébé...) ne sont pas cartographiées.

Malgré divers tentatives de programmation satellitaire, certaines régions n'ont pas pu être couvertes.

La carte de planification hydrogéologique est trop imprécise et succincte. Compte tenu des nouvelles données acquises sur les forages lors de la campagne d'hydraulique villageoise, il paraît indispensable d'établir de nouveaux documents synthétiques.

5.3 Données hydrogéologiques - Caractéristiques géologiques et géométriques du système aquifère

5.3.1 Collecte des données et traitement

5.3.1.1 Inventaire des puits et forages et données de base

a) Données générales

Les fiches de points d'eau réalisées en 1977 lors de la phase d'inventaire préliminaire (Cf Annexe E) ne comprenaient que l'étude de 3 Provinces, comptabilisant 108 sources, 20 puits et 6 forages. Les fluctuations des niveaux d'eau étaient grossièrement relevées et une coupe géologique schématique décrivait l'aménagement.

Les formulaires de saisie constitués lors de la campagne d'hydraulique villageoise 1981-86 sont exhaustifs (Cf Annexe E) ; on peut y trouver entre autres les données suivantes pour les 328 villages enquêtés :

- alimentation actuelle en eau potable,
- données économiques (population, existence d'école...)
- ressources en eau (eaux de surface, sources, ouvrages exploitant les eaux souterraines...),
- besoins en eau, etc.

Un dossier est constitué par village, les résultats des travaux d'implantation y sont présentés et des cartes au 1/200 000 permettant la localisation des ouvrages sont données en annexe. Le rapport de synthèse des résultats comprend deux cartes au 1/500 000 fournissant la position des forages exploitables et leur productivité, la profondeur du plan d'eau au moment de l'exécution des ouvrages, l'épaisseur d'altération éventuelle.

L'ensemble de ces fiches d'inventaires fournissent donc des données ponctuelles importantes, mais un balayage exhaustif de l'ensemble du pays n'a pas été réalisé.

L'analyse des données a permis de préciser partiellement la perméabilité des aquifères et d'établir leur différenciation régionale (Cf chapitre 2.1.2.2) ; elle a permis d'individualiser quelques zones défavorables à l'exploitation souterraine des eaux (Cocobeach de Lambaréné, granito-gneiss de l'Oyem et du Woleu N'tem, série Rouge du sud du bassin côtier..).

Ces résultats ont amené à mieux définir les conditions de prospection hydrogéologique. Dans les formations cristallophylliennes et cristallines, la prospection reste basée sur la recherche des fracturations. Les études d'implantation de forages comportent un examen de photographies aériennes suivi d'une reconnaissance sur le terrain. L'apport de la photogéologie est inégale en fonction de la qualité et de l'ancienneté des images.

Certaines solutions ont été apportées pour résoudre les problèmes techniques en cours de foration, tels que la boulangerie des sols, le captage des sables fins ou l'équipement de forages à faible débit.

b) Données sur les ouvrages réalisés

Le tableau 2.2-2 indique la répartition par province des ouvrages d'Hydraulique Villageoise ; les figures 5.3-1 à 5.3-6 comptabilisent par aquifère, le nombre des forages productifs ou abandonnés. Certaines provinces ont été peu prospectées et connaissent de plus un taux d'échec élevé (la formation du Cocobeach de l'Ogooué Maritime et de l'Estuaire est très peu favorable). La figure 5.3-7 récapitule la distribution des ouvrages exécutés par formation aquifère.

Sous la direction de l'OCTRA, 18 forages ont été réalisés dans les Stations du Chemin de Fer Transgabonais. Des études économiques et des études hydrogéologiques d'implantation ont été menées par le BRGM. Les ouvrages ont été exécutés par la Société Sogasonde ; certains documents seraient disponibles en archives.

Quelques ouvrages, financés par les sociétés pétrolières pour le développement des régions, ont été réalisés dans le cadre d'un "programme solaire" : Elf Gabon a par exemple équipé le forage du centre d'Akok (débit de 18 m³/jour) d'une pompe Guinard et d'un générateur solaire.

Figure 5.3-1 : Nombre de forages villageois réalisés

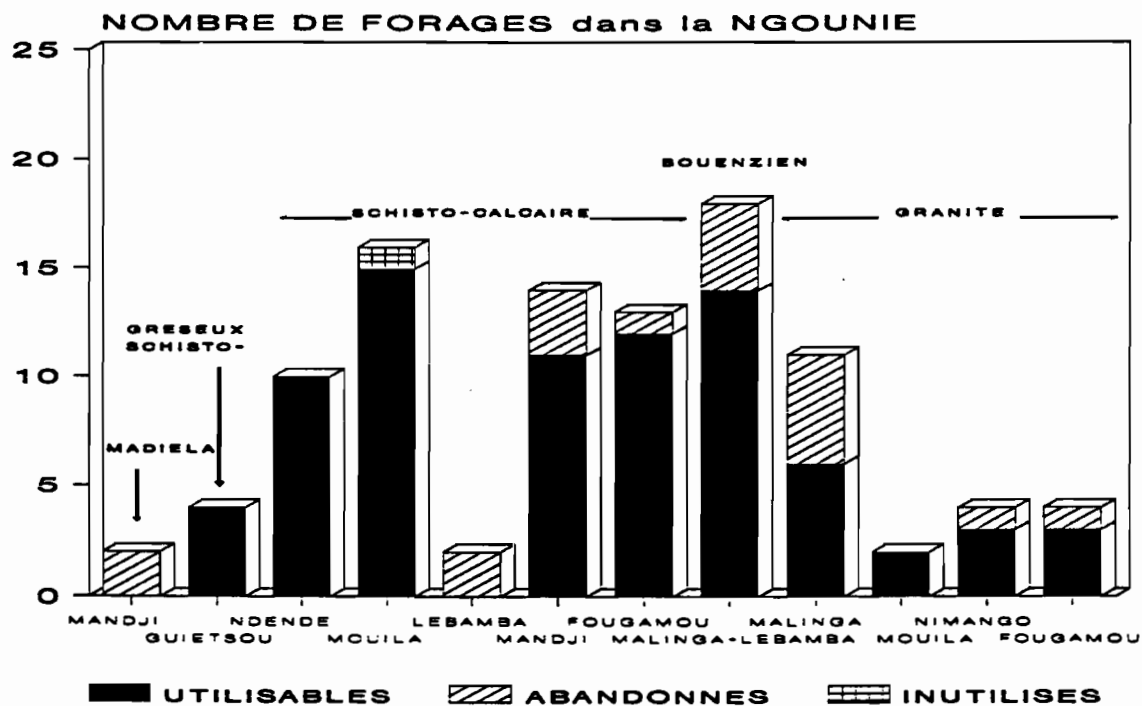


Figure 5.3-2 : Nombre de forages villageois réalisés

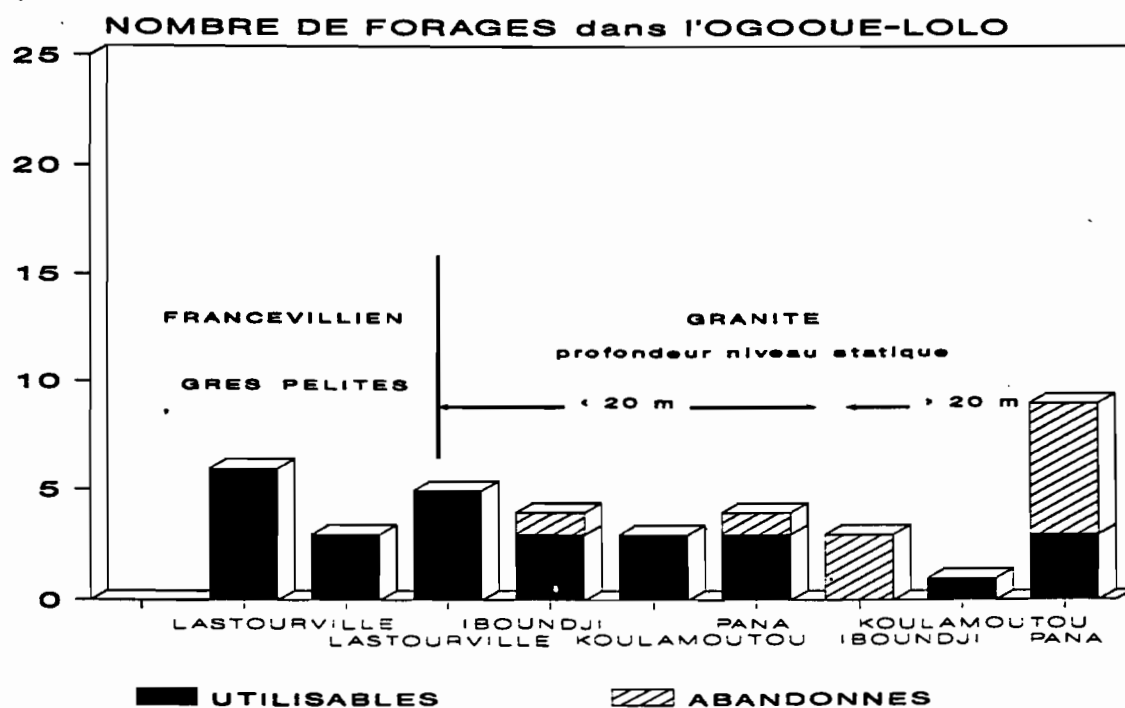


Figure 5.3-3 : Nombre de forages villageois réalisés

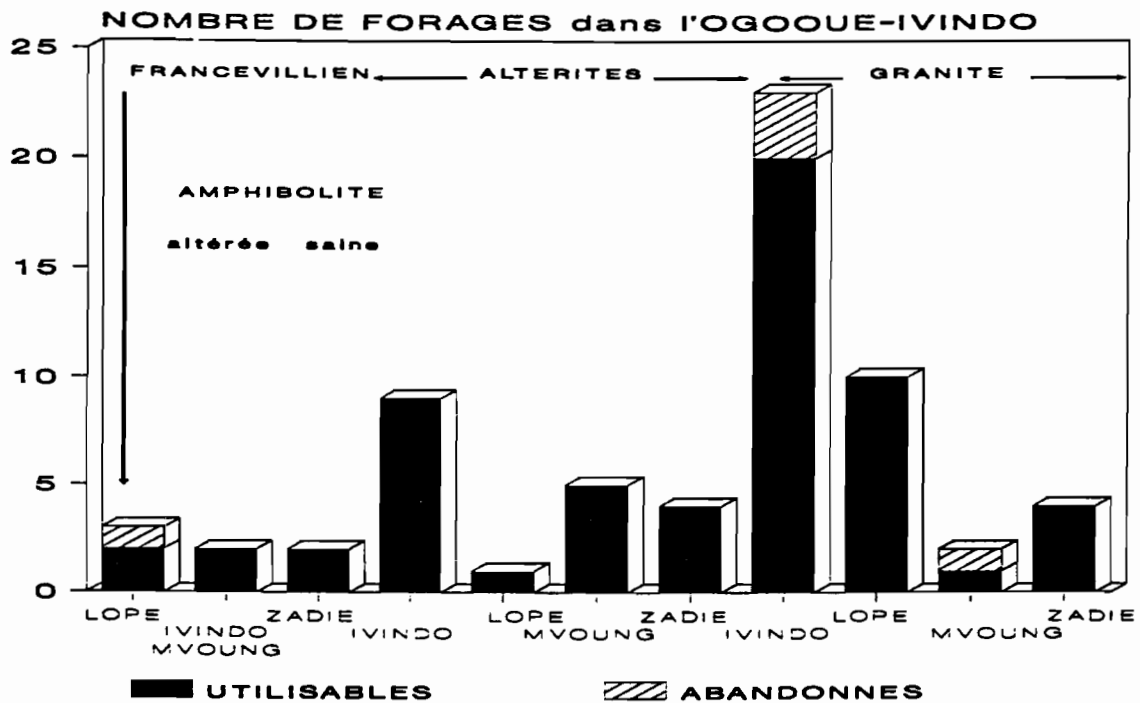


Figure 5.3-4 : Nombre de forages villageois réalisés

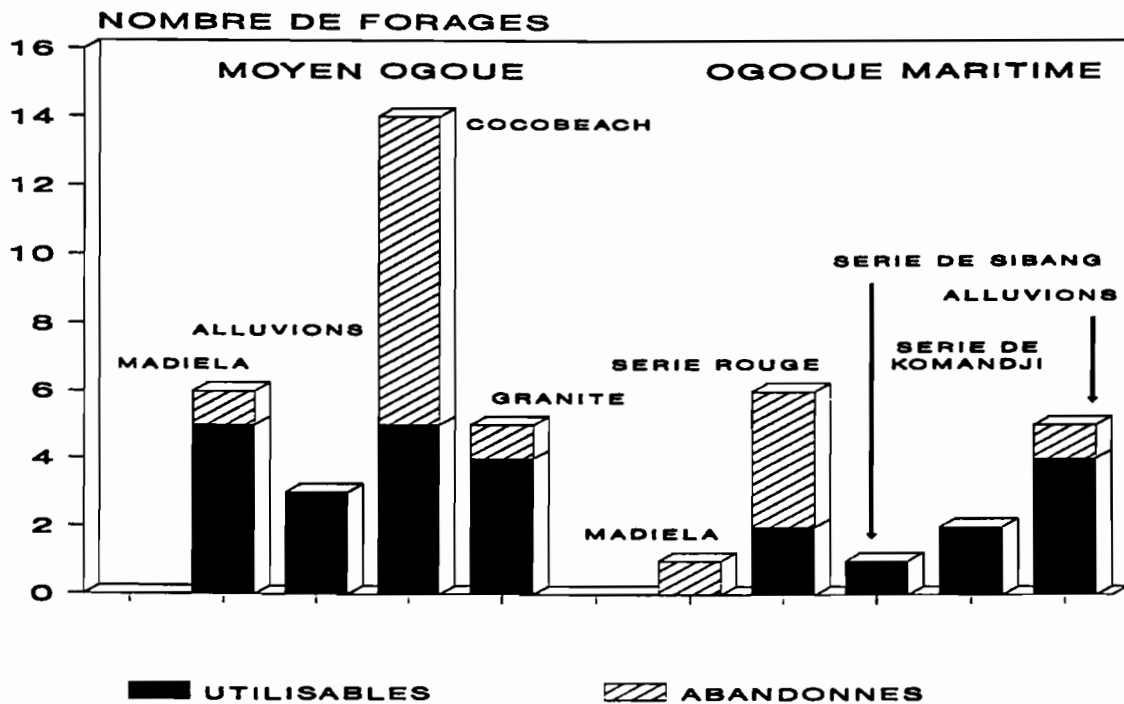


Figure 5.3-5 : Nombre de forages villageois réalisés

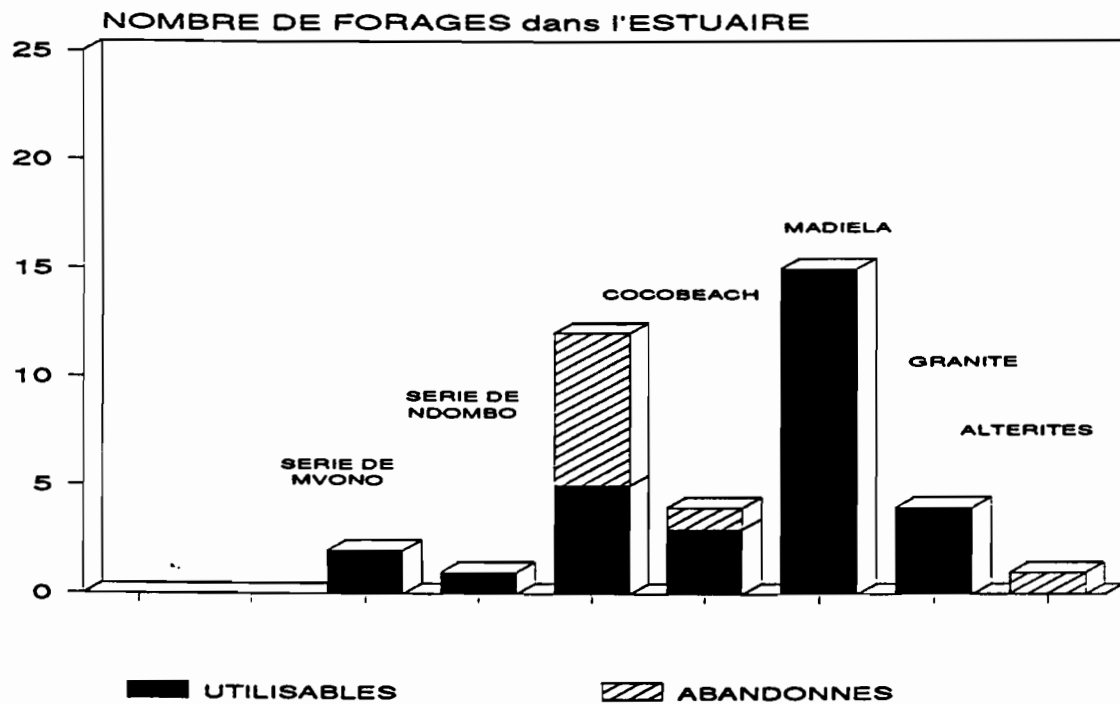
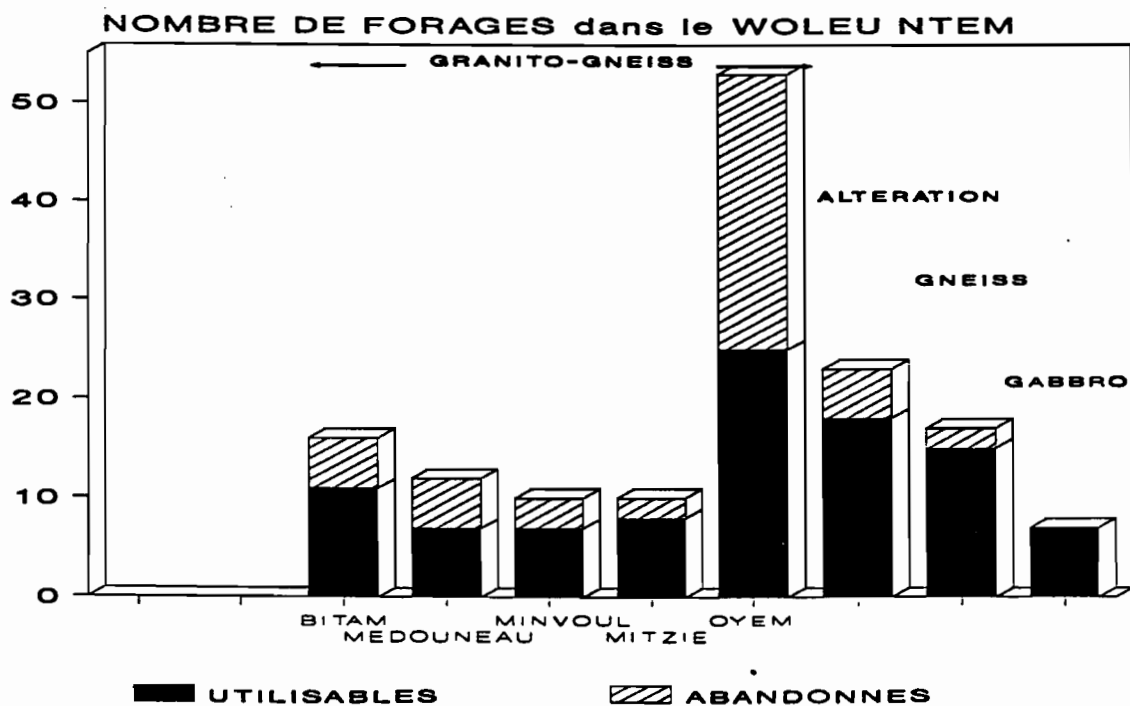


Figure 5.3-6 : Nombre de forages villageois réalisés



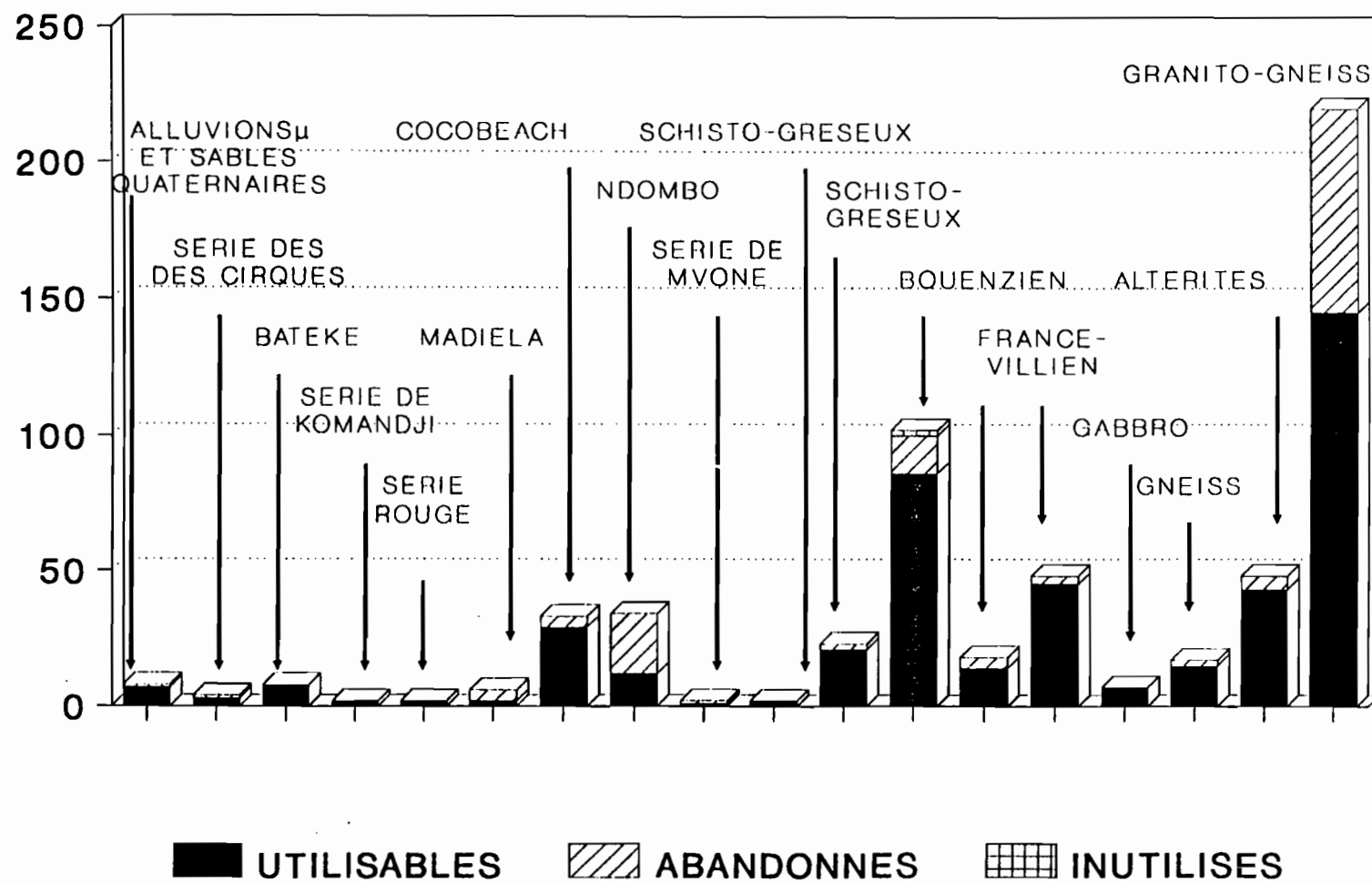


Figure 5.3-7 : Distribution des forages par formation géologique

5.3.1.2 Inventaire des sources

Il n'existe pas d'inventaire exhaustif sur le territoire gabonais. Au cours de la récente Réactualisation des Etudes d'Hydraulique Villageoise, seuls les villages accessibles ont été enquêtés sur le thème "conditions actuelles d'alimentation en eau" ; les sources n'ont jamais fait l'objet de suivi de débit régulier, leur débit a seulement été estimé de façon ponctuelle au cours des différentes phases d'inventaire.

5.3.1.3 Données géologiques

Le Service Géologique National a dressé un bilan géologique de la République Gabonaise dans le cadre du Plan Minéral de 1971, en réalisant la synthèse des connaissances de géologie générale à l'échelle du 1/500 000, puis en affinant les prospections pour l'établissement de cartes au 1/200 000. Des documents d'interprétation géologique et structurale sont disponibles (log stratigraphiques, coupes géologiques, notices..) ainsi que les résultats de sondages de reconnaissance

La Direction de l'Exploration et de l'Exploitation inventorie sur une carte à l'échelle 1/500 000, l'ensemble des forages d'exploration effectués sur le bassin sédimentaire (généralement forages en 26", de 50 à 100 m de profondeur) ; passée une période de 10 ans, les informations obtenues ne sont plus confidentielles.

5.3.2 Archivage et diffusion

La législation prévoit que tout ouvrage de profondeur supérieure à 10 m devra être déclaré à la Direction des Mines ; une telle mesure si elle est mieux appliquée pourrait permettre d'établir régionalement des logs synthétiques des formations traversées par forage.

Il conviendrait de dépouiller les documents disponibles dans les archives de l'OCTRA et relatifs à une vingtaine d'ouvrages.

La Direction de l'Energie et des Ressources Hydrauliques a été destinataire de l'ensemble des dossiers de village et fiches d'ouvrages réalisés au cours des études d'Inventaires ou d'Exécution.

5.3.3 Qualité des données

Les essais par pompage réalisés au cours de la campagne d'hydraulique villageoise ont rarement pu être interprétés convenablement suite à une série d'incidents ou faute de matériel adapté (insuffisance des durées de pompage et effets de capacité non amortis, débit de la pompe trop faible, perturbations en cours de pompage...).

5.3.4 Lacunes et insuffisances

Sur l'ensemble des localités ou "campements", il est important d'établir un inventaire plus exhaustif de l'état d'équipement des ouvrages (tubages, pompes...), de constituer un descriptif des aménagements anciens (schémas de captage des sources, profondeur des puits...), de réaliser des mesures comparatives de débits des sources entre l'étiage et la période des hautes eaux. On remarque qu'en général il n'a pas été prévu d'emplacement pour descendre la sonde piézométrique sur les ouvrages récents.

On note l'inexistence flagrante d'un certain nombre de données, indispensables d'une part à l'évaluation des potentialités souterraines (paramètres hydrodynamiques), d'autre part à l'évaluation des besoins en eau (consommations d'eau par habitant...).

La gestion des données doit être uniformisée par la mise en place d'une base de données ; celle-ci facilitera les remises à jour et interprétations, ainsi que leur consultation. Ce stockage informatisé permettrait d'éviter les pertes d'informations.

5.4 Géophysique

5.4.1 Contexte d'exécution

Il n'existe de service de géophysique et de géophysicien ni au sein de la Direction de l'Energie et des Ressources Hydrauliques, ni à la Direction des Mines et de la Géologie. Tous les travaux sont sous-traités à des sociétés spécialisées, généralement implantées à Libreville. D'après les termes des prestations devant être menées par le Ministère, notamment "la conduite des études, l'établissement des marchés, le contrôle de la réalisation des projets dont le Ministère assure la maîtrise d'oeuvre", du personnel devrait être qualifié dans ce domaine pour, sinon être capable d'exécuter certains travaux, du moins pouvoir analyser les interprétations réalisées.

5.4.2 Organisation des campagnes et interprétation

Les investigations géophysiques ont pour but :

- dans les formations sédimentaires, de mettre en évidence et localiser grâce à des sondages électriques, les horizons résistants (gréseux, sableux ou calcaires), susceptibles d'être aquifères ;
- dans le socle cristallophyllien, localiser les altérations grâce à des traînées de résistivité, les anomalies conductrices détectées pouvant être liées aux axes de fracturation, sièges de circulation préférentielle des eaux souterraines.

La présence de terrains très conducteurs (essentiellement marneux dans le Cocobeach), induisant des différences de potentiel extrêmement faibles qui ne permettent plus d'obtenir des résultats fiables sur la prolongation des courbes de sondage, peut considérablement gêner la prospection dans le Bassin Sédimentaire. Des confusions peuvent apparaître entre des niveaux calcaires productifs très conducteurs (de l'ordre de 500 ohm.m) et des formations argileuses stériles qui atteignent 1 000 ohm.m. De plus, on note parfois une forte hétérogénéité dans les formations, liée à la tectonique.

Les principales investigations ont été réalisées dans le cadre de la campagne d'Hydraulique Villageoise 1981-1986.

L'apport de la géophysique a été ressenti comme plus essentiel dans le contexte de milieux fissurés peu perméables (granito-gneiss) ou pour la recherche de gros débits et dans des contextes particuliers tels que la prospection des sables littoraux.

5.4.3 Archivage et diffusion

En dehors des travaux d'implantation dans le cadre de l'Hydraulique Villageoise, il existe des études ponctuelles (BRGM, CGG, EDF..) de géophysique électrique appliquée à la prospection hydrogéologique sur l'intérieur du pays (Mitoungou, Zamaya, Fougamou, Moanda, Owendo...) ainsi que des études importantes sur la nappe des sables de Port Gentil et le cordon littoral d'Akwango (région de Libreville).

Un exemplaire de chacun des dossiers disséminés dans les différentes sociétés devrait être archivé à la Direction de l'Energie et des Ressources Hydrauliques.

5.4.4 Qualité des données

Certains dossiers géophysiques sont anciens (1970 ou antérieurs). Les travaux d'interprétation de la campagne 1981-1986 sont divers et de bonne qualité.

Des catalogues de diagrammes électriques ont été constitués pour les formations nouvellement rencontrées ; des exemples-types de sondages et traînées de résistivité sont présentés avec les coupes réelles des forages exécutés, ce qui permet d'analyser par formation géologique, les corrélations possibles entre les données électriques et les résultats hydrauliques.

Des étalonnages (géophysique électrique/logs géologiques) sont indispensables dans le cas de certaines formations (par exemple les schistes et grès du Bouenziens). En effet, les sondages électriques ne peuvent fournir de données précises sur les différentes lithologies lorsqu'elles présentent des valeurs de résistivité trop variables, en fonction du degré de compacité ou de fissuration et de l'altération.

5.4.5 Lacunes et insuffisances

En général les rapports ne fournissent pas les courbes brutes des sondages réalisés, qui ne peuvent donc pas être réinterprétés. Ils comprennent par contre des cartes d'implantation, des coupes géologiques estimatives...

5.5 Données sur la qualité des eaux

5.5.1 Campagne de mesures, collecte et traitement

5.5.1.1 Direction Générale des Etudes et Laboratoires

La Direction effectue un nombre important d'analyses pour le compte de privés : brasseries, sociétés alimentaires, laboratoires pharmaceutiques, prélèvements de contrôle des eaux de baignade et des eaux potables.

Seuls les ouvrages du programme d'hydraulique villageoise (environ 400 points d'eau) ont fait l'objet d'une véritable campagne de mesures hydrochimiques, dont les résultats ont été transmis sous forme manuscrite au BRGM, maître d'oeuvre du projet.

5.5.1.2 Société d'Energie et d'Eau du Gabon

a) Villes Principales

Le Laboratoire Central d'Analyse d'Eau de la SEEG doit contrôler de façon routinière la qualité (physico-chimique, bactériologique et plus rarement toxicologique) de l'ensemble des eaux brutes captées et des eaux traitées pour la desserte AEP. Le budget annuel de fonctionnement du Département Planification-Exploitation dont il dépend est de 4 millions de FCFA. Les besoins "exprimés" pour les investissements du Laboratoire sont de 7 à 10 millions de FCFA. Le personnel du laboratoire est constitué d'un responsable diplômé de l'Ecole de Chimie de Paris et d'un laborantin formé à la Lyonnaise des Eaux. Le Centre des Métiers qui délivre des diplômes de Techniciens Supérieurs en Electro-mécanique et Traitement des Eaux est amené à former des techniciens dans le domaine de la qualité des eaux.

Les contrôles de qualité sont quotidiens et certains même continus à Libreville ; à Port Gentil et Franceville, les analyses sont effectuées par les Services de Santé qui envoient leurs résultats à Libreville pour validation.

Le Laboratoire effectue de plus quelques prestations de service pour les particuliers.

b) Centres de l'Intérieur

Les campagnes de mesures ont été subordonnées à l'avion "cantine" qui assurait tous les 15 jours l'acheminement des échantillons à analyser. Suite à la dégradation des vols de fret, il a été indispensable de mettre en place, au niveau des Centres urbains de l'intérieur, une petite unité de suivi des traitements appliqués à l'eau de distribution.

Ce suivi de qualité est assuré par une équipe mobile (en fait 1 à 2 personnes en mission) basée à Libreville, intervenant avec une fréquence théorique de 2 missions de 3 jours par mois, soit 2 passages annuels par centre. Ce rythme n'est pas toujours suivi, compte tenu des contraintes de déplacements et des priorités imposées sur certains sites vétustes. Un véhicule peut être mis à disposition à Libreville (aucun véhicule n'est "affecté" au laboratoire) et utilisé jusqu'à Port Gentil. Plus généralement, un véhicule d'exploitation de la SEEG est retenu sur place, au préalable ; les déplacements principaux s'effectuent par avion. Les analyses de routine sont effectuées in situ à l'aide des valises de terrain portatives "hydrocure" et "DR-EL/5". Les analyses bactériologiques sont couramment effectuées à titre onéreux par les laboratoires des hôpitaux (10 à 20 000 FCFA/analyse).

5.5.1.3 Office du Chemin de Fer Transgabonais

Les analyses concernant les points d'alimentation en eau potable des stations du Transgabonais sont effectuées à la demande de l'OCTRA, par le Centre National de Contrôle Antipollution.

5.5.2 Archivage et diffusion

5.5.2.1 Direction des Etudes et Laboratoires

La Direction des Etudes et Laboratoire dispose d'une importante quantité de données concernant la qualité des eaux, qui sont archivées manuellement. Il existe un service de documentation technique, tenu par un ingénieur disposant d'un diplôme de Maîtrise de Chimie.

5.5.2.2 Société d'Energie et d'Eau du Gabon

Les résultats d'analyses exécutées sur le terrain devraient en principe être consignés sur les registres locaux, mais cette pratique reste inexistante sur certains sites.

L'archivage des résultats est géré manuellement à Libreville.

5.5.3 Qualité des données

Dans l'ensemble du pays, la minéralisation globale des eaux couramment très faible engendre des difficultés d'analyse. Les teneurs de certains éléments sont en limite du seuil de détection de l'appareillage

ou d'un ordre de grandeur équivalent à l'erreur de mesure (Cf analyse d'eau de N'toum en Annexe E : $\text{Cl}^- = 14,3 \pm 3 \text{ mg}$, $\text{HCO}_3^- = 28,1 \pm 6,1 \text{ mg}$). Les contrôles par balance ionique prévus par l'OMS ne sont pas adaptés à ce type d'eaux. Les normes internationales ou françaises concernant la qualité sont autrement respectées.

L'existence au sein de la Direction des Etudes et Laboratoires d'un petit service de maintenance opérationnel (constitué par deux techniciens supérieurs), disposant de pièces de rechange, contribue clairement au bon fonctionnement des laboratoires. Les réactifs sont disponibles en quantité suffisante.

5.5.4 Lacunes et insuffisances

La Direction des Etudes et Laboratoires ne dispose d'aucun ingénieur spécialiste en Hydrochimie, susceptible de traiter les données accumulées.

L'ensemble du laboratoire de la SEEG est opérationnel pour l'exécution d'un nombre donné d'analyses, mais la masse des travaux à effectuer est telle qu'il ne peut pas tout assurer, souffre de l'absence d'automatisation dans certaines manipulations et manque de petit personnel pour les tâches routinières (nettoyage des ustensiles par exemple). Une partie des analyses routinières est déjà effectuée localement par le Centre National Antipollution ou confiée à la Direction des Etudes et Laboratoires. De même que le Ministère de la Santé, ce dernier est censé tenir un rôle indépendant d'observateur et de contrôle qu'il n'exerce pas dans les faits.

La création d'une "Structure Régionale" est en discussion entre les Directions Technique-Etudes et Production de la SEEG. Géré sur la base des structures de la SEEG, cet Institut décentralisé permettrait un quadrillage plus systématique des régions de l'intérieur pour les travaux de contrôle et entretien.

5.6 Archivage informatique

5.6.1 Matériel et logiciels disponibles

La SEEG, comme la Direction de l'Energie et des Ressources Hydrauliques, ne disposent que des Mackintoshs fournis dans le cadre d'un projet canadien, utilisés essentiellement pour le traitement de texte et les feuilles de calcul.

5.6.2 Traitements informatiques des données

Aucune gestion informatique n'est assurée dans le domaine des eaux souterraines, que ce soit au niveau du traitement et de la gestion des données techniques ou bien au niveau de la gestion de documents (documentation).

CHAPITRE 6

EXPERTISE ET EVALUATION

6.1 Besoins en données

6.1.1 Besoins en données concernant les eaux de surface

6.1.1.1 Besoins en données pluviométriques et climatologiques

Il s'agit des besoins portant sur les paramètres climatiques, surtout les précipitations et l'évaporation, mais aussi la température, l'humidité relative, voire le vent ou la nébulosité.

Dans la situation actuelle les nombreuses demandes venant d'horizons divers sont très difficilement satisfaites puisqu'il n'existe pas de publications et que la DMN est mal organisée pour pouvoir répondre efficacement et rapidement aux besoins d'information qui vont croissant (Cf. 3.1.2).

Le Service d'Agrométéorologie de la DMN a établi une liste des sociétés agricoles qui ont exprimé leur besoin de coopérer avec la DMN.

On relève ainsi :

- **AGROGABON** (Société de Développement de l'Agriculture et de l'Elevage au Gabon),
- **SOSUHO** (Société sucrière du Haut Gabon),
- **CIAM** (Centre d'Introduction et de multiplication du matériel végétal vivrier et fruitier),
- **AGRIPOG** (Agriculture de Port Gentil),
- **OGAPROV** (Office gabonais de production de viande à Port Gentil),
- **SICAV** (Société d'Agriculture et d'élevage divers),
- **PIN** (" " " "),
- **SIAEB** (Société industrielle Avicole et Elevage de BOUMANGO),
- **SMAG** (Société Meunière et Avicoles du Gabon),

- **HEVEGAB** (Société de développement de l'Hévéa culture au Gabon),
- **COPRAH** projet cocotier,
- **CMCE** (Centre de multiplication du cacaoyer d'élite),
- **IRAF** (Institut des Recherches Agronomiques et Forestières),
- **Un certain nombre de particuliers possédant des fermes.**

6.1.1.2 Besoins pour l'évaluation de la ressource en eau de surface

Pour la Direction de l'Electricité du Ministère des Mines, de l'Eau et l'Energie, et la Direction Technique et de l'Equipement de la SEEG, les besoins concernent d'abord l'environnement hydrologique :

- des aménagements existants :

vallée de la Mbei (**Kinguélé et Tchimbélé**)

vallée du haut Ogooué (**Poubara**)

- des aménagements en cours :

vallée de la Louessié (Bongolo avec 3275 KVA installés en 1992 pour l'électrification de **Lebamba, NdenDe, Mouila**).

- des aménagements en projet :

minicentrales sur l'Okano et près de **Medouneu**

Pour les mêmes Services, les besoins concernent aussi la Prévision hydrologique en temps réel au voisinage des aménagements opérationnels cités ci-dessus : régions du Sud-Ouest et Sud-Est du Chaillu, des Monts de Cristal.

A la suite de l'extrême sécheresse de 1983 la demande intéresse aussi le fonctionnement hydrologique en étiage des bassins alimentant l'usine de traitement d'eau de NTOUM, pour la région de Libreville, soit l'ensemble.

ASSENGO	prise de 200l/s
Meba	90l/s
Saza	65l/s
Mbomo	280l/s
Mbe	600l/s
Nzeme	

6.1.1.3 Besoins en données pour l'évaluation des risques

Ces besoins sont surtout exprimés à la Direction Générale des Travaux Publics.

- Ce sont d'abord les risques d'inondations concernant les grands ouvrages et les agglomérations : les grandes crues de novembre 1988 et 1989 dans les vallées de l'Ivindo, la Ngounié, l'Ogooué ont entraîné de sérieux dommages à Ndjolé, Lambaréné, Fougamou, Mouila.
- Ce sont ensuite les risques concernant l'évacuation des crues sur petits bassins versants (ouvrages routiers ou d'assainissement urbain) et l'érosion hydrique des talus.
- Ce sont enfin les risques d'une éventuelle évolution hydro-climatique et de ses conséquences sur le régime des fleuves.

En effet, les observations faites ces dernières années inquiètent et l'on se préoccupe de la place et du sort de la zone subéquatoriale africaine atlantique dans les derniers modèles climatiques.

Cette inquiétude n'est pas sans fondement.

D'un côté, La dernière décennie est marquée au Gabon par un affaiblissement de la crue " australe " : pour la Ngounié le maximum, désormais en mars, se rapproche de la crue de novembre qui reste à peu près stable.

Mais dans l'hémisphère Nord, et sous réserve d'inventaire, la crue de novembre vient plus précoce et plus puissante (+ 20 % sur les mois de septembre, octobre, novembre à la station de **Makokou** sur l'Ivindo, aux dépens de la crue de mai avec -25 % sur ce mois par exemple).

Si elle devait se confirmer, cette situation se traduirait par une augmentation du risque lié aux crues de Novembre sur l'Ivindo, l'Ogooué Moyen et inférieur puisque la crue de novembre reste soutenue sur la Ngounié.

Le constat ci-dessus est déjà fait dans l'article de Mahé, Lérique, Olivry (1990) en Bibliographie.

6.1.2 Besoins concernant les eaux souterraines

6.1.2.1 Besoins en données pour l'évaluation de la ressource

Dans un objectif de mise en valeur des ressources en eaux souterraines au Gabon, un programme d'extension des activités hydrogéologiques doit être développé.

Un grand nombre de données et de documents sont dispersés dans les différentes Directions des Ministères et méritent une étude exhaustive, permettant d'extraire l'information exploitable en hydrogéologie :

- les documents géologiques (cartes, logs stratigraphiques de forages, rapports des prospections de terrain) des Directions des Mines et de la Géologie et des entreprises de forages,
- les rapports géophysiques des Directions de l'Exploration et Exploitation des Hydrocarbures,
- les données hydrochimiques de la Direction des Etudes et Laboratoire, du Ministère de la Santé...,
- les rapports d'études détenus par la SEEG,
- les rapports de travaux et dossiers d'analyse répertoriés au BRGM...

L'évaluation des ressources consistant en l'analyse synthétique d'un ensemble de données élémentaires, exige dans le cas du Gabon, l'acquisition d'un nombre considérable de paramètres dont la connaissance a été négligée jusqu'à ce jour :

- acquisition de données hydrodynamiques (transmissivité, coefficient d'emménagement) par pompage d'essai de longue durée avec suivi sur un piézomètre,
- campagne de mesures piézométriques sur l'année hydrologique et suivis interannuels, suivant une répartition spatiale étudiée,
- campagne de mesures de débits en périodes contrastées (étiage, hautes eaux),
- évaluation des pluies efficaces et des débits d'exhaure.

Ce travail devrait aboutir à la réalisation de cartes hydrogéologiques et de rapports de base synthétisant :

- . l'identification physique et hydrodynamique des réservoirs,
- . l'évaluation de la recharge des différents aquifères,
- . l'évaluation des potentialités d'exploitation (aptitudes, débits unitaires et spécifiques attendus, vulnérabilité à la sécheresse et la pollution),
- . le bilan des exploitations actuelles.

Une étude comparative avec les grands ensembles d'Afrique Centrale permettrait de situer les unités géologiques gabonaises dans un contexte hydrogéologique régional.

6.1.2.2 Besoins en données pour l'évaluation des risques

a) Evaluation sur le plan quantitatif

Les risques de pénurie existent sur les villages de l'intérieur qui n'ont pas été touchés par la campagne d'hydraulique villageoise. Il s'agit de quantifier les ressources pérennes réellement disponibles, en jaugeant pendant la période d'étiage les débits des sources et des écoulements sollicités pour l'alimentation en eau potable.

D'autre part, des baisses notables du niveau piézométrique des nappes ont été observées localement sur certains ouvrages ; les fiches de villages enquêtés intègrent une appréciation qualitative sur les variations annuelles de hauteur d'eau, le tarissement des ouvrages.

Ces fluctuations ne sont pas surveillées et doivent faire l'objet d'un suivi régulier.

b) Evaluation sur le plan qualitatif

Le principal facteur de non potabilité des eaux est lié à la présence de fer (Libreville, Booué) et de manganèse. La teneur en fer n'a pas été contrôlée avec suffisamment de rigueur au cours de l'exécution de certains ouvrages, notamment de ceux réalisés par SOGASONDE pour le compte de l'OCTRA.

Les risques liés aux problèmes d'intrusion salée sont limités aux localités côtières souvent situées entre la mer et une lagune (Cocobeach, Gamba, Omboue, Mayumba) où l'exploitation de la nappe superficielle en équilibre de densité sur l'eau salée reste la seule alternative.

D'une façon générale, le suivi de qualité opéré est trop succinct et le réseau de contrôle doit être renforcé.

6.2 Diagnostic en pluviométrie

6.2.1 Evaluation générale

La présentation des caractéristiques pluviométriques propres au Gabon, telles qu'exposées au point 1.6 du présent rapport, montre que les connaissances acquises méritent d'être considérablement améliorées. Les résultats décrits privilégient les données des stations synoptiques car celles-ci ont les séquences d'observation les plus longues et ont bénéficié en priorité des nécessaires exigences d'entretien et de contrôle.

Ils s'appuient par ailleurs sur une période se terminant vers 1975-80 or l'on sait que l'état du réseau a continué à se détériorer depuis.

Beaucoup d'incertitudes (voire d'inconnues) entourent nombre d'éléments sur la pluie nécessaires aux utilisateurs : variations spatio-temporelle des pluies, averses exceptionnelles, relations intensité-durée-fréquence... A cela plusieurs raisons liées à l'évolution du réseau de mesures, à ses vicissitudes historiques et à ses conditions de fonctionnement mais aussi dans une large mesure aux conditions d'exploitation et de mise à disposition des données recueillies.

En faisant le total de l'ensemble des stations "connues" où le paramètre pluie a été mesuré (synoptiques, agroclimatiques, climatiques, pluviométriques) au cours de la période instrumentale on arrive à un total de l'ordre de 110 postes avec un optimum de stations en fonctionnement à la fin des années 60, proche de 80 postes.

On a déjà vu qu'il n'existe pas d'inventaire complet et mis à jour (à part l'inventaire PLUVIOM mais qui reflète la situation connue au début des années 80). Même pour les stations pluviométriques "sélectionnées" on ne connaît pas toujours les coordonnées d'emplacement du poste ou son altitude, voire parfois la date de création de la station (ou plus exactement, en dehors de véritable "dossier de station" il est difficile de saisir si ce genre d'information existe et cela demande d'avoir accès aux archives). Il existe par ailleurs de grandes incertitudes sur l'historique des stations, les changements successifs d'emplacement et par manque de financement de tournées de contrôle, il peut se produire des erreurs de mesure dues à la détérioration du matériel ou à son inadéquation.

L'hétérogénéité du parc de pluviométries et de pluviographe introduite par l'aide bilatérale (aide au demeurant indispensable et très précieuse) nécessite en effet une vigilance soutenue pour éviter un "mélange d'appareillage" au niveau de certaines stations. Mais cette vigilance doit s'appuyer sur un suivi régulier des stations (ce qui ne pourra être repris qu'avec les moyens ad hoc), sur une critique des données pluviométriques avec une méthodologie éprouvée (ce qui n'existe pas encore), et sur une connaissance très exacte de l'appareillage de chaque station (qui s'appuie pour l'essentiel sur les grandes compétences et la "mémoire" du chef du service des réseaux météorologiques et son adjoint direct, mais sans document de synthèse).

- L'information pluviométrique existante est peu exploitée, peu valorisée et la critique des données reste trop sommaire, résultat direct de l'absence de moyens de déplacement et de contrôle des sites et du retard dans la mise à disposition des procédures CLICOM.

. Il n'y a pas de critique des erreurs systématiques (hétérogénéité dans les chroniques de pluie due à l'inadéquation de l'appareillage ou à l'environnement).

. Il n'y a aucun traitement des enregistrements pluviographiques (ce qui représente pourtant une grande mine d'information).

- Les bases d'une véritable banque de données restent à établir.

6.2.2 Situation actuelle

Le document UNESCO / OMM, intitulé "Water Resource Assessment Activities - Handbook for National Evaluation" fournit des recommandations en ce qui concerne les densités et autres caractéristiques des différents réseaux de mesures climatologiques.

Compte tenu du climat du Gabon, on peut estimer que l'ensemble du pays appartient à la zone humide.

Le tableau 6.2.1 fournit les éléments d'appréciations pour la situation actuelle, pour laquelle nous avons "comptabilisé" 41 stations (14 synoptiques, 22 pluviométriques, 5 agrométéorologiques).

Sachant que la superficie du Gabon est de 267 000km², on obtient ainsi une densité d pour les stations pluviométriques de 1,5 pour 10 000km². La stricte application des normes OMM aboutirait à un nombre de stations pluviométriques de 935 (pour d = 35) et à 53 pluviographes (pour d = 2).

Afin d'apprécier la répartition par zone climatique, nous avons calculé les densités pour chacune des 5 grandes zones climatiques de A à E, telles que décrites au point 1.6. Pour chaque zone le pourcentage de superficie totale et le nombre de postes étant les suivants : A 28% et 7, B 14% et 5, C 7% et 3, D 36% et 20, E 15% et 6).

Tableau 6.2-1 : Densités des réseaux pluviométriques et climatologiques

Type	Densité minimum recommandée Zone humide	Pays	Densité actuelle				
			A	B	C	D	E
- Pluviomètres (nb/10 ⁴ km ²)	35	1,5	0,9	1,3	1,6	2,1	1,5
- Pluviographes (nb/10 ⁴ km ²)	2	0,5	0,5	0,3	1	0,5	0,5
- Bac évaporation (nb/10 ⁵ km ²)	2	0	mauvais	état	ou	inconnu	

Ces densités sont bien sûr très faibles et notoirement insuffisantes pour les normes OMM mais une réactivation des réseaux doit être progressive et adaptée : il vaut mieux avoir N stations bien suivies et aux résultats fiables que 2N ou 3N stations mal contrôlées et aux résultats incertains.

C'est pour cela que les objectifs du projet GAB/89/004 de réhabilitations du réseau (80 stations pluviométriques, 14 stations synoptiques, 4 stations agrométéorologiques et 2 stations climatiques, soit

100 en tout) apparaissent tout à fait réalistes. Avec une densité de 3,7 postes pour 10 000km² on aboutit à une situation meilleure qu'à la fin des années 60, période qui était alors "prometteuse" au niveau du développement du réseau.

De même les objectifs fixés par la DMN d'aboutir dans un stade ultérieur à 200 stations pluviométriques, soit une densité légèrement supérieures à 8 semblent raisonnables dans la mesure où une partie notable du pays reste encore inhabitée. Mais cette croissance du réseau ne peut être que progressive, liée à un budget de fonctionnement suffisant.

6.2.3 Besoins à venir

Les besoins ont été très clairement exprimés par les autorités gabonaises puisqu'un bilan de la situation établi en 1989 par la DMN a permis de déboucher sur le projet GAB/89/004 suivant des modalités qui ont déjà été décrites au point 3.1.4.

Du seul point de vue "pluviométrique" il faut en effet :

- remettre en état de fonctionnement normal le réseau, ce qui veut dire faire un bilan de la situation actuelle après visite systématiques sur le terrain, contrôle des emplacements, des appareils utilisés et des compétences des observateurs.

Il existe sur ce point une certaine ambiguïté car les termes du projet se fondent sur l'hypothèse qu'au démarrage de cette opération, il ne subsiste comme stations de mesure que les seules stations synoptiques, au nombre de 14.

La réalité n'est en fait pas aussi pessimiste puisqu'il existe une vingtaine de stations pluviométriques et 5 stations agrométéorologiques (au moins). Il est vraisemblable que lors de l'exécution du projet un certain nombre des stations actuelles seront maintenues et incluses dans le réseau "final".

- Planter de nouvelles stations, ce qui signifie réouvrir ou réaménager d'anciens postes, ou à proximité, puis créer de nouveaux points de mesure en fonction des conditions d'accès, d'observations, de contrôle et de collecte.

- Développer un système fiable de collecte de données depuis la mesure in situ jusqu'au rassemblement de l'intégralité de la mesure à Libreville, via des centres provinciaux (mais l'automatisation du réseau devra se faire de façon réaliste).

- Créer une banque de données avec mise en application du système CLICOM et donc d'une informatisation progressive qui devrait également permettre des contrôles rigoureux de la qualité des données.

- Exploiter, critiquer et valoriser toute l'information ancienne (ceci concerne donc également toute la pluviographie).

- Instaurer un dialogue permanent avec les fournisseurs de données extérieurs à la DMN (AGROGABON, SOSUHO, SEEB, etc.) et permettre aux usagers un véritable accès à l'information (publications, utilisation de la banque de données, etc.).

6.3 Diagnostic en climatologie

6.3.1 Evaluation générale

Il est clair que les 14 stations synoptiques forment "l'ossature" de l'information climatologique du Gabon et ont bénéficié d'un effort prioritaire pour que la continuité des observations y soient assurées.

Néanmoins la situation est préoccupante pour les 12 stations non prises en charge par l'aide communautaire, le matériel est souvent vétuste, certaines pièces devraient être remplacées, les appareils enregistreurs ne sont pas forcément réétalonnés périodiquement.

Par ailleurs, aucun bac d'évaporation ne fonctionne et les enregistrements que ce soit la pluie, la température, la pression atmosphérique ou l'humidité relatives sont très mal exploités puisqu'il n'y a pas de véritable dépouillement.

Il existe aussi des incertitudes quant au "calibrage" des appareils enregistreurs : ainsi les dérives des pluviographes ne sont testées ni pour la durée de l'enregistrement ni pour la hauteur enregistrée (pas de contrôle de l'eau recueillie dans le seau, car il n'y a pas de seau !).

En ce qui concerne les stations climatologiques ou agrométéorologiques, la situation est très floue : il n'existe pas d'inventaire satisfaisant des postes fonctionnant ou ayant fonctionné. Certaines stations ont changé de nature (le nombre de paramètres mesurés peut varier suivant l'année par exemple) en cours d'existence ou ont changé d'emplacement.

Le projet GAB/89/004 a des objectifs très modestes en ce qui concerne ces stations car il est sans doute estimé que les stations exploitées par les Sociétés Agricoles devraient être mieux prises en charge au niveau national. Il est absolument indispensable qu'une étroite collaboration s'installe entre la DMN et ces sociétés (ceci a déjà été évoqué au point 3.1.2).

Mais une meilleure évaluation du bon fonctionnement des stations et de la qualité des observateurs et de l'appareillage des postes pris en charge par les sociétés para étatiques ou privées ne pourra être assurée que lorsque la DMN disposera des moyens de déplacement correspondants, ce qui est l'un des objectifs du projet de réhabilitation.

Quant au personnel d'exécution et d'encadrement les dispositions actuelles prises dans le cadre du projet GAB/89/004 devraient apporter une réponse satisfaisante.

6.3.2 Situation actuelle

Le Manuel d'Evaluation des Ressources en Eau (OMM / UNESCO, 1988), contient des critères d'appréciation en matière de personnel.

Le tableau 6.2.2 donne la situation telle qu'elle se présente au Gabon.

**Tableau 6.3-1 : Besoins en personnel pour la collecte de données météorologiques
(nombre de fonctionnaires pour 100 stations)**

	Ingénieurs	Techn.	Techniciens Sup.	Observateurs
<u>Niveaux recommandés</u> (OMM / UNESCO)	1,75	4	4	100
<u>Niveaux actuels</u>				
Avant projet GAB/89/004	2	21	14	
Après projet GAB/89/004	4	28	33	

La situation en personnel, avant projet, s'établit à 37 personnes (le Directeur de la DMN n'est pas inclus ici) pour un nombre total de 40 stations environ avec les stations synoptiques.

La situation en personnel, après projet ; doit s'établir à 65 personnes pour un nombre total de stations qui devrait être au minimum de 100 stations.

Le niveau en personnel qualifié semble ainsi très largement excéder les besoins minimums formulés par le rapport OMM / UNESCO, mais cette remarque mérite d'être revue de plus près :

a) Dans la situation "avant projet", les difficultés de fonctionnement ne sont pas liées à un problème d'effectif, bien que le nombre d'ingénieurs soit insuffisant au niveau des chefs de service. En effet, la DMN souffre d'une insuffisance grave en moyens et en formation :

- budget de fonctionnement indigent, ne donnant pas la possibilité d'assurer les nécessaires tournées de contrôle et d'entretien, pas d'approvisionnement en fournitures de base (une simple photocopie relève de l'exploit),

- manque de formation du personnel aux réalités du terrain,

- pas de formation aux technologies modernes d'acquisition des données, de traitement des données (pas d'informatique), de stockage ou de consultation de l'information.

En définitive, on a un personnel en surnombre pour un nombre de stations en déclin depuis une vingtaine d'années, littéralement "enfermé" à Livreville.

b) Dans la situation "après projet", après prise en compte de ces problèmes, la situation évolue de façon significative. L'augmentation du personnel (voir le point 3.1.3) a pour but de revitaliser la DMN et de permettre un éclatement de la structure hypercentralisée en 9 centres provinciaux. Cette augmentation se traduit dans les faits par le recrutement de 14 agents de classe IV bénéficiant d'une formation sur place grâce à des bourses du gouvernement gabonais et le retour de 14 agents de divers niveaux en provenance de l'ASECNA.

Rappelons (Cf. Annexes) que le projet prévoit :

- au niveau de la réhabilitation et du renforcement du réseau : la formation aux tournées de terrain, avec une fréquence de visite appropriée au type de station concernée,
- au niveau de la valorisation et de la mise à disposition des données : la formation au traitement des données au Centre Technique Météorologique de Niamey, à l'informatique à l'IAI (Institut Africain d'Informatique), au système CLICOM par des spécialistes ad hoc. Enfin une importante formation sur le tas (et recyclage) doit être assurée pour tous les personnels.

6.3.3 Besoins à venir

Le Gabon est l'un des 5 pays du continent où les ressources en eau sont largement excédentaires et qui ne connaît pas la dramatique situation de pénurie hydrique des pays sahéliens. Il est de même épargné par les années de sécheresse exceptionnelle qui comme en 1984 a frappé 22 pays africains.

Cependant on a pu noter depuis une dizaine d'années une variabilité climatique plus marquée avec des saisons "anormales" et de forts excès hydriques (inondations de l'Ogooué). La conscience de la nécessité d'une meilleure connaissance climatique s'avère de plus en plus réelle.

Les demandes en données climatiques sont potentiellement fortes (Sociétés Agricoles, Instituts de Recherche, districts urbains, voies de communications ...) mais ces demandes ont été "bridées" jusqu'à présent puisque la DMN n'avait pas les moyens de fournir des réponses satisfaisantes.

- L'impulsion donnée par le projet GAB/89/004 est essentielle pour l'avenir car on attend beaucoup de son succès. L'utilisateur a besoin de données, certes, mais il faut qu'elles soient fiables (critiquées) et mises à jour régulièrement.

- Il faut des inventaires complets, des normales corrigées des erreurs systématiques, des cartes d'isohyètes prenant en compte l'ensemble de l'information disponible.

- Certains paramètres climatiques sont peu ou pas mesurés : le vent, le rayonnement ; l'évaporation est particulièrement mal connue et il n'existe pas d'information satisfaisante sur l'évapotranspiration (équation de PENMAN non utilisée).

- Certaines données ne sont pas ou très peu utilisées : tout reste à faire au niveau de l'exploitation des diagrammes des appareils enregistreurs (par ex. variation temporelle de l'humidité relative, intensité-durée-fréquence des averses).

- L'implantation de nouvelles stations de mesure devra répondre à un double objectif : prise en compte des besoins des projets d'aménagement et "couverture" homogène de l'ensemble du Gabon (quelques propositions sont faites au chapitre 7).

- Enfin, l'intérêt des chroniques de mesures les plus longues va aller croissant que ce soit pour apprécier la variabilité climatique ou apprécier une évolution climatique possible. Cela nécessitera un traitement exhaustif des données anciennes (en particulier des stations synoptiques) et le souci d'amener une continuité dans l'implantation des stations.

6.4 Diagnostic pour les eaux de surface

Nous avons vu plus haut que les activités opérationnelles, dans le domaine des Eaux de surface, ressortent du Service Hydrologique.

La Subdivision de la Production Hydraulique de la SEEG poursuit également une activité hydrométrique limitée, orientée vers une meilleure gestion de ses aménagements (vallée de la Mbei, haut Ogooué).

6.4.1 Evaluation générale

Avant de comparer les caractéristiques du réseau hydrométrique et ses conditions d'exploitation aux normes proposées par l'UNESCO/OMM, nous en présentons ci-dessous au tableau 6.4-1, des éléments permettant de faire un bilan de l'existant pour les stations qui ont fait l'objet d'étalonnage.

Celles-ci sont au nombre de 41. L'échantillon est redondant au niveau de LAMBARENE (2 stations) et de la basse vallée de la Mbei (ANDOCK FOULA et KINGUELE).

Sont présentées par station (voir aussi Fig. 6.4-1) :

- le nombre d'années d'observation depuis l'ouverture jusqu'à la fin de la décennie 80,
- le nombre d'années à jaugeage, indice du suivi de la station et en particulier de son suivi d'étalonnage,
- le nombre de jaugeages effectués sur la période,
- le quotient de "suivi", rapport entre le nombre d'années à jaugeages et le nombre d'années d'observation.

Tableau 6.4-1 : Eléments d'évaluation générale de la qualité de l'exploitation des stations principales du réseau hydrométrique gabonais

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
(1) Station (nom)	BOOUE	FVILLE	LAMBSHO	LAMBMC	LASTVIL	LENDGOU	LEYAMI	NDJOSHO	NDJOLMG	OKANDA	BELINGA	LOALOA	MAKOKOU
(2) Numéro HYDROM	1900112	1900116	1900120	1900121	1900125	1900128	1900131	1900134	1900135	1900148	1901203	1901206	1901209
(3) Nbre d'années obs ¹	31	29	37	59	27	32	15	29	20	18	20	26	37
(4) Nbre d'années jau ¹	12	20	9	8	10	15	8	8	9	6	6	10	16
(5) Nbre de jaugeages ¹	27	44	30	27	20	22	14	22	23	24	26	19	30
(6) Qse quot.de suivi ¹	0.39	0.69	0.24	0.14	0.37	0.47	0.53	0.28	0.45	0.33	0.30	0.38	0.43
(7) Classe/suivi étal ¹	4	2	4	5	4	3	3	4	3	4	4	4	3
(8) Classe/durée obs. ¹	4	3	4	6	3	4	2	3	2	2	2	3	4

	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
(1) Station (nom)	PTWELLE	LINDEBA	MIBAKA	AKIENI	F.MPASS	FOUGAMO	LEBAMBA	MOUILA	SALANIE	SINDARA	MIKONGO	OUSSA	P KOULAMO
(2) Numéro HYDROM	1901405	1901605	1901805	1901903	1902205	1902405	1902411	1902415	1902418	1902420	1902605	1902806	1903503
(3) Nbre d'années obs ¹	11	21	18	14	23	28	16	36	23	21	11	17	21
(4) Nbre d'années jau ¹	10	11	6	4	13	12	10	11	5	1	7	10	10
(5) Nbre de jaugeages ¹	23	14	17	62	31	44	22	20	10	18	19	22	22
(6) Qse quot.de suivi ¹	0.91	0.52	0.33	0.29	0.57	0.43	0.62	0.31	0.22	0.05	0.64	0.59	0.48
(7) Classe/suivi étal ¹	1	3	4	4	3	3	2	4	4	5	2	3	3
(8) Classe/durée obs. ¹	2	3	2	2	3	3	2	4	3	3	2	2	3

	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
(1) Station (nom)	ONKOUA	NDJAKON	BONGOLO	MBIGOU	OVAN	CF.NDOU	ANDOKAV	ANDOK10	KINGUEL	TCHIMBE	EBOMANE	PT RTE	IBANGA
(2) Numéro HYDROM	1903903	1904503	1904803	1905203	1905605	4000102	4001503	4001505	4001507	4001510	5000110	5002005	6000109
(3) Nbre d'années obs ¹	26	24	23	26	29	4	11	7	5	8	31	24	16
(4) Nbre d'années jau ¹	14	14	7	7	9	8	8	6	3	3	8	4	8
(5) Nbre de jaugeages ¹	29	27	29	11	18	19	26	25	18	26	23	6	21
(6) Qse quot.de suivi ¹	0.54	0.58	0.30	0.27	0.31	2.00	0.73	0.86	0.60	0.37	0.26	0.17	0.50
(7) Classe/suivi étal ¹	3	3	4	4	4	1	2	2	2	4	4	5	3
(8) Classe/durée obs. ¹	3	3	3	3	3	1	2	1	1	1	4	3	2

	40	41
(1) Station (nom)	TCHIBAN	NTOUN
(2) Numéro HYDROM	6000112	7001104
(3) Nbre d'années obs ¹	40	12
(4) Nbre d'années jau ¹	15	5
(5) Nbre de jaugeages ¹	38	65
(6) Qse quot.de suivi ¹	0.37	0.42
(7) Classe/suivi étal ¹	4	3
(8) Classe/durée obs. ¹	5	2

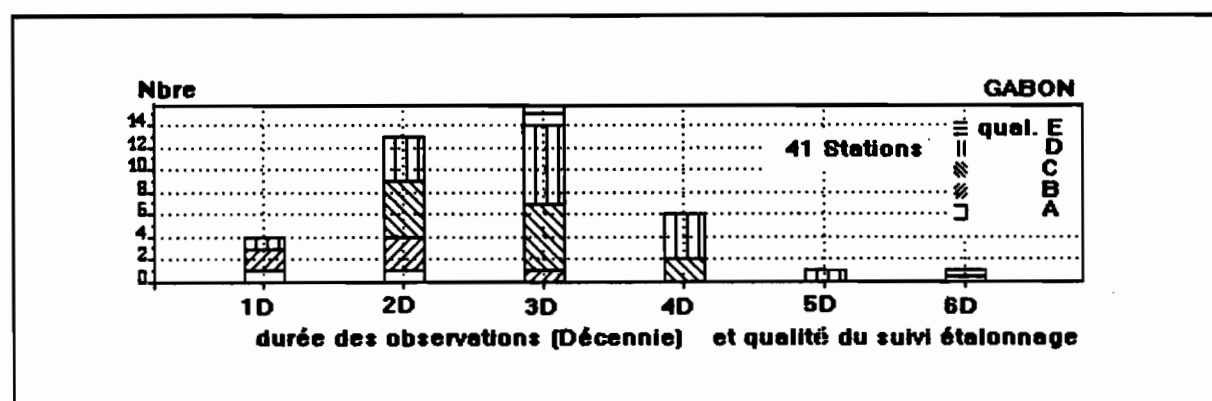
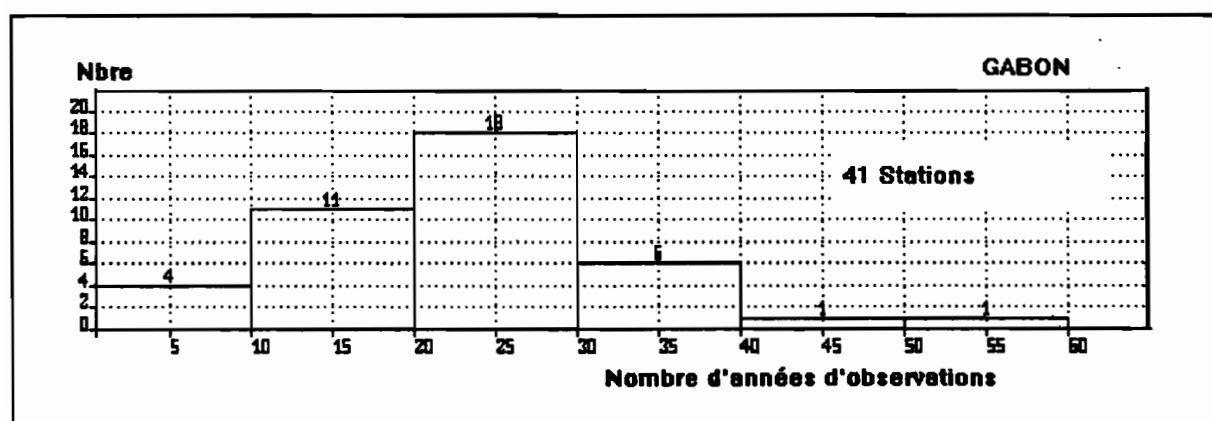
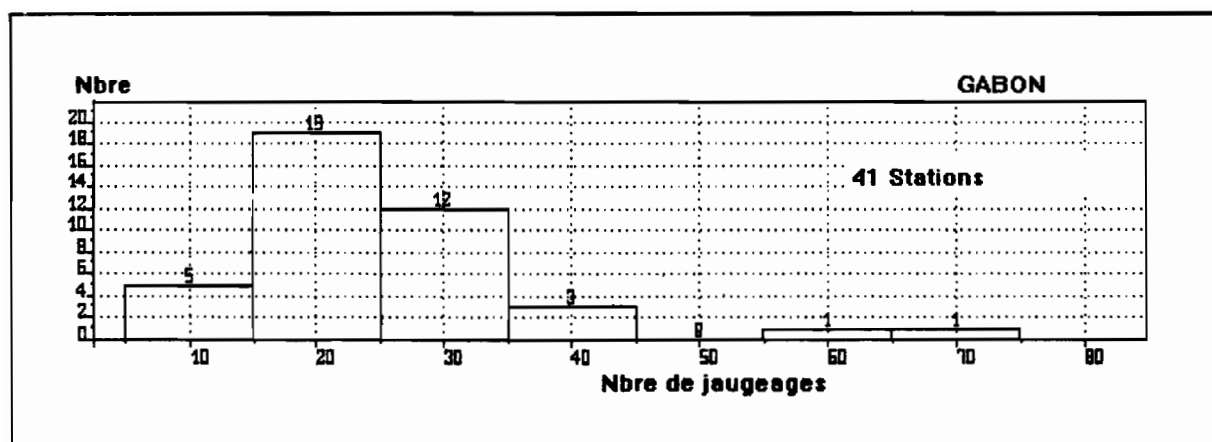


Figure 6.4-1 : Histogrammes et diagramme éléments d'évaluation sur la qualité du suivi pour les 41 stations étalonnées du réseau hydrométrique gabonais

Ce dernier quotient est normalement inférieur à 1. Seule une station sur le KOMO fait exception (n°32 du tableau).

Equipée d'un limnigraphe fonctionnant mal dans un endroit inhabité, cette station a été assez souvent visitée et jaugée. Par contre, elle présente peu d'observations de hauteurs d'eau (ici 4 années de débits).

Les conventions supplémentaires suivantes nous permettent enfin de présenter au bas de la figure 6.4-1, un diagramme regroupant la durée des observations et la qualité du suivi (q_{se}). Pour cette dernière :

si	$0.8 < q_{se}$	qualité A	ou	classe 1
	$0.6 < q_{se} < 0.8$	" B		" 2
	$0.4 < q_{se} < 0.6$	" C		" 3
	$0.2 < q_{se} < 0.4$	" D		" 4
	$q_{se} < 0.2$	" E		" 5

Les "durées" d'observation sont par classe et par rapport à la période de dix ans (D).

1 D si la période est inférieure à 10 ans

2 D entre 10 et 20 ans

3 D entre 20 et 30 ans

6 D entre 50 et 60 ans.

Le Diagramme permet, par différence d'ordonnée, de connaître le nombre de stations concernées par une durée type et une qualité type.

On note au diagramme de synthèse que les stations qui ont fait l'objet d'observations de longue durée ne brillent pas par la qualité du suivi de l'étalonnage.

C'est bien sûr le cas des observations à LAMBARENE où l'étalonnage a été entrepris longtemps après le début des observations.

C'est aussi le cas des stations qui fonctionnent "à l'économie" en 1990, mais sans jaugeage de contrôle depuis 1983 ou même depuis le milieu des années 1970.

Le capital de données d'observations hydrométriques apparaît d'ores et déjà tout à fait important et il reste à appuyer la publication du document préparé à l'ORSTOM, qui en permettra l'accès aux spécialistes.

6.4.2 Situation actuelle

6.4.2.1 Taille du réseau / Normes OMM

Nous avons retenu de comparer les nombres de stations d'observations sur l'ensemble du pays avec ceux découlant des minimum recommandés en climat humide et sur formation sédimentaire. Il vient, pour l'ensemble du territoire gabonais :

Type de station	Nombre de stations d'après Normes	écart à la norme en %	
		en 1980	en 1990
sans enregistrement	326	-90	-97
avec enregistrement	27	-25	-100
débits	267	-90	-97
débit solide	133	-100	-100
chimie eau	133	-100	-100

Seul l'équipement en enregistreur au début des années 1980 paraît comparable aux normes.

Même en 1976, la taille du réseau était inférieure de 80% aux normes proposées dont on peut remarquer qu'elles n'introduisent ni la densité de population, ni l'activité économique réelle.

6.4.2.2 Equipement des stations

L'équipement standard est la batterie d'échelle limnimétrique.

Le parc limnigraphique resté sur site (21) est vétuste et probablement hors d'usage en l'absence de contrôle et d'entretien, surtout depuis 1988.

6.4.2.3 Traitement et disponibilités des données

Les données brutes (bulletins d'observateurs, originaux de jaugeages) sont stockées par station.

Le traitement est manuel.

Les tableaux de débits sont communiqués aux seuls demandeurs visiteurs du S.H.

L'informatisation des procédures est à réaliser.

Les données du Réseau historique, et d'une partie de la décennie 80, seront préparées par l'ORSTOM sous forme de Monographie pour la fin de l'année 1992, ou le début de l'année 1993.

Les traitements correspondants ont été effectués avec le logiciel HYDROM de l'ORSTOM.

6.4.2.4 Matériel et véhicules

Le matériel hydrométrique de jaugeage, vétuste, est tout juste suffisant pour une seule brigade mais demanderait à être renouvelé et à être multiplié par quatre en cas d'activité normale.

Le seul véhicule de terrain acheté en 1987 est indisponible depuis 1990.

Tout déplacement sur le terrain avec le matériel de jaugeage est donc impossible.

Le matériel de bureautique, inexistant, ne permet pas de préparation autonome de document. On a déploré l'absence d'une simple machine à écrire.

6.4.2.5 Personnel

Le personnel très spécialisé affecté à l'hydrologie est réduit mais suffisant si l'on considère les moyens de contrôle mis à disposition pour les actions sur le terrain en 1991, pour un réseau effectivement contrôlé d'à peine dix stations. Mais les besoins de formation continue ne sont pas satisfaits.

Par contre, l'absence sur place de personnel de formation technique (CAP ou BEP) pour le secrétariat, le dessin, la comptabilité n'est favorable dès maintenant :

- ni à l'expression administrative et technique normale de la Direction des Ressources hydrauliques et du Service Hydrologique,

- ni à l'indispensable publication des données auprès des utilisateurs.

De même l'embauche d'un technicien jaugeur et de deux manoeuvres est elle à prévoir dès la reprise des activités de terrain.

Cet appoint en personnel d'appui (+6) ne ferait que compléter l'effectif tel qu'il existait en 1980 dans le cadre du CENAREST.

6.4.3 Besoins à venir

Les besoins évoqués au début du chapitre peuvent être replacés dans le cadre des quatre missions suivantes, rangées en ordre de priorité :

1. Observations des dérives hydrologiques sur les grands fleuves et rivières du GABON.

Annuaire.

2. Etudes hydrologiques d'aménagements.

3. Transposition des normes hydrologiques :

- monographies,
- milieux et relations Pluie-Débit.

4. Prévisions en temps réel :

- annonce des crues,
- gestion de la ressource (hydroélectrique) au niveau des aménagements.

L'ensemble de ces objectifs semble à la portée du Service Hydrologique pour la fin de la décennie 90, après une nécessaire et progressive montée en puissance de l'ensemble des moyens qui porterait les effectifs du Service à une vingtaine de personnes.

Pour l'instant, le manque de fonctionnement, et en particulier d'intervention sur le terrain, rend les effectifs actuels peu efficaces et inaptes à remplir correctement la première mission dont la réalisation ne peut être retardée sans dommage et mobilisera donc les premiers efforts de restructuration.

Le cadre très opérationnel de la SEEG, directement intéressée, pourrait être plus propice à la mise en oeuvre prochaine de la quatrième mission, celle de la prévision.

Quant à l'objectif de Transposition des normes des régimes hydrologiques, il est clair que la publication de la Monographie hydrologique du GABON apportera une première réponse descriptive indispensable qu'il faudrait appuyer ensuite par un Atlas des Relations Pluies-Débits. Destiné à l'ingénieur aménagiste, ce document pourrait identifier aussi les secteurs névralgiques qui doivent faire l'objet des préoccupations prioritaires :

- soit dans le domaine des méthodes d'analyse hydrologique de l'Environnement,
- soit dans la Reconnaissance instrumentée de nouveaux milieux au Gabon.

6.5 Diagnostic en hydrogéologie

En matière de "ressources", le Ministère concerné regroupe à la fois les Directions diversement productives des Mines, de l'Energie et des Ressources Hydrauliques. Ainsi, la priorité n'a jamais été donnée au développement du secteur "approvisionnement en eau des populations". La sensibilisation la plus forte concernant l'eau est reliée aux problèmes des catastrophes naturelles (inondations). Le

budget attribué au domaine des eaux souterraines est pratiquement réduit à néant et l'on ne peut pas mettre en évidence - sans voir ni moyens ni personnel - une réelle politique de planification gouvernementale du secteur.

Le budget de fonctionnement attribué à la Direction de l'Energie et des Ressources Hydrauliques est insuffisant, elle ne dispose ni de véhicules de terrain, ni du matériel élémentaire. Ses activités ne peuvent être que de l'ordre du suivi ou du contrôle. Elle ne peut pas mener l'exécution de travaux (tels que la maintenance des aménagements, la prospection géophysique, la réalisation de forages..) ou la réalisation d'études, ces activités n'étant pas compatibles avec les qualifications de son personnel très restreint, ni avec les outils dont elle dispose.

Aucun programme d'hydrogéologie ne se déroule d'ailleurs actuellement, même dans le contexte plus large d'un financement extérieur. L'unique projet d'hydraulique villageoise réalisé à ce jour ne bénéficie pas du suivi indispensable à sa longévité. Or la couverture des besoins de la population rurale n'est assurée qu'à environ 35 % (sans maintenance effective, 33% des installations étaient déjà en panne en septembre 1989), contre 35 à 90 % en zone urbaine. Il existe en outre une distorsion entre les sommes consacrées à l'hydraulique urbaine dont le programme se poursuit sous le couvert de la SEEG, malgré les restrictions budgétaires, et l'hydraulique villageoise.

D'autre part, les campagnes de sensibilisation à l'utilisation d'eau potable sont minimales, les aspects sociologiques sont négligés et l'on ne cherche pas suffisamment à responsabiliser les populations pour la prise en charge de leurs aménagements.

CHAPITRE 7

RECOMMANDATIONS

7.1 Description du niveau de changement nécessaire

Les actions concernant le Secteur de l'Eau au Gabon ont été particulièrement importantes depuis trois décennies, qui ont vu le développement de multiples projets d'aménagement intéressant tous les domaines (transports routiers et aériens, urbanisme, hydroélectricité, hydraulique rurale).

Ces trente années ont permis simultanément :

- de développer le niveau des connaissances en matière de climatologie, d'hydrologie et d'hydrogéologie,
- de fournir les paramètres nécessaires à l'élaboration et à la réalisation de projets d'exploitation des ressources hydroélectriques, hydroagricoles, d'alimentation en eau potable des villes et des campagnes,
- de jeter les bases d'autres réalisations en prenant compte dans de nombreux ouvrages de synthèse non seulement la connaissance des ressources en eau, mais aussi celle du milieu physique et de l'environnement.

Au stade actuel de développement du pays, il s'agit davantage de pérenniser ou d'assurer la collecte de l'information dont on sait par définition qu'elle varie avec le temps que d'augmenter trop systématiquement la densité de réseaux dont on sait les actuelles difficultés de gestion.

Il s'agit donc davantage de restaurer ou de promouvoir des services gestionnaires dans leurs capacités à suivre des réseaux d'observation et pour le moins de revenir au minimum aux conditions de gestion et d'efficacité antérieures à la crise économique que traverse le pays, de restaurer aussi des réseaux de stations d'une bonne qualité, sur la base des besoins exprimés mais aussi des connaissances acquises et des réelles possibilités nationales d'exploitation de ces réseaux sur le long terme, enfin de valoriser le capital d'information non encore utilisé et stocké dans les Services Nationaux.

La réalisation de ces objectifs ne requiert pas de changements importants dans la répartition des responsabilités ministérielles entre les deux secteurs "hydrométéorologie" (Transport) et "hydrologie de la surface" (Mines).

Par contre l'histoire récente fait douter, dans le cas du Réseau des Eaux de Surface, de la capacité administrative d'un Service de l'Etat à mettre en oeuvre seul, sans mobilisation excessive sur le terrain, la totalité des moyens indispensables à la gestion d'un tel réseau de stations ; cette gestion comportant des déplacements, travaux, dépenses imprévus dans des lieux d'accès difficile.

Dans ce secteur de l'Hydrologie de la surface à l'échelle du Pays, la problématique de gestion optimale amène de plus en plus à préconiser la création d'organismes opérationnels, dotés de l'autonomie administrative et financière ; cette autonomie permettrait de fournir des prestations de Service et d'assurer en partie l'autofinancement des travaux, tout en restant sous la tutelle ministérielle.

Une solution alternative consisterait évidemment à confier les activités de terrain relevant du secteur de l'Eau, à un organisme étatique ayant une autonomie suffisante (SEEG, CENAREST).

7.2 Pluviométrie et climat

7.2.1 Structure

Les structures actuelles de la DMN, fixées par la réorganisation de 1983, sont largement inopérantes par manque dramatique de moyens. On pourrait s'interroger sur les raisons d'un tel état de délabrement qui plaçait le Gabon, suivant la requête faite auprès de l'OMM en 1989, au dernier rang de tous les pays francophones. Le fait que le Gabon soit le pays du continent (après le Congo) à bénéficier des plus grandes ressources en eau renouvelables ($164\,000\text{ km}^3/\text{habitant/an}$ en 1985) n'est peut-être pas tout à fait étranger à cet état de fait.

La DMN est depuis longtemps consciente de ne pouvoir assurer correctement les tâches qui lui incombent, c'est elle qui est l'instigatrice du projet GAB/1989/004 (texte complet en Annexe). Ce projet de réhabilitation et de renforcement doit lui permettre de jouer pleinement son rôle et il représente de la part du gouvernement gabonais un effort financier considérable (457 millions de FCFA).

La DMN doit avoir un rôle "centrifuge" (collecte d'une information en provenance d'un réseau correctement implanté, entretenu et contrôlé et en provenance des stations d'organismes divers mais agréés).

La DMN doit avoir aussi un rôle "centripète" diffusion d'une information de qualité, critiquée et mise à disposition des utilisateurs de fichiers mis à jour et aisément consultables).

Mais les structures actuelles mêmes si elles sont "revitalisées" et modernisées avec une utilisation judicieuse de l'informatique apparaissent trop centralisées.

Le projet ci-dessous prend bien en compte le fait qu'une gestion harmonieuse d'un réseau, aux stations parfois éloignées ou peu accessibles et avec les contraintes de contrôle et de collecte passe par la création de centres provinciaux responsables d'un secteur géographique.

Ceux-ci devraient être au nombre de huit (Estuaire et Moyen Ogooué, Haut-Ogooué, Nyanga, Ngnounié, Ogooué Ivindo, Ogooué Lolo, Ogooué maritime, Woleu Nem) transmettant leurs données à la Direction Centrale à Libreville.

7.2.2 Réseaux

7.2.2.1 Renforcement des réseaux

La DMN a procédé à une réflexion approfondie pour la remise en marche ou le renforcement de ses réseaux synoptique, agroclimatologique et pluviométrique).

Stations	a Situation fin 1990	b Projet GAB/1989/004	c Phase ultérieure
Synoptiques	14	14	20-23
Climatologiques	0	2	6
Agrométéorologiques	5	4	15
Pluviométriques	22	80	200

a) La situation fin 1990 correspond à une certaine approximation par défaut puisque certaines stations exploitées par des sociétés paraétatiques ou privées ne sont pas comptabilisées.

b) Le décompte du projet GAB/1989/004 ne signifie pas une véritable diminution du nombre des stations agrométéorologiques, dans la mesure où les stations fonctionnant fin 1990 ne sont pas gérées directement par la DMN ; on peut donc estimer qu'à la fin effective du projet c'est à dire à la mi - 93 ce nombre sera en fait plus élevé avec "l'officialisation" de plusieurs stations agricoles.

L'objectif d'assurer le fonctionnement d'une centaine de stations avec l'aide du projet apparaît raisonnable ; on pourrait appeler cette phase "réseau minimal".

c) La phase ultérieure correspond à une fiche technique de la DMN adressée à la France au titre de l'aide bilatérale. Considérée comme un complément aux apports du projet, cette demande vise à constituer un réseau que l'on pourrait qualifier d'optimal en ce qui concerne trois premières catégories de stations.

Quant au nombre de stations pluviométriques, on est certes encore éloigné des normes OMM mais il serait certainement utopique d'aller au delà à court et moyen terme.

Il apparaît même tout à fait inopportun de procéder à cette phase avant que le projet GAB/1989/004 ait pu parfaitement se dérouler et parvenir à ses objectifs. Il est en effet absolument essentiel de commencer par jeter les bases (puis de les affermir) d'un réseau minimal vraiment opérationnel avant de s'aventurer au

delà (appareils en bon état de marche, observateurs compétents et payés, tournées d'inspection et de maintenance régulières, collecte satisfaisante des données, etc...).

- D'un point de vue théorique si l'on considère l'état du réseau synoptique dans une situation se rapprochant des normes OMM, on peut estimer que les stations suivantes pourraient être créées : **Okondja** (zone climatique Sud-est), **Gamba** (zone côtière Sud), **Mavanga** (zone Centre Sud), **Medouneu** (zone côtière Nord), des implantations comme **Mbigou** ou **Booué** pourraient également être envisagées.

- Pour les stations climatologiques et agrométéorologiques il est d'abord nécessaire d'inventorier toutes les stations répondant à ce type et non contrôlées par la DMN avant d'établir une liste de référence. Une étude a toutefois déjà été faite par le Service agrométéorologique de la DMN.

- Pour ce qui concerne les stations pluviométriques, un décompte a déjà été fait par la DMN.

Nous fournissons ci-après une liste non exhaustive d'implantations à considérer compte tenu des lacunes spatiales du réseau actuel (ou plus ancien). Ces implantations peuvent correspondre soit à des stations entièrement nouvelles soit à la "réactivation" de certains sites. Cette liste très indicative est donnée par zones climatiques (Cf. 1.6).

Zone A (plateaux du Nord Est)

Batouala, Belinga, Mbongou, Takaoy, Ovan

Zone B (Région Sud Est)

Bagadio, Djounou, Obia, Olounga-Onvouri

Zone C (Région côtière Nord)

Assok, Cap Esterias, Kinguele, Ngoulé, Ntoun

Zone D (Région Centre Sud)

Boumango, Dibouangui, Eteke, Imeno-Mbila, Kango Boumba, Lalara, Lebamba, Ndindi, Niambé, Nyali, Moabi, Pana, Voungou

Zone E (Région Centre Sud)

Bngo, Ewata, Nougou, Nomo, Noumbi

Enfin quelques postes automatiques dans des zones inhabitées devraient être prévus :

- Centre des plateaux du Nord Est (Haut bassin du **Moung**),
- Centre des plateaux entre l'Ivindo et l'Ogooué (tête de bassin de la **Lassio**),
- Massif du Chaillu (Haut bassin de la **Leledi**),
- Massif du Chaillu (à mi-cours de la rivière **Ikobé**),
- Une station sur la route des abeilles entre **Kango-Bumba** et **Lastoursville** pourrait également être installée.

7.2.2.2 Contrôle et maintenance

Depuis plusieurs années les stations pluviométriques ne sont plus contrôlées (pas de tournées d'inspection) et le budget de fonctionnement permet tout juste d'assurer la paye des observateurs.

L'attribution à chaque centre régional d'une partie relativement réduite du réseau (stations réhabilitées et nouvelles stations) avec un véhicule de terrain a pour but dans le projet d'assurer à nouveau un minimum d'une à deux visites par an à chaque station.

L'inventaire des stations ne dépendent de la DMN et l'agrément donné à certaines d'entre elles pour figurer dans la liste officielle des stations retenues nécessitera beaucoup de déplacements sur le terrain pendant le projet. Il est clair que par la suite, même les stations non observées directement par la DMN devront faire l'objet d'un contrôle régulier de la météorologie.

Chaque centre régional devra être muni d'un stock de pièces détachées, d'appareils ou de matériel consommable. Etant donné la grande variété possible de l'équipement (français, chinois, américain... japonais...) une grande vigilance s'imposera au niveau du contrôle comme au niveau du remplacement d'une pièce détériorée (adéquation seau et éprouvette par exemple).

Les fiches d'inspection de stations conçues par la DMN sont bien faites, elles devront être remplies à chaque visite avec un maximum de détails, les éléments fournis étant d'une aide capitale dans la critique des données.

Il est essentiel qu'à la fin du projet le gouvernement gabonais continue d'apporter une aide importante en fonctionnement (véhicule et entretien, carburant, indemnités de déplacement...).

7.2.2.3 Equipement

La situation actuelle est marquée par les faits suivants :

- de nombreux équipements d'observation et de mesure sont anciens,
- l'aide bilatérale a fourni récemment un nombre important d'appareils (exemple de l'aide chinoise détaillée dans le projet en annexe qui porte, par exemple sur 80 pluviomètres) mais de type classique (analogique),

- "coexistence" sur certaines stations (agrométéorologiques) d'appareils d'origines très diverses,
- pas de stations automatiques d'acquisition de données sur mémoire de masse,
- à fortiori pas de stations équipées pour télétransmettre (par satellite) l'information.

On peut estimer que le projet va apporter une quantité suffisante de matériel pour réaliser les objectifs fixés.

Un soin tout particulier devra être apporté à la bonne connaissance du type d'équipement existant en chaque station et à son remplacement adéquat. Il faudra impérativement éviter un "panachage", source d'hétérogénéité et d'erreur systématique dans l'équipement.

En phase de réhabilitation et de redémarrage des réseaux, il est tout à fait sensé de privilégier les appareils dits "classiques". Les stations automatiques d'acquisition de données sur mémoire de masse sont séduisantes car soit qu'elles réduisent l'intervention humaine et enregistrent l'information sur un support qui permet un traitement directement avec l'aide de moyens informatiques modernes. Mais, tant que l'informatique ne sera pas solidement implantée à la DMN et qu'une partie du personnel ne sera pas formé, il est hors de question de brûler les étapes.

Néanmoins, il apparaît intéressant de pratiquer à un essai de ces techniques modernes à titre de test et de préambule à une opération qui devra se faire à son heure.

On pourrait ainsi procéder à l'acquisition de 5 pluviographes à mémoire de masse qui seraient installées l'un à Libreville, à titre de démonstration et de formation dans l'enclos de la station agrométéorologique que le projet prévoit d'implanter ; les 4 autres dans les régions inhabitées aux endroits cités en 7.2.2.1.

Une fiche projet sur ce sujet est présentée en Annexe.

7.2.2.4 Personnel et formation

Compte tenu des recrutements prévus dans le projet et du personnel de l'ASECNA revenant à la DMN, on peut considérer que les effectifs prévus sont suffisants pour assurer le fonctionnement du réseau "minimal". Mais le besoin en formation est particulièrement aigu et concerne tous les secteurs d'activités de la DMN.

Les perspectives de formation présentées par le projet nous apparaissent indispensables, rappelons qu'elles s'appuient sur des formations à l'extérieur (à Niamey en particulier) mais surtout sur place en faisant appel à :

- | | |
|---|--------|
| - un consultant en organisation de la DMN | 1 mois |
| - un consultant en climatologie | 2 mois |

- un consultant en formation CLICOM	2 mois
- un consultant en traitement des données	4 mois
- un consultant en agrométéorologie	24 mois

L'expert en agrométéorologie, responsable de la réhabilitation et les divers consultants intervenant dans cette opération feront des recommandations quant à la poursuite des activités de la DMN après la fin du projet.

Un des soucis majeurs relève de la partie traitement des données à l'aide de l'informatique : tout dépend en fait de la réussite de l'implantation de CLICOM à la DMN. L'expérience de l'ASECNA n'est en effet pas très concluante pour le moment (formation trop rapide, matériel en panne).

Il est indispensable qu'une grande partie du personnel soit initié à la micro-informatique mais à un rythme raisonnable et en lui montrant bien les limites de cet outil : une confiance aveugle, sans esprit critique, de ces techniques étant catastrophique en ce domaine.

Un autre point important est relatif au choix et à la formation des équipes qui iront constituer les divers centres provinciaux puisque celles-ci auront une large autonomie dans la responsabilité de leur secteur de contrôle, de maintenance et de collecte.

7.2.3 Données

Nous sommes placés là dans le second volet du projet GAB/89/004 "valorisation et mise à disposition de l'information météorologique".

Nous avons vu que le retard accumulé par la DMN est considérable tant dans le traitement des données que dans l'accès à celle-ci (par de moyens informatiques, par de fichiers accessibles aux utilisateurs, par de diffusion des données).

Les deux objectifs fixés par le projet : banques de données et publications régulières sont légitimes mais leur réalisation doit être menée avec beaucoup de minutie et de prudence. Il y a en effet des étapes à bien respecter, par exemple au niveau de la banque de données : il faut commencer par établir un inventaire des stations, véritable catalogue rassemblant les informations propres à l'identification, la localisation, le type d'équipement et le fonctionnement. En ce qui concerne les données brutes, leur mise sur support informatisé ne pourra être que très lente puisque tout doit être organisé. Néanmoins, il faut tenir compte de ce qui a déjà été fait par ailleurs : les pluies journalières du début des observations jusqu'en 1980 existant sur support informatisé (convention CIEH-ASECNA-ORSTOM). L'utilisation de formats ou de

systèmes informatiques différents doit être surmontée afin de récupérer les fichiers de Météo-France portant sur diverses variables climatiques).

L'exploitation des données enregistrées devra être entreprise, car pratiquement rien n'a été fait en ce domaine ; la création d'une banque de données pluviographiques est souhaitable mais elle se heurte à deux contraintes de taille :

- maîtriser l'exploitation de pluviographes électroniques (mais qui n'existent pas encore) qui devront s'implanter à moyen terme,
- traiter les diagrammes anciens (en fait tous les diagrammes). Une fiche-projet en Annexe a été établie à ce sujet.

Pour ce qui est des publications, le projet a établi une liste des publications à assurer pour fournir au public et aux utilisateurs des données utiles. Il est clair que tant qu'il n'existera pas de véritable banque de données facilement consultables, la publication même des simples "données brutes" est tout à fait recommandée. Il faudra toutefois reprendre ces publications de façon progressive (quelques stations sélectionnées pour leur représentativité) en faisant attention à la périodicité de la diffusion et en veillant à la qualité des données fournies. L'édition de données plus élaborées est en soi plus utiles (normales, valeurs extrêmes, cartes) et devrait subsister après l'épanouissement de la banque de données, mais il s'agit d'une seconde étape.

7.3 Eaux superficielles : Recommandations

7.3.1 Structure gestionnaire

Structure

Le Service Hydrologique (SH), en charge de l'Hydrologie Superficielle, est un Service de la Direction des Ressources Hydrauliques (DRH), auprès de la Direction Générale de l'Energie et des Ressources Hydrauliques (DGERH) au Ministère des Mines de l'Energie et des Ressources Hydrauliques (MMERH).

Par rapport aux contraintes très fortes imposées par la nature de ses missions, en particulier sur le terrain, le SH (et la DH) cumule plusieurs handicaps :

- tout d'abord d'être un Service de l'Etat sans l'autonomie administrative et budgétaire, à l'opposé de sa situation antérieure au sein du CENAREST. L'importance de ce point a été souligné plus haut ;
- de ne plus avoir de possibilité d'expression administrative propre sur place dans ses locaux du quartier de Gros Bouquet alors qu'il est physiquement séparé de sa Direction Générale.

Les difficultés de consommation du budget constituent une conséquence de ce sous-développement administratif.

Indépendamment de toute relance liée à des projets d'assistance au Service, il semble donc important de restaurer avant tout sur place un minimum de moyens de secrétariat et d'appui comptable pour la mise en oeuvre des demandes de caisse d'avance et de mission, la préparation des états, la correspondance du Service, mais aussi pour les comptes rendus d'activité annuels, la frappe de documents techniques et de l'annuaire, et le courrier avec les observateurs.

Toute suggestion de décentralisation de brigades à Makokou, Franceville, Ndende est évidemment superflue et peu crédible dans les conditions actuelles.

Personnel

Les deux personnels (ETSHER) identifiés en 4.1.3 comme techniciens stagiaires devront être confirmés dans leur emploi.

Le personnel technique d'exécution devrait également être renforcé à son niveau de 1980 :

- embauche d'un technicien jaugeur,
- embauche d'un calculateur dessinateur,
- embauche de deux manoeuvres dont un chef magasinier.

Budgétisation

Pour l'instant, le budget national garantit seulement le paiement des salaires du personnel et des lecteurs d'échelle. Dans ces conditions, tout projet d'appui réaliste devra considérer la participation de personnel comme seule contribution nationale possible.

Les projets d'appui devront en tenir compte. La totalité des coûts marginaux, ceux de fonctionnement et d'équipement liés à la réalisation du projet, devront apparaître comme en charge de la seule partie internationale.

7.3.2 Réseaux

7.3.2.1 Taille et densité: vers un Réseau Minimum ?

La présentation relativement détaillée qui a été faite dans les chapitres 1 et 2 sur nos connaissances sur les eaux superficielles débouche ici sur certaines réflexions faites à propos des **possibilités d'allègement des réseaux hydrométriques après réalisation de synthèses hydrologiques régionales** lors du symposium IAHS de Budapest en Août 1986.

Ces réflexions sont susceptibles d'orienter nos recommandations pour la restauration d'un Réseau hydrométrique minimum et nous les reproduisons ici pour information.

"Dans les pays en voie de développement, la justification principale d'une collecte des données hydrométéorologiques est souvent de fournir les bases nécessaires à une utilisation rationnelle des ressources en eau. Ces données permettent en particulier la détermination des caractéristiques des aménagements hydrauliques et leur exploitation ; elles supposent la mise en place de réseaux d'observations et, notamment, de réseaux hydrométriques.

L'historique de l'implantation des stations du réseau hydrométrique des pays en voie de développement traduit souvent dans une première phase cette seule nécessité de répondre aux besoins immédiats de projets d'aménagements. Mais très rapidement, l'hydrologue a pu s'affranchir de ce seul objectif et procéder à l'implantation de stations pour lesquelles la collecte des données n'aurait d'éventuelles applications qu'à plus long terme. Cette démarche a permis de développer des réseaux de densité minimale en évitant de graves lacunes géographiques.

Mais dans la plupart de ces pays, la continuité des observations, le développement des réseaux n'ont été possibles que grâce aux aides extérieures - assistance bilatérale ou programmes d'organismes internationaux. Elles ont permis, ou permettent encore, la gestion de réseaux d'une densité se rapprochant autant que possible des recommandations de l'OMM (1970). La caractéristique de ces aides est d'être limitée dans le temps ; les programmes, et leur tryptique classique "implantation-gestion-formation", prévoient des échéances à l'issue desquelles les réseaux sont pris en compte par les services nationaux. Mais les coûts de gestion constituent souvent une lourde charge pour le budget des Etats. Lorsque cet effort est consenti, les difficultés de fonctionnement (cas où les charges incompressibles de personnels constituent l'essentiel du budget) entraînent fréquemment des problèmes de fiabilité des données recueillies. De fait, telle qu'elle est conçue actuellement, la collecte des données hydrométriques revient très cher et dépasse les possibilités de la plupart des pays, en Afrique notamment. Dès que l'aide extérieure s'interrompt, les réseaux nationaux sont nombreux à péricliter.

L'exploitation des réseaux suivant d'autres modalités est en train de se dessiner. L'implantation de stations automatiques avec télétransmission des données par satellite (système Argos, par exemple) en est un des aspects. Coûteux à l'installation, le système permet de réduire les dépenses de terrain et facilite le traitement de l'information... mais quelle information si les tournées de jaugeages sont négligées, si le suivi technique des appareils n'est pas garanti ? C'est un outil parfaitement adapté à la prévision en temps réel sur grands bassins fluviaux mais il suppose en fait un renforcement des services hydrologiques et de leurs moyens financiers et ne peut être utilisé pour toutes les stations des réseaux, sauf coût rédhibitoire.

L'existence, la maintenance, le suivi d'un réseau hydrométrique ne constituent pas une fin en soi ; les données n'ont d'intérêt que si elles sont exploitées. Outre leur finalité dans le développement, il est peut-être utile de souligner que le principal objectif des réseaux est de mettre en évidence les caractéristiques du régime hydrologique des bassins fluviaux ou régions étudiées. Un réseau de densité minimale, sans grave lacune spatiale, suivi sur une période d'une trentaine d'années, doit permettre

d'établir des relations entre facteurs hydrologiques, facteurs climatologiques et paramètres physiques significatifs des bassins versants (géomorphologie, pente, altitude, végétation, couverture pédologique et géologique, etc..). Seul ce type d'analyse permet une extension des résultats obtenus à partir du réseau sur des cours d'eau non équipés.

Cet ensemble de travaux se retrouve dans la publication de synthèses hydrologiques. Celles-ci, leurs modèles analytiques et stochastiques, leurs représentations graphiques et cartographiques suffisent dans la plupart des cas à répondre aux besoins exprimés par les projets divers d'aménagement des ressources en eaux. Le domaine d'applications pratiques des études hydrologiques repose le plus souvent sur des paramètres du type modules (valeur moyenne, médiane, décennales), valeurs extrêmes (étiages, maximums de crue) et débits caractéristiques de diverses récurrences; variations saisonnières et interannuelles, autres termes du bilan hydrologique, paramètres largement étudiés dans les monographies de bassins fluviaux.

Lorsque ces synthèses hydrologiques existent, la poursuite d'une collecte complète des données sur le réseau hydrométrique initialement mis en place ne constitue plus une priorité fondamentale. En effet, on peut envisager alors un allègement du nombre de stations et, globalement, des tâches de "gestion du réseau" d'un service hydrologique. En dehors de stations à fonction précise, gérées directement ou sur financement des aménageurs (énergie hydroélectrique, alimentation en eau, voies navigables), on peut s'en tenir à des stations-test ou stations repères contrôlant des cours d'eau à écoulement naturel sur des bassins versants pour lesquels on ne prévoit pas, dans l'immédiat, de modifications majeures de l'équilibre des conditions physiques du milieu. Ces stations repères - les "bench-mark stations" de W. Langbein - parfaitement connues sur le plan hydrologique et sur le plan des distributions statistiques de divers paramètres, sont destinées à contrôler une éventuelle dérive par rapport aux lois précédemment établies et donc à actualiser les résultats".

A la suite de la publication de la Monographie Hydrologique du Gabon LA REHABILITATION INDISPENSABLE DU RESEAU SE FERA DANS CET ESPRIT DE CONTROLE DES DERIVES EVENTUELLES plus qu' en fonction de normes théoriques, dont l'objectif vise une connaissance plus rapide et exhaustive des régimes sur la totalité du territoire.

Des mesures de qualité de l'eau (chimie et suspension) seront effectuées sur quelques stations du réseau.

7.3.2.2 Equipements hydrométriques

Nous avons souligné plus haut le faible niveau actuel des équipements opérationnels, qui se réduisent surtout à des échelles limnimétriques et à des limnigraphes à flotteurs d'âge plus que certain pour la plupart.

L'appui à envisager devrait prévoir les achats :

- de pièces détachées et limnigraphes,

- de mires limnimétriques ordinaires,
- de centrales d'acquisition de données sur site (hauteurs et qualité de l'eau) adaptables sur limnigraphes à flotteurs,
- de centrales d'acquisition des données sur sites (hauteurs d'eau, Pluie), avec télétransmission pour quelques stations situées aux confins hydroclimatiques et aux frontières du pays.

L'ensemble du matériel de mesure de débits devra être renouvelé (équipement de 3 brigades). On attachera du prix à la compatibilité avec les matériels en usage dans le Service.

7.3.2.3 Equipement en véhicules

L'achat de trois véhicules camionnettes tout terrain, type Pick up Land cruiser, est à prévoir dans un premier temps.

Compte tenu de la durée (5 ans) envisagée pour le Projet, deux véhicules du même type sont à prévoir deux ans plus tard.

7.3.3 Données

7.3.3.1 Traitement et disponibilité des données

Actuellement totalement inexistantes, les pratiques de traitement des données par logiciel sur micro-ordinateur devront être généralisées à la suite de sessions de formation sur place ou à l'étranger.

Le standard envisagé est celui d'Hydrom de l'ORSTOM, fonctionnant sur PC-DOS, déjà utilisé pour la totalité des données jusqu'en 1983 dans le cadre des travaux de J.Lerique sur la Monographie du Gabon. Rappelons que ce standard permet, outre les entrées manuelles de données, la saisie directe des enregistrements papier sur tables ou l'exploitation de cartouches de centrale d'acquisition sur sites.

L'objectif minimum est la préparation dans le service et la publication d'un document annuaire hydrologique donnant, moins de six mois après la fin de l'année, les hauteurs et débits moyens mensuels et autres caractéristiques de crue et d'étiage observées aux stations, la liste des mesures de débits, une information sur les activités d'étude, une revue de la bibliographie hydrologique de la période écoulée.

Les équipements suivants sont nécessaires :

- 1 table à digitaliser,
- 2 Bernouilli Box 40 MO,
- 2 micro-ordinateurs dont un 386 à extension de mémoire,
- 2 micro-ordinateurs portables dont un 386 à extension mémoire,
- 2 imprimantes à aiguilles,
- 2 imprimantes à jet d'encre, couleur et monochrome,
- 2 photocopieuses,

2 onduleurs,
divers logiciels commerciaux (windows3, word5, excell...).

7.3.3.2 Archivages

La nomination d'un responsable et l'achat de cinq armoires métalliques fermant à clef devraient permettre de mettre à l'abri les archives "papier" et la partie des dossiers stations dont l'exploitation et la critique ont déjà été faites.

DOCUMENTS DE PROJET

Deux documents de projet sont présentés en annexe

Réhabilitation du Réseau d'Observatoires hydrologiques des rivières au Gabon

Atlas des Relations Pluie/Débit au Gabon

7.4 Eaux souterraines

7.4.1 Structures organisationnelles

a) Structure

La Direction Générale de l'Energie et des Ressources Hydrauliques a été restructurée "dans les textes" mais les services créés ne sont pas opérationnels. Il n'existe aucune structure régionale et la responsabilité au niveau centralisé même, demeure restreinte faute de moyens. Les opérations qui se limitent trop au suivi de travaux exécutés par la S.E.E.G devraient se diversifier dans le cadre d'un étoffement des services.

Des opérations de structuration d'une cellule hydrogéologique (englobant la section d'hydraulique rurale) et d'une cellule informatique associée doivent être réalisées à brève échéance.

Elles font l'objet de la fiche de projet "Assistance Technique et Institutionnelle dans le domaine de l'Hydrogéologie".

b) Personnel

Le personnel actuel n'est pas en nombre suffisant d'une part, ni suffisamment qualifié d'autre part, pour diriger ou participer à la création d'une cellule hydrogéologique. La mise en place de cette dernière est directement liée à la capacité de recrutement du Ministère.

c) Fonctionnement

En dehors des rares activités concrètes de suivi d'exécution ou de maintenance d'ouvrages, les effectifs trop restreints de la DGERH ne permettent pas de développer des "études" à caractère technique ou de planification.

7.4.2 Taille et densité du réseau

Le réseau piézométrique est à créer de toutes pièces pour un suivi général de l'ensemble du territoire, sur des points "représentatifs" des différents systèmes aquifères ; le réseau de contrôle de la qualité des eaux domestiques doit être reformulé et renforcé.

7.4.3 Personnel

Le démarrage d'opérations dans le domaine de l'hydrogéologie nécessite le recrutement national d'au minimum deux ingénieurs hydrogéologues assistés de techniciens pour la collecte, la mise en place du suivi des réseaux et de la maintenance des ouvrages, la gestion et le traitement des données sous informatique, la supervision de toutes ces opérations.

La formation de personnel est à prendre en compte sous forme d'ateliers ou par appuis techniques dans les domaines suivants :

- géophysique électrique : suivi de travaux et interprétation des données ;
- hydrogéologie :
 - . collecte des données piézométriques, hydrodynamiques et hydrochimiques,
 - . analyse synthétique des données en vue de l'élaboration d'un atlas hydrogéologique (photo-interprétation, traitement d'essais par pompage, cartographie..) ;
- micro-informatique : mise en place d'une base de données hydrogéologiques et utilisations de logiciels de traitement des données.

7.4.4 Equipement

Compte tenu des activités réelles de la Direction Générale, de l'ordre du "Contrôle" ou du "Conseil" exclusivement, celle-ci ne possède pas de matériel "lourd" de type sondeuse, foreuse ou engins, ni de matériels "opérationnels" tels que des équipements de laboratoire ou de géophysique.

L'actuelle section de l'Hydraulique Rurale ne dispose pas du petit matériel de terrain dont il faut par conséquent envisager l'achat (sonde piézométrique, thermomètre, conductivimètre, mallette hydrochimique...), de même que des véhicules indispensables aux tournées de terrain.

Il est important d'acquérir le matériel informatique (ordinateur, imprimante, digitaliseur, table traçante) permettant de mettre en place une base de données hydrogéologiques.

7.4.5 Entretien

La maintenance des ouvrages a été assurée pendant la durée du projet, soit entre 1981 et 1986. Au delà de cette date, 60 pompes/an environ sont tombées en panne et sans financement alloué, n'ont pu être réparées que partiellement. Un inventaire des pannes survenues sur les pompes (choix volontairement homogène des pompes à pied Vergnet) a été réalisé sur les ouvrages visités pendant la tournée d'"Evaluation de l'Hydraulique Villageoise" (décembre 1989).

Dans le projet de Loi-Programme 1989-1991 des investissements publics, était prévue une dotation annuelle de 40 millions de FCFA pour la maintenance, soit une somme couvrant l'achat des pièces de rechange et les dépenses de fonctionnement de l'équipe en charge du Ministère. Si l'Etat ne s'engage pas effectivement sur les charges récurrentes d'entretien comme il était prévu, la participation des villageois à l'entretien de leurs points d'eau devra être assurée par des campagnes de sensibilisation et vulgarisation.

Au niveau du suivi de la qualité des eaux, le renouvellement des produits consommables est jugé satisfaisant par le personnel concerné, tant au niveau de la Direction des Etudes et Laboratoire que de la S.E.E.G.

7.5 Récapitulatif des Projets

Tableau 7.5-1

REF.	TITRE DU PROJET	COUT(\$)	DUREE (ANNEE)
GAB-01	Assistance Technique et Institutionnelle dans le domaine de l'Hydrologéologie , auprès de la Direction Générale de l'Energie et des Ressources Hydrauliques	2 462,300	3 ans
GAB-02	Traitements et Interprétations détaillées, dans le domaine des Ressources Naturelles, des données de Radar Aéroporté disponibles	835,500	1 an
GAB-03	Modernisation du réseau pluviométrique et climatologique	320,000	2 ans
GAB-04	Informatisation de la banque de données pluviographiques de la DMN	283,500	2 ans
GAB-05	Réhabilitation du Réseau d'Observatoires Hydrologiques des Rivières	1 862,300	5 ans renouvelable
GAB-06	Atlas des relations Pluies/Débits au Gabon	1049,100	4 ans
Total		6 812,700	

Annexe A
TERMES DE REFERENCES SPECIFIQUES
GABON

Tous les aménagements existants et futurs (alimentation en eau potable, en eau industrielle, aménagements hydroagricoles, hydroélectriques) susceptibles d'avoir un impact significatif sur le régime des ressources en eau, seront pris en compte pour l'établissement des recommandations, relatives au renforcement et à la modernisation des données hydrométéorologiques, hydrologiques et hydrogéologiques.

1. Hydrométéorologie

Le consultant devra faire les analyses et recommandations nécessaires concernant :

- l'adéquation du système actuel de collecte et de traitement des données ainsi que du réseau de stations aux besoins en données pour les futurs aménagements ;*
- le projet de modernisation du mode d'acheminement des données ;*
- l'informatisation du traitement des données et du service ;*
- le recrutement et la formation du personnel ;*
- la définition d'un programme de renouvellement des instruments et d'acquisition d'instruments complémentaires jugées nécessaires ainsi que d'un atelier de calibrage et de maintenance ;*
- les dispositions à prendre concernant la conservation des archives et de la documentation.*

1.1 Adéquation entre collecte, traitement des données, réseaux de mesure et besoins en données pour aménagements

Face à une demande croissante et pressante de nombreux organismes gabonais, dans le domaine agricole notamment l'impossibilité de la DMN à assurer pleinement ses fonctions est dramatique.

Le point 3.3.4 (Budget) du rapport est particulièrement explicite sur les difficultés rencontrées par la DMN dans les divers domaines dont elle a la charge et les chapitres 3, 6 et 7 développent largement les problèmes rencontrés ou les mesures à prendre.

Dans ce contexte le projet GAB/1989/004 portant sur la réhabilitation et le renforcement du Service Météorologique revêt une importance toute particulière et sa remise en oeuvre devrait permettre à la DMN de jouer enfin son rôle.

L'annexe H fournit in extenso le texte du projet et des commentaires en sont donnés dans le chapitre 3.

La fiche projet 3 (annexe B) apporte un complément au niveau des mesures et de la collecte mais se limite volontairement à des applications test.

La fiche projet 4 (annexe B) apporte de même un complément dans le domaine du traitement des données afin de mieux répondre aux demandes spécifiques de certains aménagements projetés.

1.2 Mode d'acheminement des données

Les stations synoptiques bénéficient d'un traitement privilégié (Radio BLU) qui doit être maintenu et c'est une priorité absolue. Mais l'acheminement des données relatives aux autres stations du Gabon est actuellement particulièrement incertain puisque par faute de moyens budgétaires les lecteurs ne sont ni contrôlés ni motivés.

Le projet GAB/1989/004 prévoit la création de centres provinciaux couvrant chacun un secteur géographique bien déterminé et qui facilitera ainsi l'accès des brigades aux stations et aidera à renouer une collaboration étroite avec les lecteurs.

Il n'est pas prévu de fiche de projet relative à la télétransmission des données par satellite car il apparaît prématuré de recommander cette technologie tant qu'un fonctionnement de base régulier de la DMN ne sera pas assuré de façon durable.

1.3 Informatisation du traitement des données et de la DMN

Le rapport présente l'historique des timides essais entrepris jusqu'à présent à la DMN.

En fait le retard en informatique de la Météorologie gabonaise est considérable par rapport aux pays francophones de la zone, puisque l'implantation du système CLICOM à l'ASECNA n'est pas encore en régime de croisière et que les services de la DMN n'ont ni équipement informatique ni bien sûr de personnel formé.

Le projet GAB/1989/004 expose les besoins en matériel, en formation et en conseil d'organisation. L'implantation et le fonctionnement équilibré de CLICOM à la DMN sont des objectifs à assurer très rapidement.

La fiche de projet 4 (annexe B) sur la constitution d'une banque de données pluviographiques est un complément au projet cité plus haut. Il devrait permettre de tirer profit de l'information, très précieuse pour les études d'aménagement, enfermée dans les enregistrements archivés.

1.4 Recrutement et formation du personnel

La situation récente de la DMN en ce qui concerne le personnel est présentée au point 3.1.3.

La mise en application du projet GAB/1989/004 est en train de revitaliser l'ensemble de la DMN grâce à des agents de l'ASECNA. La réalisation de ce projet devrait assurer à la DMN un niveau suffisant en personnel (tant en quantité qu'en qualité).

La tâche des formateurs est toutefois très lourde étant donné les retards accumulés par manque de moyens (matériels, véhicules, informatique...)

La fiche de projet 3 (annexe B) prévoit une formation théorique et pratique à des appareils enregistreurs modernes.

La fiche de projet 4 (annexe B) prévoit une formation informatique spécialisée en Banque de données (saisie, traitement, exploitation).

1.5 Renouvellement de l'appareillage

Il existe des besoins urgents au niveau des stations synoptiques dont la pénurie en instruments est sérieuse et dans l'équipement de véritables stations agrométéorologiques dont le Gabon a besoin.

L'annexe H consacrée au texte (et annexe) du projet GAB/1989/004 fournit la liste d'un certain nombre d'appareils ou équipement.

En ce qui concerne la mesure de la pluie (pluviomètres et pluviographes) il existe un paradoxe entre le déclin sensible du nombre de stations actuelles et quantité et la diversité des appareillages disponibles (grâce aux aides bilatérales). Cette diversité entraîne de sérieux risques d'hétérogénéités dans les mesures dont il faut être conscient (Cf. le point 3.3.2).

La fiche projet 3 (annexe B) donne les perspectives d'une nouvelle étape dans le fonctionnement des réseaux par l'utilisation d'appareils enregistreurs de grande autonomie et facilitant le traitement des données. Mais le test est volontairement limité afin de tenir compte du retard actuel à rattraper.

1.5 Conservation des archives et documentation

Le point 3.3.6 du rapport expose les difficultés rencontrées dans la consultation des archives à la DMN. Les actions menées par la Belgique et par l'ORSTOM dans la sauvegarde des archives est heureusement à souligner.

Le second volet du projet GAB/1989/004 apporte un éclairage approprié sur les moyens à mettre en oeuvre pour mettre à la disposition des usagers les données dont ils ont besoin. Là aussi le retard à combler est considérable et les étapes à respecter pour réaliser cet objectif sont traitées au point 7.2.3.

La fiche projet 4 (annexe B) montre l'intérêt d'une banque de données pluviographiques pour répondre aux questions spécifiques des usagers.

2. Eaux de surface

Le consultant devra faire les analyses et recommandations nécessaires concernant :

- la réorganisation du service ;*
- la reprise des activités de mesure des débits au niveau des stations abandonnées depuis des années ceci en fonction des aménagements envisagés à moyen terme ;*
- la possibilité de doter certaines stations d'accès difficile, de télétransmission ;*
- l'acquisition de matériels (instruments, véhicules) ; les conditions de stockage et d'entretien ;*
- intensification des travaux sur réseau : installation des limnigraphes et campagne de mesure ;*
- l'informatisation complète de la chaîne de traitement des données, acquisition de matériels informatiques;*
- la reprise de la diffusion des annuaires hydrologiques interrompue depuis 1974 ;*
- les termes de référence d'une étude de synthèse des ressources en eau de surface en tenant compte des études en cours ;*
- les termes de référence pour la préparation d'un inventaire par bassins hydrographiques de tous les barrages existants ou en projet, avec possibilité d'actualisation permanente des caractéristiques inventoriées ;*
- l'opportunité de création d'un réseau de mesure des débits solides (charriage, matières en suspension, composition physico-chimique) ;*
- les dispositions à prendre pour la conservation des archives et de la documentation ;*

La pertinence de chacun des termes de référence ci-dessus, formulés au début de l'année 1988, doit être d'abord réévaluée en fonction de l'évolution, trois ans plus tard, de la situation actualisée du Service Hydrologique face à ses missions.

Malheureusement, la situation déjà préoccupante de l'époque est devenue franchement catastrophique au regard même des missions prioritaires : ainsi, en l'absence de toute activité de contrôle sur le terrain, l'activité de base, celle de collecte des données sur les grandes rivières du système hydrologique de l'Ogooué est désormais réduite à la seule station de Lambaréné.

Depuis la fin du projet d'assistance canadien en 1988, les moyens techniques et administratifs du Service ont été aussi affectés, avec la diminution des effectifs et la disparition du secrétariat.

2.1 Réorganisation du service/objectifs

Il s'agit, au sein d'une équipe limitée comptant une demi douzaine d'ingénieurs et techniciens hydrologues, de pérenniser d'abord au Gabon l'existence de compétences et de moyens en hydrométrie et en analyse hydrologique opérationnelle des rivières. Les missions proposées sont analogues à celles qui ont été assurées depuis plus de trente ans par le Service hydrologique comme, en ordre de priorité :

- gestionnaire du réseau général et éditeur de l'annuaire hydrologique (sur un réseau minimum, réduit de moitié par rapport à la décennie 1970),

- conseil et expert hydrologique et hydrométrie local pour les administrations et les bureaux d'étude,

- concepteur et acteur d'études hydrologiques simples de type Pluie-Débit.

Les recommandations sur la structure du service et son renforcement sont faites en 7.1 pour les plus générales, et en 7.3.1.

2.2 La reprise des activités de mesure des débits au niveau des stations abandonnées

C'est le premier objectif du Projet numéro 5, introduit par le 7.3.2.1.

2.3 Le recours à la télétransmission pour les stations d'accès difficile

Introduit en 7.3.2.2, il est recommandé dans le premier objectif du Projet 5, une **place limitée** étant faite à ces moyens dans le devis pour huit (8) stations seulement, présentant par ailleurs un intérêt pour la prévision en temps réel (épisodes extrêmes, gestion hydro-électrique).

2.4 L'acquisition de matériels (instruments et véhicules), stockage et entretien.

L'ensemble est recommandé en 7.3.2.2 et 7.3.2.3, et repris au projet 5. Les possibilités actuelles en local de stockage du matériel sont suffisantes au Centre de Gros-Bouquet.

2.5 L'Intensification des travaux sur le Réseau : installation de limnigraphes et campagnes de mesures

Une partie importante du devis du projet 5 est consacré au fonctionnement de terrain qui constitue évidemment une priorité pour une collecte satisfaisante.

2.6 L'Informatisation complète de la chaîne de traitement des données, acquisition de matériels informatiques/ LA Reprise de la diffusion des annuaires hydrologiques interrompue depuis 1974

La recommandation en est faite au 7.3.3.1 et les moyens prévus au projet 5 sont dans ce sens.

2.7 Les termes de référence d'une étude de synthèse des ressources en eau de surface au Gabon, en tenant compte des études en cours

Le prochain achèvement à l'ORSTOM, de la monographie hydrologique du Gabon, consacré à la description et à la statistique stationnelle du régime des fleuves et rivières, viendra déjà heureusement compléter les documents antérieurs édités à SERHYDRO (1977) et dans l'Atlas du Gabon (1980).

Le Projet 6 "Atlas des relations Pluie-Débit" se propose de traiter de l'ensemble des problèmes hydrologiques rencontrés par l'aménagiste, en milieu équatorial humide, à différentes échelles d'espace et de temps, aussi bien pour l'évaluation de la **ressource** que du **risque** hydrologique.

Une place devra être faite aux modèles déterministes de propagation de crue, en particulier sur le système de l'Ogooué.

2.8 Les termes de références pour la préparation d'un inventaire par bassin hydrographique de tous les barrages existants ou en projet, avec possibilité d'actualisation des caractéristiques inventoriées

Le sujet ne semble pas d'intérêt majeur par rapport aux actions urgentes à mener pour améliorer la situation actuelle du Service Hydrologique. Compte tenu du petit nombre de réserves et de la faible pression prévisible sur la ressource, le sujet semble d'ailleurs pouvoir être laissé à la diligence de la SEEG, principale intéressée.

2.9 L'opportunité de création d'un réseau de mesure des débits de matières dissoutes et en suspension, de charriage

Les différentes études sur les débits de matières en suspension et solution déjà menées en domaine équatorial humide, par l'ORSTOM ou les Services nationaux en Afrique Centrale, au Cameroun sur le Ntem et le bassin du Dja, au Congo sur le Congo, permettent des évaluations suffisantes, compte tenu des faibles variations spatiale et interannuelle rencontrées.

Le sujet pourrait néanmoins être traité pendant un ou deux cycle annuel, dans le cadre du Projet 5, et en utilisant les données de la SEEG sur la qualité de l'eau prélevée à l'amont de ses stations de traitement.

Mais l'installation, et la maintenance d'un "réseau" pour cet objectif ne se justifie pas, de même que pour le charriage, dont la mesure est délicate.

2.10 Les dispositions à prendre pour l'exploitation et la conservation des archives et de la documentation

Dans le cas du Service Hydrologique, la meilleure garantie d'exploitation et de conservation des données et de la documentation est de confier à un responsable le soin de contrôler leur consultation exclusivement sur place, sous forme de documents archivés reliés et photocopiables.

Le projet 5 devrait permettre de fournir les armoires métalliques, la photocopieuse nécessaires.

La possibilité de relier par station l'ensemble des sorties format A4 du logiciel Hydrom (débits journaliers, mensuels, caractéristiques, jaugeages) devrait constituer un autre apport du projet 5, lié à l'informatisation de la chaîne de traitement et à la disponibilité d'une bonne imprimante.

Les dossiers originaux restent sous la responsabilité du chef de Service, dont le rôle est d'en garantir l'exploitation la plus rapide possible.

A l'avenir la manipulation courante des fichiers de la base de données hydrométriques informatiques, pour copie aux utilisateurs, ne nous semble pas devoir être encouragée.

Par contre la fourniture de fichier texte, à sortir sur imprimante, pourrait être une solution moderne et sans risque pour les bases de données.

3. Eaux souterraines

Le consultant devra faire les analyses et recommandations nécessaires concernant :

- un programme d'extension des activités hydrogéologiques sur l'ensemble du pays de façon progressive suivant les besoins ;*

- l'organisation du système de collecte des données :

. définition d'un document type de recueil des caractéristiques des puits et forages ;

. contrôle des données transcrites ;

. identification des données à saisir sur support informatique.

- la mise en place de moyens informatiques compatibles pour les activités hydrogéologiques ;

- la couverture du pays par une carte hydrogéologique à une échelle appropriée en examinant la possibilité de mise en place d'une procédure adaptée de cartographie assistée par ordinateur ;

- le suivi régulier du réseau de piézomètres existant et l'extension du réseau ;

- le recrutement et la formation du personnel ;

- le renforcement des moyens matériels (instruments, matériels de terrain, matériels géophysiques, véhicules) ;

- l'opportunité d'études géophysiques à l'échelle nationale.

3.1. Programme d'extension des activités hydrogéologiques sur l'ensemble du pays de façon progressive suivant les besoins.

A l'heure actuelle, les activités hydrogéologiques concernant le Gabon se trouvent quasiment "au point mort".

La Direction Générale de l'Energie et des Ressources Hydrauliques ne dispose pas des moyens lui permettant seulement de maintenir les acquis du programme d'Hydraulique Villageoise réalisé jusqu'en 1986, programme qui n'a permis de satisfaire qu'une partie des besoins du pays. Le budget de fonctionnement de la Direction ne lui permet pas d'assurer la maintenance des ouvrages tombés en panne, encore moins de développer des connaissances sur l'hydrogéologie du Gabon. Elle ne dispose pas du personnel susceptible de développer la recherche et les activités dans le domaine des eaux souterraines.

La Société d'Energie et d'Eau du Gabon dispose d'un personnel relativement important et compétent, ainsi que des moyens lui permettant d'assurer des activités d'études et de suivis.

Néanmoins les développements dans le secteur de l'adduction d'eau potable sont orientés vers l'exploitation des eaux de surface. Le secteur des ressources souterraines est négligé.

L'analyse de l'ensemble des données de forages et documents techniques disponibles ne fait pas partie des préoccupations premières des différents intervenants du secteur.

Ces objectifs ont donc été développés dans le cadre de la Fiche de Projet N° 1 intitulée "Assistance Technique et Institutionnelle dans le Domaine de l'Hydrogéologie". Pour effectuer ces travaux, il sera nécessaire de créer une structure - à savoir un Service Hydrogéologique - au sein de la Direction concernée et d'assurer le recrutement du personnel nécessaire.

3.2. Organisation du système de collecte des données

- . définition d'un document type de recueil des caractéristiques des puits et forages;
- . contrôle des données transcrites ;
- . identification des données à saisir sur support informatique.

Les différentes données susceptibles d'être exploitées sont détaillées dans les différents chapitres du rapport, suivant leur nature.

La Fiche de Projet N° 1 décrit le montage d'un système de collecte des informations et d'acquisition de nouvelles données indispensables à l'évaluation des potentialités souterraines et à l'élaboration de synthèses hydrogéologiques.

3.3. Mise en place de moyens informatiques compatibles pour les activités hydrogéologiques

En dehors de l'utilisation quotidienne des logiciels utilitaires usuels, aucun service concerné par les ressources en eau souterraine n'a informatisé l'une quelconque de ses activités : il n'existe ni centre de documentation informatisé, ni gestion de base de données, ni logiciels de traitement spécifique pour l'interprétation d'essais par pompage, de sondages de géophysique électrique..

La fiche de projet N° 1 décrit la mise en place des moyens informatiques nécessaires.

3.4 Couverture du pays par une carte hydrogéologique à une échelle appropriée en examinant la possibilité de mise en place d'une procédure adaptée de cartographie assistée par ordinateur.

En complément des inventaire exhaustif et mise en place de structures d'acquisition des données, décrits dans la Fiche de Projet N° 1, sont projetés l'élaboration d'une couverture

hydrogéologique et la constitution de documents synthétiques de référence. Il est prévu que les documents cartographiques associés soient élaborés au moyen de logiciels de cartographie informatique du type ATLAS DRAW. Il est prématuré d'envisager la mise en place d'un système lourd du type système d'Information Géographique.

3.5. Suivi régulier du réseau de piézomètres existant et extension du réseau.

Aucun réseau piézométrique n'a été développé au Gabon. Quelques études locales (et limitées dans le temps) ont été menées sur les aquifères côtiers.

Compte tenu du très faible développement des activités dans le domaine des ressources souterraines et en particulier de l'ignorance concernant les piézométries interannuelles de la quasi totalité des aquifères, il est illusoire à l'heure actuelle de souhaiter "créer" un réseau piézométrique national. Dans un premier temps, la Fiche de Projet N° 1 propose l'exploitation des ouvrages existants pour la réalisation de relevés à l'échelle du pays :

- . mesures des variations piézométriques saisonnières,

- . mesures des variations interannuelles.

Ces mesures donnant le moyen d'évaluer l'importance des réserves permettront par la suite d'orienter les mesures sur les zones sensibles et de mettre en place un schéma d'implantation de piézomètres.

3.6. Recrutement et formation du personnel

A l'heure actuelle on note l'absence au Ministère des Mines, de l'Energie et des Ressources Hydrauliques, de tout personnel spécialisé dans le domaine de l'hydrogéologie.

Le volet Institutionnel du Document de Projet N° 1 décrit la mise en place de structures opérationnelles et les besoins en personnel pour le développement du secteur "Eau".

3.7. Renforcement des moyens matériels (instruments, matériels de terrain, matériels géophysiques, véhicules);

La Direction Générale de l'Energie et des Ressources Hydrauliques ne dispose pas du petit matériel de terrain qui a donc été prévu par le Document de Projet (équipement en sondes électriques, résistivimètres, thermomètres..) pour l'exécution des opérations de collecte des données.

Il ne semble pas opportun de prévoir l'acquisition de gros matériel, puisque les activités du Ministère sont orientées sur le suivi et non l'exécution des travaux (géophysique, génie civil,

forages..) ; ces activités ne sont pas compatibles avec la faiblesse des effectifs et la qualification du personnel en place.

3.8. Opportunité d'études géophysiques à l'échelle nationale

Comme il est explicité dans le chapitre 5.4, d'une part les structures permettant l'élaboration ou le contrôle-évaluation des travaux de géophysique sont inexistantes à la Direction de l'Energie et des Ressources Hydrauliques, d'autre part l'apport de la géophysique à la connaissance hydrogéologique est très inégale sur le territoire gabonais : positive dans un contexte cristallophyllien mais faible en terrains sédimentaires.

Compte tenu de l'état d'avancement actuel, il paraît précoce de vouloir établir un programme de travaux géophysiques à l'échelle nationale - voire régionale - avant d'avoir dans une phase incontournable, établi l'inventaire, la collecte puis l'analyse des données existant dans ce domaine. Le document de projet prévoit donc en priorité la formation de cadres aux techniques d'interprétation des données de géophysique électrique.

L'établissement de documents de référence sur l'hydrogéologie du Gabon pourra nécessiter postérieurement l'exécution d'études complémentaires "localisées" (missions prospectives sur les ressources), études qu'il est souhaitable de lier et financer directement (pour leur financement et exécution) aux projets d'hydraulique villageoise qui seront mis en oeuvre ultérieurement par l'administration.

Annexe B
GABON
FICHES DE PROJET

DOCUMENT DE PROJET N°1

PAYS :	REPUBLIQUE DU GABON
DATE :	Février 1992
TITRE PROPOSE :	Assistance Technique et Institutionnelle dans le domaine de l'Hydrogéologie, auprès de la Direction Générale de l'Energie et des Ressources Hydrauliques.
AGENCE GOUVERNEMENTALE DE MISE EN OEUVRE:	Direction Générale de l'Energie et des Ressources Hydrauliques
DUREE ESTIMEE :	3ans
CONTRIBUTION INTERNATIONALE PROVISoire:	US \$ 2.462.300
COUT HOMOLOGUE ESTIME :	à calculer
SOURCE DE FINANCEMENT :	A décider

1. But de l'aménagement et ses liens avec le programme pour le pays

1.1. Programme pour le pays

La recherche et l'exploitation des eaux souterraines du Gabon ont été jusqu'à ce jour délaissées. L'absence de toute reconnaissance approfondie de ces ressources a conduit à concevoir des aménagements qui, généralement en l'absence d'études économiques comparatives, captent assez systématiquement les eaux superficielles, souvent abondantes mais globalement de moins bonne qualité chimique et bactériologique.

Les activités hydrogéologiques ne se sont développées que partiellement entre les années 1981-86, dans le cadre de l'adduction en eau potable de villages en situation d'urgence.

Ces travaux d'hydraulique villageoise ont fait l'objet de synthèses ponctuelles et fragmentaires, qui demandent à être développées et généralisées à l'ensemble du pays. D'autres petits centres urbains revendiquent en effet une desserte en eau potable plus régulière et moins contraignante (aléas liés aux étiages sévères et aux distances à parcourir). Le taux de desserte en eau potable est actuellement insuffisant (environ 35 % de satisfaction en milieu rural). Une conséquence directe de cette situation qui oblige la population à recourir aux eaux de surface est la prévalence et le développement de maladies hydriques qui sont pour une large part responsables du taux élevé de mortalité infantile.

L'évaluation des ressources en eau souterraine constitue une solution alternative ou additionnelle à la mise en valeur des ressources superficielles. Les valeurs des précipitations qui concernent le pays, laissent présager des conditions d'alimentation souterraine favorables à l'exploitation d'eaux de qualité. Malgré ces potentialités manifestes, le Gabon ne dispose pas des connaissances suffisantes pour orienter sa politique d'adduction en eau. Les paramètres de perméabilité, capacité d'emmagasinement et transmissivité, pourtant déterminants dans la définition des formations aquifères, demandent à être précisés.

Ces contradictions justifient la volonté de développer des études de référence. Celles-ci seront directement exploitables pour la détermination du système d'alimentation adapté au contexte naturel, que ce soit en milieu rural ou urbain.

Un bilan général des travaux exécutés au Gabon fera le point de l'état des connaissances sur l'hydrogéologie des unités lithologiques gabonaises.

1.2. Objectifs du projet

La qualité des synthèses hydrogéologiques qu'il est prévu de constituer dépendra de la disponibilité en données de base et de leur pertinence. Leur élaboration requiert d'ores et

déjà l'acquisition d'un certain nombre d'informations ainsi que la mise en place initiale de structures opérationnelles.

L'assistance prévue par le projet comprend deux volets fondamentaux couvrant les aspects institutionnel et technique, bâtis suivant des étapes progressives.

1.2.1. Volet institutionnel

La création d'un Service Hydrogéologique, au sein de la Direction Générale de l'Energie et des Ressources Hydrauliques, s'avère indispensable si l'on veut parvenir à une gestion administrative et technique de l'ensemble des questions ayant trait aux eaux souterraines. Ce volet traitera des aspects : organisation, recrutement et formation de personnel national, planification des activités hydrogéologiques du projet. En outre il sera aidé à la constitution d'un groupe de travail pour initier l'élaboration d'un Code de l'eau.

1.2.2. Volet technique

Le volet technique contribuera à satisfaire les objectifs de mise en valeur et de planification du Secteur "Eaux Souterraines", en vue de l'élaboration ultérieure d'un Schéma Directeur de Mise en Valeur des Ressources en Eau du Gabon.

Il comprendra 3 étapes déterminantes :

- une collecte générale de l'ensemble des informations hydrogéologiques disponibles, dispersées entre les différentes institutions, entreprises de travaux ou sociétés d'études et l'acquisition des données complémentaires utiles à l'élaboration de documents de base ;
- la réalisation de documents synthétiques couvrant l'ensemble du territoire ;
- la mise en place d'un système de gestion informatique des données, de leur traitement et cartographie ainsi que l'informatisation d'une documentation sur l'eau.

Le projet aidera l'administration à mettre en forme puis exécuter l'ensemble des tâches utiles de collecte et d'acquisition de données. Il fera exécuter ou projettera les opérations ponctuelles de mesures et les suivis de longue durée. Il dirigera les analyses et les traitements des informations recueillies. Par le biais de l'informatisation de la gestion des données et documents, il incitera les différents intervenants à la concertation.

Le projet cherchera à plus long terme, à développer la coordination des activités et projets dans le domaine des eaux souterraines, à développer l'effort de planification et de gestion des ressources permettant une extension de l'utilisation de l'eau souterraine par différentes activités : irrigation, industrie, élevage, tourisme..

2. Eléments les plus importants

2.1. Aspect institutionnel

Outre l'organisation et la planification des activités hydrogéologiques du projet, il s'agit de constituer un groupe de travail rassemblant différents intervenants susceptibles de mener une réflexion d'ensemble pour la mise en place ultérieure, au plan national :

- d'un projet de Code de l'Eau ;
- d'un projet de Schéma Directeur pour la Mise en Valeur des Ressources en Eau.

Le groupe de travail constitué ou "Comité de l'Eau" favorisera en premier lieu une concertation entre les différents acteurs du secteur telle que le développement des relations entre les Ministères, leurs Directions et différents organismes spécialisés. Il devra être à l'origine d'une prise de conscience nationale de l'importance du secteur eau/assainissement. Il proposera des projets concrets pour l'amélioration de l'alimentation en eau des populations.

L'appui institutionnel à la Direction Générale de l'Energie et des Ressources Hydrauliques sous la forme d'une aide à la création d'un service hydrogéologique, favorisera l'exécution ou le suivi de la politique définie. La Direction bénéficiera de l'appui des cadres formés par le projet, qui renforceront les capacités d'intervention et de gestion dans le secteur.

2.2 Aspect technique

Dans un objectif de mise en valeur des ressources en eau souterraine, un programme d'extension des activités hydrogéologiques sera développé.

2.2.1 Collecte et acquisition de données

a) collecte de données existantes

Un grand nombre de données "géologiques" sont disponibles à la Direction des Mines et de la Géologie et à la Direction de l'Exploration et Exploitation des Hydrocarbures ; des données "hydrogéochimiques" sont archivées à la Direction des Etudes et Laboratoires ; les sociétés d'études ou d'exécution recensent un grand nombre de dossiers récapitulatifs, dossiers de forages, travaux de géophysique, etc..

La collecte de ces données doit être organisée de façon à faciliter la répétitivité des opérations et préparer le traitement ultérieur ; les premières opérations consisteront en :

- la définition de documents-types pour le recueil des données suivantes :

- . renseignements généraux sur les villages,
- . caractéristiques des puits et forages d'eau,
- . résultats de pompages d'essai,
- . résultats d'analyses d'eau,
- . résultats de campagne géophysique, etc.

- le contrôle des données transcrites ;

- l'évaluation de la cohérence et de la qualité des données.

En outre il sera procédé à une vérification de l'ensemble des données et à un diagnostic de leur qualité.

b) acquisition de nouvelles données

On note l'inexistence flagrante de certaines données, indispensables d'une part à l'évaluation des potentialités souterraines (paramètres hydrodynamiques..), d'autre part à l'évaluation des besoins en eau (consommations d'eau par habitant..).

Trois types d'interventions à développer progressivement, s'avèrent utiles afin de remédier aux premières lacunes,

- Le lancement d'opérations locales ponctuelles :

- . mesures de paramètres hydrodynamiques par essai de pompage,
- . mesures de débit,
- . mesures de la conductivité des eaux,
- . diagnostic des installations : bilan sur les types de pannes survenues..

Il est prévu que le projet acquière le petit matériel de terrain adapté aux opérations (sondes électriques, conductivimètres) mais l'achat de matériel "lourd" (matériel de géophysique, camion, machine de forage, générateur..) n'est pas programmé, ces activités n'étant pas compatibles avec les attributions actuelles du Ministère, ni avec les qualifications de son personnel.

D'éventuelles mesures de géophysique (utiles par exemple à l'établissement de corrélations entre sondages électriques et sondages géologiques pour l'élaboration de catalogues de référence) seraient prises en charge par l'administration ou dans le cadre de projets d'hydraulique villageoise.

- Le lancement d'opérations régionales de suivis de longue durée :

- * levé de niveaux piézométriques à l'échelle régionale pour l'évaluation des variations saisonnières,
- * mesures interannuelles de piézométrie sur les ouvrages représentatifs,
- * préparation d'un réseau piézométrique de suivi interannuel localisé dans les zones déterminées à risques ou à forte demande en eau,
- * renforcement du suivi de qualité des eaux de desserte.

Les mesures seront essentiellement réalisées sur les ouvrages existants, l'exécution de piézomètres n'étant pas prise en charge par le projet ; elle pourrait néanmoins être financée par l'administration. Dans un premier temps, un inventaire des ouvrages adaptés aux mesures piézométriques sera donc établi, puis un schéma d'implantation de nouveaux piézomètres sera dressé (en fonction des conclusions des synthèses hydrogéologiques), pour constituer un véritable réseau de surveillance.

- La mise en place d'un système d'inventaire national par enquêtes socio-économiques auprès des collectivités villageoises et urbaines, permettant de :

* dresser un bilan de l'état actuel des aménagements pour l'approvisionnement en eau des populations ; l'identification des points d'eau fréquentés est réalisé par les caractéristiques suivantes

- . nature du point d'eau (source aménagée ou non, puits, forage, marigot, puisard..)
- . débit mesuré ou estimé
- . fluctuations saisonnières des niveaux d'eau
- . distance au village, accessibilité
- . données générales (localisation géographique, coordonnées administratives, population, activité économique, existence d'un centre d'intérêt tel que dispensaire, école ou marché)

* identifier les besoins

- . en eau potable des populations
- . agricoles (irrigation, bétail)

Les activités décrites seront développées en fonction des urgences et suivant la disponibilité du personnel, certaines opérations (l'acquisition de paramètres hydrodynamiques sur les forages, la connaissance de l'échelle des variations piézométriques) sont prioritaires pour la poursuite des études.

Une valorisation importante des opérations de terrain consiste en une sensibilisation des populations aux problèmes liés à l'eau ainsi qu'à la maintenance des ouvrages.

2.2.2 Elaboration de synthèses hydrogéologiques

Ce volet développe la mise en oeuvre au sein du Ministère des activités d'"Etude" des ressources en eau souterraine et de "Contrôle" ou "Suivi" des aménagements (maintenance des ouvrages, suivis des réseaux, contrôles de qualité..) ; Ce programme d'"extension des activités hydrogéologiques sur l'ensemble du pays" sera établi de façon progressive.

Il s'agit de définir de façon satisfaisante les principales caractéristiques hydrogéologiques des grands ensembles lithologiques gabonais : situer chaque unité dans son cadre géologique et structural, identifier et quantifier les caractéristiques hydrodynamiques par le biais d'analyses probabilistes, synthétiser les caractéristiques géo-électriques des terrains, présenter des critères pertinents pour l'implantation d'ouvrages.

Le projet produira des documents de synthèses hydrogéologiques et en rassemblera les résultats sur des cartes hydrogéologiques à l'échelle du 1/200 000 ème.

Il procédera à l'extrapolation régionale d'informations locales, permettant d'aboutir à :

- . l'identification physique et hydrodynamique des différents réservoirs,
- . une évaluation de la recharge des différents aquifères,
- . une évaluation des potentialités d'exploitation (aptitudes, débits unitaires, vulnérabilité à la sécheresse),
- . un bilan des exploitations actuelles.

Une étude comparative avec les grands ensembles d'Afrique Centrale permettra de situer les unités gabonaises dans un contexte hydrogéologique global.

Le projet fera des recommandations sur les orientations à donner à un futur programme d'aménagement de la desserte en eau :

- . établissement des priorités : taux de satisfaction actuel des besoins, importance de la population,
- . définition des normes de desserte adaptées à l'environnement naturel et social,
- . définition de critères d'équipement de points d'eau : pérennité, accessibilité, potabilité, distance à parcourir,
- . définition des risques et précautions à suivre (pollution, surexploitation).

Il proposera des programmes d'hydraulique villageoise adaptés au contexte gabonais.

Il définira les dispositifs à mettre en place pour le contrôle de l'évolution de la ressource.

Le projet contribuera ainsi à doter les décideurs gouvernementaux d'un outil de décision rationnel et dynamique dans le secteur de l'eau, outil que l'on pourra facilement actualiser en fonction de données nouvelles.

2.2.3 Mise en place d'une base de données, éditions graphiques et cartographiques et informatisation de la documentation

Pour favoriser la consultation et la mise à jour ultérieure de l'ensemble des informations recueillies par le projet (données brutes et données traitées), la mise en place d'une base de données est programmée à la Direction de l'Energie et des Ressources Hydrauliques.

La Documentation de la Direction devra recevoir, répertorier et classer un exemplaire de tous les rapports techniques existants et des produits élaborés par le projet. L'informatisation de cette Documentation sur l'Eau Souterraine incitera de façon complémentaire à la concertation des différents intervenants du secteur.

Avant la création spécifique de la base de données, une réflexion préliminaire doit être menée sur la nature des informations à y intégrer :

- définir en coordination avec le volet "acquisition des données" les documents-types de recueil des données, adaptés aux exigences de compilation,
- identifier les données à saisir sur support informatique qui feront par conséquent l'objet d'une consultation ou d'un traitement spécifique,
- contrôler les données introduites dans la base de données.

Une banque de données relationnelle sera élaborée pour que le dépouillement, le traitement et le stockage de toutes les données soient réalisés par ordinateur. En concordance avec la nature des données enregistrées, différents types de fichiers de données pourront composer la Base :

- . fichier de renseignements généraux sur les villages,
- . fichiers des forages d'eau, des puits (situation, équipement..)
- . fichier des sources (situation, débit..)
- . fichier des pompages d'essai,
- . fichier des pompes (nature, entretien..)
- . fichier des analyses d'eau, etc..

D'autres fichiers pourront être intégrés à la base, d'une part en fonction du contexte gabonais (fichier "suivi et évaluation des projets" par exemple), d'autre part en fonction de la capacité de stockage et de la puissance de traitement disponible.

Des fichiers de commande leur seront associés pour réaliser les opérations de saisie et de mise à jour, d'édition, de traitements statistiques.. Afin de faciliter leur utilisation et la mise à jour quotidienne, les documents seront élaborés au moyen des logiciels simples à manipuler ; les données seront traitées sous une base de données courante de type dBase, pourvue de sorties graphiques et cartographiques (interfaçage à prévoir).

Un logiciel du type ATLAS DRAW permettant la digitalisation de cartes, sera utilisé pour les éditions graphiques et cartographiques.

Une base de données opérationnelle et régulièrement mise à jour sera une base de réflexion importante pour l'orientation de projets futurs.

3. Stratégie du projet

3.1. Quels sont les gens et/ou les institutions qui bénéficieront en premier lieu des résultats et des activités du projet ?

L'ensemble des institutions et sociétés ayant une partie de leurs activités dans le secteur de l'eau sont concernées par le projet : les Directions Générales de l'Energie et des Ressources Hydrauliques, des Etudes et Laboratoires, les Ministère de la Santé et de l'Agriculture, la Société d'Energie et d'Eau du Gabon. Tous les éventuels maîtres d'ouvrages (l'Office du Chemin Transgabonais et certaines sociétés pétrolières sont gestionnaires d'ouvrages hydrauliques) bénéficieront directement d'une meilleure connaissance des potentialités en eaux souterraines.

Le Ministère des Mines, de l'Energie et des Ressources Hydrauliques sera le premier concerné par un développement des services et activités de sa Direction des Eaux de Distribution et des Eaux Usées.

3.2. Bénéficiaires désignés

Les bénéficiaires désignés sont l'ensemble des utilisateurs potentiels d'eau souterraine, essentiellement les populations urbaines et rurales, en second lieu certaines activités agricoles (maraîchage).

3.3. Accords pour la mise en oeuvre du projet

Le projet sera réalisé en collaboration avec la Direction Générale de l'Energie et des Ressources Hydrauliques.

Il emploiera un Chef de Projet (Hydrogéologue) à plein temps pendant la durée du projet puis, une fois le programme démarré, un Consultant Hydrogéologue-Géophysicien ainsi qu'un Consultant Informaticien pour des périodes respectives de deux années.

Deux à trois autres Consultants interviendront sur des périodes de temps limitées (durée cumulée des interventions de 6 mois), dans les secteurs Institutionnel et pour la Formation dans les domaines de la Prospection appliquée à l'Hydrogéologie (méthodes géophysiques, méthodes d'essais par pompage, méthodes d'analyse synthétique..).

3.4. Stratégie alternative de mise en oeuvre

L'association au projet de la Direction Technique et de l'Equipement de la SEEG est nécessaire.

4. Engagement du pays bénéficiaire

4.1. Soutien homologue

La désignation d'un Directeur de Projet National (Hydrogéologue), parmi les Directeurs des Services en place au Ministère, doit être possible. Cependant la Direction concernée est caractérisée par un manque crucial de personnel, notamment spécialisé dans les disciplines du Secteur "Eaux Souterraines" : Hydrogéologie, Géochimie, Géophysique, Techniques de forage, etc..

4.2. Accords légaux et déploiement futur de personnel

Le Projet, notamment l'installation durable d'un Service Hydrogéologique, nécessite le recrutement par l'administration de personnel qualifié ; le maintien de ce personnel après la fin du projet doit être assuré si l'on veut poursuivre les activités engagées : l'ensemble du personnel doit être fonctionnarisé. Le nombre d'ingénieurs gabonais sortant de structures de formation est relativement faible ; or la SEEG a plus d'atouts donc de facilités pour recruter les meilleurs éléments.

Il est prévu la mise en place au sein du Ministère de deux Hydrogéologues et de deux Techniciens Supérieurs (si possible qualifiés de façon complémentaire dans les domaines de la géophysique ou de l'informatique) ; l'un des Hydrogéologues et l'un des Techniciens Supérieurs seront recrutés par le projet lui-même.

De plus, l'administration devra désigner parmi ses effectifs 3 Techniciens pour l'exécution des travaux de terrain (essais par pompage, géophysique éventuelle, maintenance des ouvrages, chauffeur-mécanicien..) et la réalisation des enquêtes socio-économiques.

5. Risques

Le projet nécessitera la participation de la Société d'Energie et d'Eau du Gabon pour une coordination poussée des activités.

D'autre part le risque existe que le personnel recruté par l'administration ne soit pas fonctionnarisé et qu'à l'issue du projet les contrats d'éventuels contractuels et des personnes recrutées par le projet ne soient pas renouvelés.

Les opérations de terrain nécessitent la mise en place d'une ou plusieurs équipes mobiles : le petit personnel de l'administration (chauffeurs, mécaniciens..) doit être effectivement mis à la disposition du projet.

6. Interventions

6.1. Sommaire des interventions

La durée prévue du projet est de 3 années.

Un Consultant Hydrogéologue sera recruté pour cette durée et assurera la Direction du Projet.

La DGERH nommera le Directeur de Projet National ainsi que les 3 techniciens affectés aux travaux de terrain, pour toute la durée du projet. Elle recrutera un Cadre et un Technicien pour participer aux études pendant les 3 années.

Le Projet recrutera un Ingénieur et un Technicien Supérieur supplémentaires pendant 3 ans.

Un Consultant Institutionnel démarrera le projet sur une période de 4 mois, par la mise en place d'un Service Hydrogéologique à la Direction des Eaux de Distribution et des Eaux Usées. Il apportera son aide à la constitution et au démarrage des activités d'un Groupe de Travail sur l'Eau.

Un Consultant Hydrogéologue adjoint sera affecté durant 24 mois aux opérations de collectes, d'acquisitions puis de synthèses de données hydrogéologiques.

Un consultant Informaticien sera affecté pour une période de 24 mois à la mise en place d'un système informatique de gestion et traitement des données hydrogéologiques.

Des Consultants en Formation apporteront des appuis ponctuels sur une période cumulée de deux mois, en fonction des besoins prioritaires recensés.

- TABLEAU N° 1 -	- BUDGET SCHEMATIQUE -	
Personnel National	Personnel International	US \$
Hydrogéologue (Direct.) 36 mois	1.600	57.600
Hydrogéologue 36 mois		
Technicien Supérieur 36 mois	1.200	43.200
Technicien Supérieur 36 mois		
Techniciens 108 mois		15.000
Indemnité terrain		
	. Chef de projet 36 mois à	20.000
	Allocation de subsist. 1080 jours à	150
	Billets d'avions 5 AR à	6.000
	. Informaticien 24 mois à	16.000
	Allocation de subsist. 720 jours à	150
	Billets d'avions 2 AR à	6.000
	. Consultant Institut. 4 mois	20.000
	Allocation de subsist. 120 jours à	150
	Billet d'avion 1 AR à	2.500
	. Consultant Hydrogéol. 24 mois	15.000
	Allocation de subsist. 720 jours à	150
	Billet d'avion 3 AR à	6.000
	. Consultants Formation 2 mois	20.000
	Allocation de subsist. 60 jours à	150
	Billet d'avion 3 AR à	2.500
Sous Total		2.174.800
Equipement		
Matériel informatique et logiciels		44.000
Matériel de bureau		3.000
Matériel de terrain		8.000
Véhicules		108.000
Fonctionnement		
Matériel, consommable		16.500
Véhicules		108.000
Sous Total		287.500
TOTAL		2.462.300

Le personnel nommé et recruté recevra une formation continue sur le tas, pendant toute la durée du projet.

6.2. Budget schématique

Ce budget fait l'objet du Tableau N° 1.

6.3. Stratégies

Aucune stratégie particulière n'est à prévoir pour la mise en oeuvre du Projet.

APPENDICE A

Personnel International

Le Chef de Projet aura une expérience professionnelle étendue de plus de dix années dans la conduite d'études relatives aux ressources en eau souterraine, qu'il s'agisse de leur évaluation, de leur prospection ou de l'élaboration de synthèses hydrogéologiques régionales.

Le Consultant Hydrogéologue aura une expérience d'au moins cinq années dans les domaines techniques relatifs aux eaux souterraines, pour la mise en place de réseaux de mesures, l'évaluation des potentialités, la prospection géophysique, la constitution de bases de données.

Le Consultant Institutionnel aura une expérience de plus de 10 années dans la mise en place de structures institutionnelles et dans la définition des activités relatives au secteur des ressources en eau. Il sera chargé d'initier le projet.

Le consultant Informaticien aura une expérience professionnelle de plus de cinq années dans l'élaboration de bases de données (plus spécifiquement adaptées à la gestion des Eaux) et dans les systèmes d'information appliqués à la documentation.

Les Consultants en Formation auront des expériences de plus de dix années, respectivement dans le domaine de la prospection géophysique appliquée à l'hydrogéologie, de la réalisation et de l'interprétation d'essais par pompage, de la mise en place de réseaux piézométriques, etc..

APPENDICE B

Formation

Outre la formation continue au cours du projet, et sur le tas pendant les missions de terrain, les formations suivantes pourront être assurées par des Consultants :

- technique de prospection :

- . photo-interprétation,
- . mesures de débits et prélèvements d'échantillons d'eau,
- . réalisation et interprétation d'essais par pompage,
- . montage d'un réseau piézométrique
- . géophysique, etc..

- formation des cadres gabonais aux techniques modernes dans les domaines divers tels que la réalisation d'études synthétiques, la planification des activités hydrogéologiques.. en utilisant au mieux l'outil informatique pour assurer la pérennité des méthodes des outils et des structures mis en place.

- informatique appliquée à l'hydrogéologie

- . saisie des données sous informatique,
- . utilisation de logiciels d'interprétation pour les essais de pompage, la géophysique..
- . traitement statistique des données, etc..

APPENDICE C

Equipement

1. Equipement Informatique et Logiciels

1 Micro-ordinateur 386, RAM 4 méga octets.

1 Laptop type 386 SX, RAM 1 méga octets.

2 Imprimantes.

1 Table à digitaliser format A0.

1 Traceur de courbes format A0.

Logiciels : utilitaires, tableur, traitement de texte, base de données,

logiciel cartographique (type Atlas Draw), interprétation de sondages électriques,

interprétation d'essais par pompage..

2. Matériel de Bureau

1 Photocopieuse.

Consommables pour la durée du projet.

3. Matériel de Terrain

4 Sondes électriques.

4 Résistivimètres Thermomètres.

4 PH-Mètres portables

4. Véhicules

3 Véhicules légers 4x4

DOCUMENT DE PROJET N°2

PAYS:	REPUBLIQUE DU GABON
DATE:	Février 1991
TITRE PROPOSE:	Traitements et Interprétations Détaillées, dans les domaines des Ressources Naturelles, des données de Radar Aéroporté disponibles.
AGENCE GOUVERNEMENTALE DE MISE EN OEUVRE:	Ministère des Mines, de l'Energie et des Ressources Hydrauliques, Directions Générales : de l'Energie et des Ressources Hydrauliques, des Mines et de la Géologie.
DUREE ESTIMEE :	1 an
CONTRIBUTION INTERNATIONALE PROVISOIRE:	US \$ 835.500
COUT HOMOLOGUE ESTIME :	A calculer
SOURCE DE FINANCEMENT :	A décider

1. But de l'aménagement et ses liens avec le programme pour le pays

1.1. Programme pour le pays

Le territoire du Gabon représente un environnement équatorial climatiquement peu favorable à l'acquisition d'images photographiques aériennes : la présence fréquente d'une forte couverture nuageuse et le couvert forestier particulièrement dense occultent la surface du sol et rendent par ailleurs toute investigation de terrain particulièrement difficile.

A partir de 1979, le gouvernement gabonais a souhaité procéder à un vaste Inventaire Systématique des Ressources Naturelles, dont les applications seront dirigées particulièrement, afin de la valoriser, dans la zone d'influence du Chemin de Fer Transgabonais.

Pendant la période 1981-1986, le Gabon a ainsi financé un programme de télédétection permettant la couverture de l'ensemble du territoire par radar latéral aéroporté. Cette opération visait le double objectif de cartographie et d'amélioration des connaissances géologiques. En effet, la télédétection multivecteur représente une alternative de choix pour le Gabon, permettant d'acquérir une vue synoptique de la morphologie du pays.

Les films originaux de ces missions ayant été essentiellement traités dans le cadre de la géologie "minière", il est intéressant d'exploiter l'ensemble des informations potentielles concernant le territoire, dans les secteurs de l'"Hydrogéologie" et de l'"Environnement". L'utilisation rationnelle des données de télédétection, pour être rentable, devra être intégrée dans le cadre d'un processus de planification générale.

2. Eléments les plus importants

Les films originaux de la mission aéroportée sont à l'échelle du 1/400 000^{ème}. L'acquisition des données, la restitution puis les traitements élaborés entre 1985 et 1986 (numérisation d'images radar par procédé à balayage optique par exemple) ont permis notamment la réalisation de mosaïques radar et de cartes d'interprétation géologiques au 1/200 000.

Le projet prévoit de nouvelles applications de traitement analogique des films photographiques et des essais de traitements après numérisation. Les possibilités nouvelles de traitement des données fournies par l'informatique devront permettre de tirer de l'image radar de nouvelles informations, non accessibles par les moyens visuels traditionnels. Des valorisations importantes sont réalisables au travers du choix de l'échelle d'interprétation d'une part, au niveau de l'extension des domaines d'application d'autre part.

D'un point de vue géologique, seules quelques régions (d'intérêt prioritaire) ont été jusqu'à maintenant prospectées et cartographiées au 1/50 000. L'extension d'une telle couverture sur le territoire gabonais est souhaitée par les secteurs des Mines et de la Géologie. La

réutilisation des films radar disponibles combine les avantages liés aux économies de financements (sinon nécessaires à une nouvelle mission aéroportée ou à l'achat d'images satellitaires) et à l'abondance des informations disponibles sur un support unique.

Dans le cadre de l'évaluation des ressources naturelles, il est possible d'extraire des informations fondamentales de l'imagerie radar ; la vision synoptique de l'ensemble du territoire gabonais permet d'établir des cartes d'interprétation (dont la rigueur et la validité demanderont bien entendu la complémentarité d'opérations de terrain), abordant les thèmes suivants :

- mise en évidence de la topographie,
- cartographie hydrographique, des infrastructures..,
- cartographie de l'occupation du territoire,
- évaluation de l'érosion des sols,
- évaluation du couvert forestier et des secteurs déforestés,
- cartographie géologique et fracturations du sol, etc..

Pour le secteur de l'hydrogéologie, une interprétation en "écorché géologique" de la surface du sol et la représentation détaillée des réseaux de fractures permettrait de pallier à l'absence ou à l'ancienneté des photographies aériennes anciennes et de minimiser les missions au sol.

Les restitutions, entre autres des cartes à orientation "hydrogéologie" et "géologie-minière" ou - suivant les besoins recensés - à finalité environnementale, se feront à l'échelle du 1/50 000 ème.

Pour le bon fonctionnement du projet, il est prévu de mettre en place une structure opérationnelle d'interprétation couplant les compétences d'analyse et d'interprétation du radar (Expert Radar) avec les connaissances approfondies des Spécialistes Thématiques.

3. Stratégie du projet

3.1. Quels sont les gens et/ou les institutions qui bénéficieront en premier lieu des résultats et des activités du projet ?

Le projet pourra associer différentes institutions intéressées aux questions concernant les ressources naturelles (domaines de la géologie, l'hydrologie, l'agriculture, les espaces naturels..) et les projets développés sur les thèmes de l'environnement (élaboration d'un Schéma Directeur préconisé par le PNUD), de l'hydraulique villageoise (financement d'un programme de forages sollicité auprès du FED)..

Les principaux bénéficiaires seront :

- la Direction Générale des Mines et de la Géologie,
- la Direction Générale de l'Energie et des Ressources Hydrauliques,
- la Direction Ministérielle chargée des questions d'Environnement,
- la Direction Ministérielle chargée de la Recherche Scientifique.

3.2. Bénéficiaires désignés

Les bénéficiaires désignés sont les populations qui recevront indirectement les effets bénéfiques d'une meilleure planification de l'exploitation des ressources naturelles du Gabon.

3.3. Accords pour la mise en oeuvre du projet

Le projet sera réalisé par le Ministère des Mines, de l'Energie et des Ressources Hydrauliques, conjointement par ses deux Directions Générales des Mines et de la Géologie (DGMG), de l'Energie et des Ressources Hydrauliques (DGREH).

Le projet emploiera un Chef de Projet expatrié, Hydrogéologue spécialisé en Télédétection, à plein temps. Il fera intervenir pendant des périodes de 2 à 4 mois plusieurs Experts Consultants, Spécialistes des volets suivants (les domaines d'intervention seront définis avec plus de précision au cours des études et en fonction des besoins) :

- Imagerie Radar,
- Géologie ou Erosion des Sols,
- Hydrologie..

3.4. Stratégies alternatives de mise en oeuvre

Ce projet peut être réalisé indépendamment des autres programmes proposés, mais doit être entrepris en collaboration entre les différents intervenants dans les secteurs concernés de la Géologie et les Mines, de l'Hydrogéologie et l'Environnement.

4. Engagement du pays bénéficiaire

4.1. Soutien homologue

Les instances gouvernementales désigneront, pour toute la durée du projet, un technicien ainsi qu'un ingénieur Géologue issu de la Direction des Mines et de la Géologie.

Le projet nécessitera le recrutement d'un Hydrogéologue, pour la période d'une année.

4.2. Accords légaux et déploiement futur de personnel

Le recrutement du Spécialiste Hydrogéologue National sera pris en charge par le projet, puisqu'on ne rencontre pas à l'heure actuelle de fonctionnaire présentant ce profil dans les Ministères.

Un spécialiste Géologue, susceptible d'être formé à la télédétection de façon bénéfique pour le Service qui l'emploie, devrait pouvoir être désigné à la Direction de la Géologie et de la Recherche Minière.

5. Risques

D'un point de vue organisationnel, le projet sera d'autant plus valorisé qu'il concernera un nombre important de spécialistes pour des applications dans des domaines complémentaires ; une coordination poussée est nécessaire entre les différents participants.

Du point de vue technique, il est nécessaire de s'assurer de la qualité des films originaux devant servir de bases aux traitements numériques, ceci à l'époque des prises de décision pour le projet.

6. Interventions

6.1. Sommaire des interventions

Le Chef de Projet dirigera les activités à plein temps. En concertation avec les ingénieurs locaux recrutés, il fera intervenir les différents Experts suivant l'avancement des applications attendues, pour une période cumulée entre les différents intervenants d'au maximum 10 mois.

6.2. Budget schématique

Ce Budget fait l'objet du Tableau 2.

6.3. Stratégies

Aucune stratégie particulière n'est à prévoir pour la mise en oeuvre du Projet.

- TABLEAU N° 1 -	- BUDGET SCHEMATIQUE -	US \$
Personnel		
-		
National	International	
Hydrogéologue		
12 mois	1.600	19.200
Géologue		
12 mois		
Techniciens		
12 mois		
Indemnité terrain		2.700
personnel national		
	. Chef de projet	
	12 mois à 15.000	180.000
	Allocation de subsistance	
	360 jours à 150	54.000
	Billets d'avions	
	1 AR à 6.000	6.000
	. Consultant Image Radar	
	4 mois à 20.000	80.000
	Allocation de subsistance	
	120 jours à 150	18.000
	Billets d'avions	
	4 AR à 2.500	10.000
	. Consult. Erosion sols - Géologue	
	3 mois 20.000	60.000
	Allocation de subsistance	
	90 jours à 150	13.500
	Billet d'avion	
	3 AR à 2.500	7.500
	. Consultant Hydrologue	
	3 mois 20.000	60.000
	Allocation de subsistance	
	90 jours à 150	13.500
	Billet d'avion	
	3 AR à 6.000	18.000
	. Consultants Formations	
	1 mois 20.000	20.000
	Allocation de subsistance	
	30 jours à 150	4.500
	Billet d'avion	
	2 AR à 6.000	12.000
Sous Total		578.900
Equipement		
Matériel informatique, logiciels		146.000
Véhicules		72.000
Fonctionnement		
Matériel, consommable		14.600
Véhicules		24.000
Sous Total		256.600
TOTAL		835.500

APPENDICE A

Personnel International

L'Hydrogéologue Chef de Projet aura une expérience étendue dans les domaines de la Photo-interprétation et de la Télédétection appliquée au domaine des ressources naturelles, notamment pour la prospection des ressources en eau souterraine. Il aura acquis des connaissances sur le traitement numérique d'images et sur les procédés de cartographie automatique.

Il sera présent pendant toute la durée du projet.

Le consultant "Image Radar" sera responsable des traitement des données analogiques et numérique des images radar. Il sera en outre chargé de la formation au traitement informatique du personnel en charge des interprétations thématiques.

Les Consultants Spécialistes dans les divers secteurs d'application tels que géologie, pédologie, érosion des sols, hydrologie, environnement.. auront une expérience d'au moins 10 années dans les domaines requis. Ils seront chargés des interprétations thématiques. Leurs interventions respectives s'inscriront sur une période de 2 à 4 mois, fonction des besoins définis par le projet. La durée cumulée d'intervention des Experts est fixée à 10 mois.

APPENDICE B

Formation

Outre la formation continue au cours du projet, deux séances de formation intensives de courtes durées porteront sur les points suivants :

- interprétation d'image satellite par traitement numérique,
- application thématique et cartographie automatique.

APPENDICE C

Equipement

1. Couverture Radar, films au 1/400 000

Ces documents ont été remis en 1986, à l'issue du programme de Télédétection, à la Direction Générale des Mines et de la Géologie.

2. Equipement informatique et logiciels de traitement

2 micro-ordinateur 486, RAM avec 8 méga octets de mémoire centrale et un disque dur de 200 Méga octets.

2 imprimantes

1 table à digitaliser format A0

2 traceurs de courbes format A0

Logiciel d'interprétation d'image radar, de cartographie, de base de donnée..., et logiciels usuels : utilitaires, tableur, traitement de texte..

Consommable pour une durée d'une année, y compris les coûts liés aux éventuels procédés de numérisation des images.

3. Véhicules

2 véhicules légers 4x4

DOCUMENT DE PROJET N°3

PAYS :	GABON
DATE :	Février 1992
PROJET N° :	GABON/1992/---
TITRE PROPOSE :	Modernisation du réseau pluviométrique et climatologique
STRUCTURE GOUVERNEMENTALE IMPLIQUEE :	Ministère des Transports Direction de la Météorologie Nationale (DMN)
DUREE ESTIMEE :	Deux ans
CONTRIBUTION INTERNATIONALE DEMANDEE :	320 000 \$ US
COUT DE LA CONTREPARTIE NATIONALE :	à calculer
SOURCE DE FINANCEMENT :	A décider

1. But du projet et relation avec le programme national

1.1 Programme pour le pays

- Les résultats climatologiques et pluviométriques sont capitaux pour tout projet de développement quel que soit le secteur d'activité, la région et la superficie concernées.
- La mise en valeur agro-pastorale à l'échelle villageoise, le développement des projets agricoles, la construction de routes avec ouvrages de franchissement, l'assainissement des villes, dont la capitale, suit des projets qui retiennent tout l'intérêt des autorités.
- Ces projets nécessitent la connaissance de paramètres comme l'évaporation ou l'évapotranspiration ou de relations liant l'intensité à la durée des précipitations. Actuellement ces éléments ne sont pas connus, soit parce que les appareils ne fonctionnent pas, soit parce que les enregistrements sont inutilisables ou non dépouillés.

1.2 Objectifs du projet

Considérant les besoins de plus en plus affirmés dans le domaine climatologique,

- compte tenu des insuffisances actuelles du réseau en équipement comme en densité,
- compte tenu du retard technologique considérable constaté et de la nécessité de disposer à terme de stations de mesures fiables et faciles à traiter.
- compte tenu de l'absence actuelle de données disponibles ou exploitables sur les relations intensité-durée des pluies notamment.

Il apparaît nécessaire d'assurer l'introduction graduelle de nouveaux équipements, évitant les erreurs d'observation et les traitements compliqués.

Il est toutefois tout aussi nécessaire de réaliser une implantation de façon progressive en s'appuyant sur les résultats acquis par le projet GAB/1989/004 pour le traitement des données et l'informatisation de la DMN.

L'objectif est ainsi d'

installer en quelques stations des appareils automatiques à mémoire de masse, pluviographes et enregistreurs de paramètres de l'évaporation dont la radiation globale.

Ceci demandera de former des techniciens capables d'assurer la maintenance et le fonctionnement des stations automatiques et d'exploiter par informatique les "mémoires" recueillies.

2. Eléments les plus importants

Le nombre de stations à équiper dans le cadre de ce présent projet sera volontairement limité car il s'agit de démontrer les avantages considérables apportés par ces nouvelles technologies et de donner au personnel de la DMN la maîtrise parfaite de ces systèmes. Il ne s'agit pas de contrarier l'énorme effort de réhabilitation et de renforcement du réseau mené par le projet GAB/1989/004 mais de lui apporter des perspectives de prolongement et d'extension.

Trois stations automatiques à mémoire de masse seront installées, l'une à Libreville dans l'enceinte de la station près de la DMN, station d'expérimentation, de démonstration et de formation.

Les deux autres seront implantées provisoirement dans deux stations synoptiques, jouant le rôle de test avant d'être transférées dans deux stations climatologiques à créer.

Un stage sera effectué pour l'apprentissage de la technique d'installation et de maintien des stations automatiques par des techniciens de la DMN.

Une mission de consultant sera réalisée au Gabon pour l'installation et le traitement des données et sera suivie de 3 autres missions sur 2 ans.

3. Stratégie du projet

3.1 Institutions et communautés bénéficiaires du projet

L'institution responsable de l'obtention des données est la Direction de la Météorologie Nationale

3.2 Bénéficiaires désignés

Les principaux bénéficiaires sont les utilisateurs de données climatologiques : Directions et Services des Ministères Techniques et Bureaux d'Etudes chargés de la définition des projets à la demande des précédents. La communauté scientifique internationale sera également bénéficiaire du projet.

Les données complémentaires obtenues grâce au Projet seront utilisées pour des aménagements dont bénéficieront les populations tant rurales qu'urbaines.

3.3 Accord pour la mise en oeuvre du projet

Le projet sera réalisé par la DMN par l'intermédiaire des Services de la climatologie et de l'agrométéorologie avec l'assistance du Service des réseaux météorologiques.

Un consultant international aura la responsabilité du Projet pendant 2 ans. Son intervention consistera en une mission d'un mois pour mettre en place les appareils puis de trois missions, espacées de 6 mois puis de 12 mois pour contrôler la marche des appareils et le traitement des données.

Deux techniciens effectueront à l'étranger durant deux mois un stage de formation sur l'installation et la maintenance des appareils automatiques.

4. Engagement du Gabon

4.1 Soutien homologue

Le nombre d'ingénieurs et de techniciens en climatologie et agrométéorologie de la DMN est suffisant (dans le cadre des perspectives du projet GAB/1989/004) pour assurer la contrepartie nationale.

4.2 Accords légaux et déploiement futur du personnel

Le personnel national participant au projet sera formé à des technologies nouvelles spécifiques de la climatologie. Il n'existe pas, au niveau national, d'autres secteurs demandeurs de tels spécialistes.

5. Risques

Le projet fait partie d'un groupe de projets nationaux et régionaux proposé à la suite de l'évaluation des ressources hydriques de l'Afrique sub-saharienne. Il est indépendant des autres projets concernant le secteur de la climatologie.

6. Interventions

6.1 Sommaire des interventions

- Choix des sites de stations nouvelles ou à compléter en équipement par les services compétents de la DMN,
- Acquisition du matériel avec l'appui d'une mission d'un expert international,
- Formation du personnel de la DMN : deux techniciens pour l'installation et la maintenance, deux ingénieurs ou techniciens supérieurs pour le traitement des données,
- Installation du matériel : mission d'un expert international pour l'installation dans les endroits "tests" et la mise en route.

- Tournées de contrôle et de maintenance par les ingénieurs ou techniciens de la DMN avec l'aide de l'expert en mission,
- Traitement de l'information par les ingénieurs ou techniciens supérieurs de la DMN avec l'aide de l'expert international,
- Elaboration de fiches techniques et de rapports sur le projet, les données obtenues et les perspectives d'extension en stations automatisées.

6.2 Budget schématique

Personnel

* National	US \$
- 1 ingénieur et deux techniciens supérieurs	pour mémoire
- allocations de subsistance (150 jours)	3 000
 * International	
- expert en climatologie/instrumentation	
- mission préparatoire 1x30 jours	20 000
- missions d'aide 3x15 jours	30 000
- 4 voyages Europe/Libreville A R	10 000
- allocation de subsistance	5 600

Equipement

- 10 pluviographes à mémoire de masse (type OEDIPE)	120 000
- matériel climatologique	60 000
- matériel informatique	10 000
- matériel divers	2 400
- 1 véhicule 4x4	22 000

Fonctionnement sur trois ans

- véhicules	12 000
- carburants	5 000
- divers	5 000

Formation

- 2 techniciens supérieurs pendant 2 mois à l'étranger	10 000
- billet d'avion	5 000

Total	320 000
--------------	----------------

APPENDICE A

Personnel International

- le consultant responsable de la mise en place du projet, de son suivi, du bilan de fin de projet avec les perspectives d'extension ultérieure devra avoir une très bonne expérience de la climatologie et des équipements les plus récents disponibles sur le marché.

APPENDICE B

Formation

La formation à l'extérieur concerne deux techniciens supérieurs et se fera en deux temps :

- par leur intégration au projet lors des missions de l'expert international.
- par un séjour de deux mois en Europe, pour une formation théorique et des stages pratiques chez les constructeurs des matériels qui seront retenus.

APPENDICE C

Equipement

L'équipement à acheter consistera en :

- stations climatologiques automatiques avec enregistrement sur mémoires de masse ;
- pluviographes à mémoires de masse de type OEDIPE ;
- un véhicule "tout terrain" indispensable pour les tournées.

DOCUMENT DE PROJET N°4

PAYS :	GABON
DATE :	Février 1992
PROJET N° :	GABON/1992/---
TITRE PROPOSE :	Informatisation de la banque de données pluviographiques de la DMN
STRUCTURE GOUVERNEMENTALE IMPLIQUEE :	Ministère des Transports Direction de la Météorologie Nationale (DMN)
DUREE ESTIMEE :	Deux ans
CONTRIBUTION INTERNATIONALE DEMANDEE :	283 500 \$ US
COUT DE LA CONTREPARTIE NATIONALE :	à calculer
SOURCE DE FINANCEMENT :	A décider

1. But du projet et relation avec le programme national

1.1 Programme pour le pays

Une bonne connaissance des précipitations ne concerne pas seulement la hauteur de pluie tombée mais aussi son intensité. De cette dernière dépend l'érosion des sols que la dégradation de la couverture végétale rend plus vulnérable.

Certaines pratiques culturales, le développement de l'urbanisation, favorisent le ruissellement qui ne peut être étudié sans une bonne appréciation des précipitations sur des intervalles de temps relativement courts (parfois de l'ordre de quelques minutes).

Cette information est acquise par l'emploi d'appareils enregistreurs.

Bien que la DMN ne dispose pas encore d'enregistrements numérisés (cf. projet précédent), elle dispose d'une masse importante d'enregistrements analogiques en provenance des stations synoptiques ou agrométéorologiques.

Un premier traitement de la pluviographie a été fait en 1984 par le CIEH (voir annexe C) à partir des enregistrements à quelques postes sur quelques années. Ce travail partiel mérite d'être actualisé et surtout complété, alors que les risques de pertes ou de détériorations de certains diagrammes ne sont pas négligeables. Le projet GAB/1989/004 prévoit d'aborder le problème général de la saisie des diagrammes climatologiques ; le présent projet s'appuie sur les données pluviographiques.

1.2 Objectifs du projet

L'équipement informatique de la DMN était inexistant avant le démarrage du projet GAB/1989/004 ; celui-ci doit jeter les bases d'une informatisation très progressive en favorisant en premier lieu le système CLICOM.

Les objectifs visés par le projet consistent, dans un premier temps, à valoriser les enregistrements jusque là non exploités et dans un second temps à constituer une banque de données pluviographiques qui devrait être mise à jour régulièrement par la suite.

Ils devraient permettre de compléter les enregistrements informatiques, assurer une formation complémentaire au personnel de la DMN et fournir aux utilisateurs une information de base, totalement inexistante jusqu'à présent.

2. Elements les plus importants

- Equiper la DMN du matériel et des logiciels nécessaires au traitement informatisé des enregistrements pluviographiques (avec compatibilité avec les stations pluviographiques automatisées faisant l'objet d'un autre projet),

- Former plusieurs techniciens supérieurs à l'alimentation et à l'organisation de la Banque de données,

- Exploiter et valoriser les données : études statistiques, études des intensités, établissement des courbes intensités-durée-fréquence etc...

3. Stratégie du projet

3.1 Bénéficiaires des résultats et des activités du projet

Le premier bénéficiaire sera la Direction de la Météorologie Nationale qui disposera ainsi d'un système performant de traitement, d'archivage et d'exploitation de l'information pluviographique.

Mais cette banque de données servira aussi à tous les planificateurs ou chargés d'études qu'ils soient publics ou privés (Direction Générale de l'Energie et des Ressources hydrauliques, SEEG, Bureaux d'Etudes, Organismes Internationaux, Universités).

3.2 Bénéficiaires désignés

Le projet aura des conséquences bénéfiques, en permettant une meilleure conception des projets hydrauliques étroitement liés au développement du pays :

- infrastructures routières et ferroviaires,
- réseaux d'assainissement et de drainage,
- contrôle des crues et des inondations,
- lutte contre l'érosion,
- équipement des retenues : hydroélectricité, agriculture et élevage.

3.3 Organisation du projet

Le projet sera réalisé par la Direction de la Météorologie Nationale, plus particulièrement par ses services "climatologie et "agrométéorologie" avec l'appui d'experts informaticiens.

Cette étude sera l'occasion de rassembler à la DMN toutes les données pluviographiques pouvant être en possession des sociétés agricoles.

4. Engagement du Gabon

4.1 Soutien homologue

Le personnel de la DMN n'a pas de compétence actuelle dans ce domaine.

Il n'existe pas de moyens informatiques pour la numérisation des diagrammes ni d'inventaire général des diagrammes existants.

4.2 Accords légaux et déploiement futur du personnel

Le personnel national participant au projet sera formé à des technologies nouvelles au traitement de l'information pluviographique.

Il n'y a pas d'indice laissant à penser que ce personnel puisse quitter la DMN après sa formation.

5. Risques

Ce projet fait partie d'un groupe de projets nationaux et régionaux, proposé à la suite de l'évaluation hydrologique sub-saharienne.

6. Interventions

6.1 Sommaire des interventions

Le projet devrait se dérouler sur 2 ans au sein de la Direction Météorologique National.

- une mission de 6 mois devra être effectuée par un informaticien expérimenté en banque de données et ayant des connaissances en hydroclimatologie. Il sera chargé du choix du matériel, de la définition de la structure de la banque puis de sa réalisation et enfin de la formation du personnel.

- Une mission de 2 mois permettra à un informaticien spécialiste des systèmes, d'assurer la compatibilité et l'optimisation des solutions à adopter.

- La DMN désignera les cadres et les techniciens qui devront participer à ce projet.

- Un stage de trois mois pour deux techniciens et un cadre pour acquérir les techniques de traitement informatique est prévu à l'étranger.

6.2 Budhet schématique

Personnel

* National US \$

- 1 informaticien + 3 techniciens supérieurs pour mémoire
- 3 techniciens (saisie de données)

* International

- informaticien base de données (6 mois) 120 000
- informaticien systèmes (2 mois) 40 000
- 2 voyages A R Europe-Gabon 5 200
- allocation de subsistance (240 jours) 18 000

Equipement

- matériel informatique et logiciels 50 000
(2 tables à digitaliser, 2 micro-ordinateurs)

Fonctionnement

- matériel consommable 20 000

Formation

- 3 techniciens supérieurs pendant 3 mois 22 500
à l'étranger
- billet d'avion 7 800

Total 283 500

APPENDICE A

Personnel International

- L'informaticien spécialiste en banque de données (gestion et exploitation) devra avoir une formation en hydroclimatologie et une parfaite connaissance des techniques de numérisation des diagrammes et graphiques. Il aura en outre une bonne expérience en organisation et direction de projets en Afrique, ainsi qu'en formation du personnel.

- Le second informaticien devra avoir une très bonne connaissance des systèmes (informatique et micro-informatique).

- Une parfaite maîtrise de la langue française est indispensable.

APPENDICE B

Formation

La formation présentera deux aspects :

- Une formation à l'étranger pour deux techniciens et un cadre, au sein d'un organisme parfaitement au fait des techniques de numérisation et de gestion de banques de données thématiques.

- Une formation sur le tas, tout au long du déroulement du projet, pratique et opérationnelle, touchant différentes catégories de personnel.

APPENDICE C

Equipement

L'équipement à acheter sera du matériel informatique nécessaire pour la saisie et le traitement de données (numérisation des diagrammes) et la valorisation de cette information (éditions, rapports).

DOCUMENT DE PROJET N°5

PAYS :	GABON
DATE :	Février 1992
PROJET N° :	GAB/92/...
TITRE PROPOSE :	Réhabilitation du Réseau d'Observatoires Hydrologiques des Rivières du Gabon
STRUCTURE GOUVERNEMENTALE :	DIRECTION DE L'HYDRAULIQUE (DRH/DGERH) Service Hydrologique (SERHYDRO)
DUREE ESTIMEE :	5 ans renouvelable
CONTRIBUTION INTERNATIONALE :	1 862 300 US \$
COUT DE LA CONTREPARTIE :	à évaluer
SOURCE DE FINANCEMENT :	à préciser

1. But de l'aménagement et ses liens avec le programme national

1.1 Programme pour le Gabon

Parmi les facteurs du développement, la connaissance du régime des eaux de surface revêt une importance primordiale, pour mobiliser la ressource comme pour se prémunir contre les risques à des coûts optimisés.

Dans le domaine agricole, elle garantit la réussite d'une culture, l'accroissement de la productivité d'un sol par la pratique de plusieurs cycles annuels ou de l'irrigation.

Dans le domaine minier, elle garantit l'accroissement de la production de l'énergie hydro-électrique et l'alimentation en eau industrielle.

Dans le domaine de l'alimentation en eau des villes elle s'avère la solution la plus économique pour satisfaire aux besoins, particulièrement pour les grandes villes côtières.

Mais au Gabon il s'agit au moins autant d'évaluer le risque encouru par les divers aménagements urbains, routiers,...du fait des paroxysmes hydrologiques, les crues, dont il convient d'identifier la fréquence et la genèse afin de mieux s'en protéger.

Ce dernier souci présente une actualité particulière, avec les excès observés ces dernières années sur le bassin de l'Ogooué, et avec les hypothèses sur les modèles climatiques qui conduisent à envisager des excédents au niveau de l'équateur.

1.2 Objectifs du projet

Les observations et les études hydrologiques de base nécessaires à la réalisation des objectifs de développement à court terme, pas plus d'ailleurs que l'identification des dérives climatiques permettant de réévaluer les normes, ne pourront être assurées avec les moyens actuels en équipement et fonctionnement du Service Hydrologique.

Les contraintes financières auxquelles le Gabon doit faire face et la faible priorité accordée aux programmes d'étude des régimes des eaux de surface d'une part, et l'arrêt progressif des observations hydrologiques d'autre part, appellent donc de nouvelles stratégies concernant:

- la conception des dispositifs d'observations (répartition entre stations permanentes repères et stations provisoires: ss-chap 7.3).
- la recherche du financement des équipements et du fonctionnement liés aux activités de collecte, de traitement et de publication des données.

Les objectifs du projet sont les suivants:

1- Définir puis exploiter un Réseau Minimal d'une trentaine de stations-repères à partir du Réseau historique et des connaissances acquises. Un certain nombre de stations feront l'objet de contrôle de la qualité de l'eau. Certaines, proches des confins hydro-climatiques et des frontières du pays recevraient un équipement d'observation en temps réel (capteurs pluie et hauteur d'eau) pour aider à améliorer l'identification des épisodes extrêmes.

2- Identifier, développer et exploiter un réseau des projets à caractère plus local et transitoire, implanté pour des projets spécifiques d'actualité, de Développement ou d'étude.

3- Formation du personnel technique national

dans les domaines de l'exploitation améliorée du réseau de stations, du traitement et de la publication des données, des prévisions hydrologiques, des calculs et études hydrologiques.

2. Eléments les plus importants

Les principaux éléments du projet sont:

- La restructuration administrative préalable permettant une activité normale sur le terrain (régime d'autonomie par rapport aux autorisations de départ en tournées, des caisses d'avance importante)
- L'accord concernant la contribution internationale à l'ensemble des coûts de fonctionnement et d'équipement (coûts marginaux) nécessaires au projet est fondamental pour sa bonne cohérence et sa réussite.
- La participation d'un expert hydrologue sous forme de missions (3)
- L'affectation d'un expert en hydrométrie pour une durée de 18 mois
- La participation d'un consultant en stations automatiques.
- La participation d'un consultant en informatique.
- La formation du personnel

3. Stratégie du projet

3.1 Quelles sont les gens et/ou les institutions qui bénéficieront en premier lieu des résultats et des activités du projet?

Le bénéficiaire du projet est en premier lieu le Service Hydrologique. Ce dernier bénéficiera d'une assistance technique pour l'organisation, le renforcement et le développement de ses activités.

La collaboration bilatérale et les moyens matériels et financiers qui seront alloués permettront le développement nécessaire des activités hydrologiques dans l'intérêt d'un meilleur ajustement du Programme National de développement économique et social.

3.2 Bénéficiaires désignés

Tout ceux qui attendent du Service Hydrologique une meilleure disponibilité de l'information hydrologique (s.l.)

3.3 Accords pour la mise en oeuvre du projet

Les activités nécessaires pour les résultats escomptés et atteindre les objectifs du projet, seront entreprises conjointement par les personnels national et international qui y seront affectés. Les fonctions respectives des uns et des autres seront déterminées d'un commun accord par les responsables au début du projet.

3.4 Stratégies alternatives de mise en oeuvre

Le projet pourrait prévoir la mise à disposition d'un Volontaire des Nations Unies, afin d'aider pendant 24 mois le responsable du projet dans ses tâches, après le départ de l'expert en hydrométrie.

4. Engagement du pays bénéficiaire

4.1 Soutien homologue

Les apports du SH sont définis dans le tableau présenté en annexe et consistent principalement en:

- Personnel national requis pour les activités du projet et moyens logistiques du SH (magasin, atelier, brigades hydrologiques)
- Fourniture des locaux pour le projet

Le projet proposé est étroitement lié aux activités du SH.

4.2 Accords légaux et déploiement futur de personnel

Le projet est destiné à accroître les capacités du SH ainsi que le transfert des connaissances et de la technologie. Ces objectifs seront atteints par la réalisation de stages de formation sur le terrain, l'attribution de bourses de moyenne durée (3 mois chacune).

5. Risques

Ce projet fait partie d'un ensemble de Projets nationaux et régionaux proposé à la suite de l'évaluation hydrologique sub-saharienne.

Pour le secteur des Eaux de surface au Gabon, ce Projet est le premier et il est de toute première priorité. Il représente en effet une phase indispensable pour le développement et le renforcement des activités hydrologiques nationales.

6. Interventions

6.1 Sommaire des interventions

Le projet aura une durée de 5 ans et se déroulera au sein du SH. Il sera placé sous la responsabilité d'un directeur national du projet, assisté sur place par un expert en hydrométrie puis ensuite par un volontaire, de consultants missionnaires dont les durées d'intervention sont déterminées au devis.

Le directeur du projet sera responsable de la coordination et de la mise en oeuvre des activités du projet. Il participera à la formation sur place du personnel national et à la réalisation des études hydrologiques. Il sera temporairement assisté par un expert senior hydrologue consultant, à l'occasion de trois missions au début, en cours et à la fin du Projet pour en faire le bilan.

L'expert en hydrométrie, sera chargé de l'installation des stations hydrométriques, de l'organisation des activités de terrain et de bureau des brigades hydrologiques, y compris les jaugeages et la collecte, le rassemblement et le traitement des données. Il participera à la formation sur place du personnel national. Un expert volontaire poursuivra ce travail après son départ.

Le projet aura besoin des services de 2 autres consultants:

- Le consultant en stations automatiques sera chargé de préparer les spécifications de l'équipement des stations automatiques de mesures et de transmission des données.
- Le consultant en informatique sera chargé de préparer les spécifications de l'équipement informatique pour le traitement des données. Il préparera, en collaboration avec le directeur du projet, le cahier des charges relatif à cet équipement et sera chargé de former le personnel national au traitement informatique des données.

Tous les cadres et techniciens répartis en secteurs géographiques travailleront sur le projet. Les techniciens seront principalement chargés de la collecte et de la saisie des données, des calculs.

L'équipement à fournir par le projet consiste en matériel d'acquisition de données (limnigraphes - pluviographes), matériel d'hydrométrie, matériel nautique, matériel roulant, matériel de traitement de données (micro-ordinateurs, logiciels spécialisés et périphériques), matériel pour un atelier d'entretien et de réparation des instruments hydrométriques.

6.2 Budget schématique

Les contributions prévues pour le Gouvernement et la partie internationale sont données dans les tableaux figurant ci-après.

Désignation	unités	Nbre	coût/u	US\$
<u>locaux</u> (contrib. nationale)			PM	
<u>personnel</u> (contrib. nationale)			PM	
Chef Projet				
2 Cadres				
3 technicien (+ 1)				
3 agents techniques (+ 1)				
7 pers. d'appui (+ 4)				
40 observateurs				
<u>experts internationaux</u>				
hydrologue senior	mois	4,5	20 000	90 000
hydrométriste	mois	18	20 000	360 000
informaticien	mois	3	20 000	60 000
spécialiste télétransmission	mois	0,5	20 000	10 000
volontaire	mois	24	5 000	120 000
logement	mois	26	1 000	26 000
subsistance	jour	780	75	58 500
transport AR Europe	pièce	8	2 600	20 800
<u>Equipement</u>				
télélimnigraphe	pièce	8	10 000	80 000
Récepteur Argos	pièce	1	50 000	50 000
Centrales + limni/pluviographe	pièce	20	5 000	100 000
matériel hydrométrique	forfait			150 000
véhicules 4x4	pièce	5	20 000	100 000
embarcation + moteur	pièce	4	5 000	20 000
ordinateur + logiciel	forfait			45 000
<u>Fonctionnement</u>				
véhicule	mois	60	2 000	120 000
abonnement Argos	an	8x5	1 000	40 000
Indemnités terrain	forfait			200 000
consommable divers	forfait			100 000
frais divers bureau	mois	60	800	48 000
<u>Stages extérieurs</u>	pièce	8	8 000	64 000
TOTAL				1 862 300

APPENDICE A

PERSONNEL INTERNATIONAL

QUALIFICATIONS ET RESPONSABILITES

1. L'expert hydrologue, ingénieur senior, devra avoir une grande expérience des problèmes de rationalisation et de gestion des réseaux et d'études en hydrologie.

2. L'Expert en Hydrométrie sera affecté pour une durée de 18 mois. Il devra être titulaire d'un diplôme universitaire en hydrologie avec une bonne expérience des activités hydrométriques de terrain. Il sera chargé de l'installation des stations hydrométriques, de l'organisation des activités de terrain et de bureau des brigades hydrologiques. Il devra avoir en outre une excellente connaissance de la langue française. Une expérience des pays tropicaux constituerait un avantage.

3. Consultant en Stations Automatiques

Il viendra en mission pour une durée de 15 jours et sera chargé de préparer les spécifications de l'équipement des stations automatiques de mesures. Il sera également chargé de rédiger, en collaboration avec le directeur du projet, le cahier des charges relatifs à l'appel d'offres pour l'acquisition de ces équipements.

4. Consultant en Informatique

Ce consultant, qui sera affecté pour une période totale de 3 mois, sera chargé de préparer les spécifications de l'équipement informatique pour le traitement des données hydrologiques. Il préparera également, en collaboration avec le directeur du projet, le cahier des charges relatif à cet équipement.

Il sera de même chargé de former le personnel national de contrepartie au traitement informatique des données et des informations hydrologiques. La mission se fera en deux étapes, la première de 15 jours pour préparer les spécifications et l'appel d'offres relatifs à l'équipement, et la deuxième de 10 semaines pour assister à son installation et à son utilisation.

5. Volontaire des Nations Unies

Il sera affecté pour une durée totale de 24 mois et ses fonctions seront déterminées par le Directeur du Projet.

APPENDICE B

FORMATION

Formation à l'Etranger

Au titre de cette formation, 8 bourses sont prévues.

Formation de Groupe sur Place

Des sessions de formation seront organisées sur place. Certaines d'entre elles pourraient bénéficier de la présence des spécialistes de l'Institut Africain d'Informatique (IAI) à Libreville.

APPENDICE C

EQUIPEMENT

Le projet fournira l'équipement spécifié dans le tableau ci-après:

Désignation	Quantité
1- Matériel d'acquisition de mesures hauteurs d'eau et qualité de l'eau (le type sera spécifié par le consultant)	10
2- Matériel d'acquisition de mesures de pluie (type de matériel à spécifier)	10
3- Matériel de télétransmission des données (type à spécifier)	8
5- Récepteur Argos	1
4- Matériel de mesure des débits	4
5- Micro-ordinateurs, périphériques et logiciels (à spécifier par le consultant)	4
6- Véhicules Toyota Land Cruiser	5
7- Zodiacs Mark II	4
Moteurs hors bord 25 chvx	4
8- Pieces détachées et matériel de réparation des instruments	

Compte tenu de la durée du Projet et de la période de formation du personnel, une partie du matériel pourra être achetée en deux fois (véhicules, ordinateurs, bateaux, ...)

DOCUMENT DE PROJET N°6

PAYS :	GABON
DATE :	Février 1992
PROJET N° :	GAB/92/...
TITRE PROPOSE :	Atlas des relations Pluies/Débits au Gabon
STRUCTURE GOUVERNEMENTALE :	DIRECTION DE L'HYDRAULIQUE (DRH/DGERH) Service Hydrologique (SERHYDRO)
DUREE ESTIMEE :	4 ans
CONTRIBUTION INTERNATIONALE :	1 049 100 US \$
COUT DE LA CONTREPARTIE :	à évaluer
SOURCE DE FINANCEMENT :	à préciser

1. But de l'aménagement et ses liens avec le programme national

1.1 Programme pour le Gabon

Parmi les facteurs du développement, la connaissance du régime des eaux de surface revêt une importance primordiale, pour **mobiliser la ressource comme pour se prémunir contre les risques à des coûts optimisés.**

1.2 Objectifs du projet

Des connaissances hydrologiques existent par observation directe au niveau d'un certain nombre de stations de mesures. L'information correspondante, en partie préparée sous forme de Monographie Hydrologique, doit être mise à la disposition des planificateurs ou aménagistes dans les meilleurs délais et sous une forme accessible au plus grand nombre. **Le projet peut en accélérer la publication par une contribution à l'édition.**

Pour les tronçons de cours d'eau ou rivières non observées, pour les terres cultivées, pour les versants ou petits bassins, il convient de proposer aux techniciens des **règles de transpositions des normes hydrologiques recherchées en fonction de l'environnement** concerné au Gabon et des résultats de la dite Monographie, d'autres travaux régionaux ou méthodologiques. **On se propose de spatialiser les résultats dans un Atlas des Relations Pluies-Débits.**

L'initiation **pratique du personnel ingénieur à l'analyse et à la formulation de l'hypothèse hydrologique**, spatiale et temporelle, dans un environnement naturel typiquement mal documenté, est un des aspects les plus importants du Projet.

L'**initiation du personnel aux techniques** désormais plus conviviales de **publication et cartographie assistées par ordinateur** est le dernier objectif. Ces moyens renforceront à terme la facilité et la qualité de l'expression technique du Service Hydrologique dont on a souligné plus haut qu'elle avait besoin d'être encouragée et valorisée.

2. Eléments les plus importants

- Une équipe locale sera appuyée (18 mois) par un expert hydrologue sous forme de missions au Gabon et de travaux en bureau hors site durant les trois premières années.
- Dans un premier temps, l'équipe devra faire l'inventaire de la bibliographie régionale pertinente dans le domaine de l'environnement, des connaissances en hydrométéorologie et en hydrologie de surface actualisées, puis définira son Projet technique pour le Gabon. Dès cette phase, l'édition ou la réédition de certains documents thématiques particulièrement pertinents pourront être envisagées. C'est le cas de la Monographie Hydrologique du Gabon,

préparée à l'ORSTOM, mais dont l'édition pourrait être facilitée ou améliorée du point de vue du nombre d'exemplaires.

- Les travaux de rédactions et les Projets de cartes seront ensuite préparés par l'équipe
- Les cartes thématiques seront établies en polychromie par un sous traitant qui sera chargé de l'établissement des cartes définitives. Le document final sera édité en 500 exemplaires.

3. Stratégie du projet

3.1 Quelles sont les gens et/ou les institutions qui bénéficieront en premier lieu des résultats et des activités du projet?

Le bénéficiaire du projet est en premier lieu le Service Hydrologique. A l'issue du Projet, ce Service aura renforcé sa capacité d'expertise et ses connaissances sur le milieu.

Les documents produits constitueront un appui important pour tous ceux, utilisateurs ou planificateurs, qui ont à connaître de la Ressource en Eau ou à évaluer les risques liés aux paroxysmes hydrologiques.

3.2 Bénéficiaires désignés.

Tout ceux qui attendent du Service Hydrologique une meilleure disponibilité de l'information hydrologique (s.l.)

3.3 Accords pour la mise en oeuvre du projet

Le projet sera réalisé en collaboration avec le Service Hydrologique.

Il emploiera un consultant (18 mois) qui effectuera plusieurs missions au Gabon pendant les trois premières années du Projet. Certaines missions pourront conduire à des reconnaissances complémentaires légères sur le terrain.

Au cours de la première mission il organisera la fourniture de l'équipement complémentaire nécessaire et le planning de l'ensemble des opérations, et précisera les programmes de formation pour deux cadres, un ingénieur et un technicien, qui seront formés en cartographie et dessins thématiques assistés par ordinateur.

Tous les Services ou Organismes qui disposent de données climatologiques, hydrologiques, physiographiques, devront les mettre à la disposition du Projet.

3.4 Stratégies alternatives de mise en oeuvre

Les activités proposées (du type travaux en bureau) sont telles qu'elles peuvent être réalisées indépendamment de l'autre projet proposé ici dans le secteur des eaux de surface, qui vise surtout à renforcer les opérations de collecte sur le réseau Hydrométrique gabonais.

La possibilité d'employer un expert à plein temps sur site n'a pas été retenue, compte tenu du coût supplémentaire.

4. Engagement du pays bénéficiaire

4.1 Soutien homologue

Les apports du SH sont définis dans le tableau présenté en annexe et consistent principalement en:

- Personnel national requis pour les activités du projet dont un ingénieur et un technicien.
- Fourniture d'un bureau pour le projet

Cependant des moyens de traitement supplémentaires sont nécessaires (ordinateurs, imprimante couleur, logiciel).

4.2 Accords légaux et déploiement futur de personnel

En l'absence de précédent, il n'y a pas de raisons de penser que le personnel formé quitterait le Service Hydrologique pour aller travailler dans le secteur privé.

5. Risques

Ce projet fait partie d'un ensemble de Projets nationaux et régionaux proposé à la suite de l'évaluation hydrologique sub-saharienne.

Pour le secteur des Eaux de surface au Gabon, ce Projet est le deuxième mais il est aussi important, compte tenu de la rareté sinon de l'absence de documentation de base permettant, à certaines échelles d'espace ou de temps, l'analyse hydrologique de l'environnement au Gabon.

Ce projet peut être conduit indépendamment de l'autre.

6. Interventions

6.1 Sommaire des interventions

Le projet aura une durée de 4 ans et se déroulera au sein du SH.

Un expert senior hydrologue consultant sera chargé de l'animation et de la coordination des études durant les trois premières années.

Les travaux de la dernière année seront effectués sous la responsabilité d'un cadre du SH formé par l'expert.

Le SH désignera les deux cadres devant participer au Projet.

Deux cadres recevront à l'étranger une formation à l'utilisation de la cartographie et du dessin assistés par ordinateur.

6.2 Budget schématique

Les contributions prévues pour le Gouvernement et la partie internationale sont données dans les tableaux figurant ci-après.

Désignation	unités	Nbre	coût/u	US\$
<u>local</u> (contrib. nationale)			PM	
<u>personnel</u> (contrib. nationale)			PM	
1 Ingénieur hydrologue				
1 technicien				
<u>experts internationaux</u>				
hydrologue sénior	mois	18	20 000	360 000
logement	mois	18	1 000	18 000
subsistance	jour	540	75	40 500
transport AR Europe	pièce	6	2 600	15 600
dessinateur France	mois	12	10 000	120 000
<u>Equipement</u>				
véhicules léger 4x4	pièce	1	15 000	15 000
ordinateur + logiciel	forfait			50 000
<u>Fonctionnement</u>				
véhicule	mois	48	2 000	120 000
Indemnités terrain	forfait			20 000
consommable divers	forfait			100 000
sous traitance diverses éditions	forfait			150 000
<u>Stages extérieurs</u>				
formation de cadre à l'étranger	pièce	2	20 000	40 000
TOTAL				1 049 100

APPENDICE A

PERSONNEL INTERNATIONAL

QUALIFICATIONS ET RESPONSABILITES

L'expert hydrologue, ingénieur senior, devra avoir une grande expérience des problèmes de régionalisation des données hydrologiques en environnement tropical mal identifié.

Il devra être informé et maîtriser les dernières techniques de cartographie et dessin assistés par ordinateur.

Une expérience en organisation et direction de projet serait appréciée.

Il devra avoir en outre une excellente connaissance de la langue française.

Une expérience des pays tropicaux constituerait un avantage.

APPENDICE B

FORMATION

FORMATION A L'ETRANGER

Au titre de cette formation, 2 bourses sont prévues pour les cadres du SH, en analyse spatiale des données hydrologiques, cartographie et dessin assisté par ordinateur.

Annexe C
BIBLIOGRAPHIE

La liste des principaux documents bibliographiques recensés relatifs aux ressources en eau pour la république du GABON, est donnée ci-après.

La description de chaque document comporte les éléments suivants :

1. Pays
2. Auteurs
3. Clients
4. Date de la publication
5. Titre de la publication
6. Disponibilité, avec les codes suivants :
M = document détenu par Mott Mac Donald,
B = document détenu par BCEOM,
S = document détenu par SOGREAH,
O = document détenu par ORSTOM,
N = document non collecté mais noté.
7. Archivage = lieu dans le pays où le document peut être consulté (ministère, service,...)
8. Objet du document (thème) :
CLIMAT = climatologie, pluviométrie,
HYDROL = hydrologie, rivière,
GEOLOG = géologie,
AQUIFR = hydrogéologie, ressources en eau souterraine,
QUALIT = qualité des eaux, traitement,
FORAGE = résultats des travaux de forage,
DIVERS.
9. Type de document :
1 = étude générale, faisabilité, plan directeur,
2 = carte,
3 = annuaire, recueil de données brutes, coupes de forage, mesures de géophysique, relevés divers,
4 = rapport de consultant, rapport de fin de projet, rapport de synthèse,
5 = autre

La liste des documents est classée par année de publication.

PAYS	AUTEURS	CLIENTS	ANNEE	TITRE	DISP	ARCHIVAGE	OBJET	TYPE	REFERENCE
GABON	CGC		1957	ETUDE HYDROLOGIQUE PAR PROSPECTION ELECTRIQUE DANS LA REGION DE PORT-GENTIL.	CGC		HYDROL	4	
GABON	SPAEF		1957	RAPPORT FINAL DU SONDAGE D'EAU DE PORT-GENTIL PGX 1.	SPEAF		AQUIFR	4	
GABON	BRAQUAVAL R.		1958	AMENAGEMENT DE LA CHUTE DE POUBARA SUR L'OGOQUE. NOTE HYDROLOGIQUE EN ANNEXE.	O		HYDROL	4	
GABON	EDF-IGUFE		1959	ALIMENTATION EN ENERGIE DES MINES DE TCHIBANGA. RECONNAISSANCE SOMMAIRE DES POSSIBILITES HYDRO-ELECTRIQUES DE LA BASSE NYANGA.	O		DIVERS	1	
GABON	BOINEAU R.		1959	NOTE POUR SERVIR A L'IMPLANTATION D'UN SONDAGE DE RECONNAISSANCE HYDROGEOLOGIQUE A LIBREVILLE. RAPPORT (T) T 48.	IERGM		AQUIFR	4	
GABON	HERBAUD J.		1960	ETAT D'AVANCEMENT DES ETUDES HYDROLOGIQUES DANS LA REPUBLIQUE GABONAISE .	O		HYDROL	4	
GABON	BOINEAU R.		1960	ALIMENTATION EN EAU D'OYEM, BITAN ET MOUILA (GABON).	IERGM		AQUIFR	4	
GABON	PALAUSI R.		1960	ADDUCTION D'EAU DE LIBREVILLE - ADDUCTION F4 A GUE-GUE.	IERGM		DIVERS	4	
GABON	PALAUSI R.		1960	ADDUCTION D'EAU POTABLE DE LIBREVILLE FORAGE F5.	IERGM		FORAGE	4	
GABON	HERBAUD J.		1961	RAPPORT D'ACTIVITE (HYDROLOGIE). ANNEE 1960.	N		HYDROL	4	
GABON	HERBAUD J.		1961	CHUTE DE KINGUELE. NOTE HYDROLOGIQUE SOMMAIRE.	O		HYDROL	4	
GABON	MERLEN P.		1962	RAPPORT D'ACTIVITE DE LA SECTION HYDROLOGIQUE DU GABON. ANNEE 1961.	N		HYDROL	4	

PAYS	AUTEURS	CLIENTS	ANNEE	TITRE	DISP	ARCHIVAGE	OBJET	TYPE	REFERENCE
GABON	MERLEN P.		1962	RAPPORT D'ACTIVITE DE LA SECTION HYDROLOGIQUE POUR LA PERIODE SEPTEMBRE 1961-SEPTEMBRE 1962.	N		HYDROL	4	
GABON	EDF-IGECO		1962	PROSPECTION HYDROELECTRIQUE GENERALE DES BASSINS DE L'OGOOUE ET DE LA NYANGA. 1EME CAMPAGNE (1961). RAPPORT INTERIMAIRE.	O		HYDROL	4	
GABON	EDF-IGECO		1963	PROSPECTION HYDROELECTRIQUE GENERALE DES BASSINS DE L'OGOOUE ET DE LA NYANGA. 2EME CAMPAGNE (1962). RAPPORT INTERIMAIRE.	O		HYDROL	4	
GABON	LERIQUE J., MERLEN P.		1963	RECHERCHE DES POINTS DE MISE A L'EAU DES BOIS ET D'EMPLACEMENTS DE PARCS DE STOCKAGE DES BILLES SUR LE BIEF DE L'OGOOUE-ALEMBE-NDJOLE.	O		HYDROL	4	
GABON	ORSTOM, SERVICE HYDROLOGIQUE		1963	AMENAGEMENT DU PORT DE NDJOLE. PROFILS EN TRAVERS DE L'OGOOUE.	O		HYDROL	4	
GABON	BEAUJOUR A.		1963	PROSPECTION HYDROELECTRIQUE DU GABON - MITOUNGOU, ZAMAYA ET FOUGAMOU. RAPPORT LIB 63 A6.		BRGM	HYDROL	4	
GABON	BEAUJOUR A.		1963	ETUDE GEOLOGIQUE D'AVANT-PROJET DE CONSTRUCTION DE BARRAGES HYDROGEOLOGIQUES SUR TROIS SITES DE LA BASE NYANGA-OUYAMA, COTA-BOULINGUI, IGOTSI - RAPPORT LIB 63 A8.		BRGM	GEOLOG	4	
GABON	EDF-IDECO		1963	PROSPECTION HYDROELECTRIQUE GENERALE DES BASSINS DE L'OGOOUE ET DE LA NYANGA. RAPPORT INTERIMAIRE, 2EME CAMPAGNE D'ETUDES.			HYDROL	3	
GABON	ORSTOM/BCEOM		1964	ETUDE DE LA FLOTTABILITE DE L'OGOOUE ENTRE BOQUE ET NDJOLE. A - RAPPORT ORSTOM, B - RAPPORT BCEOM, C - GRAPHIQUES ET CROQUIS.	O		HYDROL	4	

PAYS	AUTEURS	CLIENTS	ANNEE	TITRE	DISP	ARCHIVAGE	OBJET	TYPE	REFERENCE
GABON	ORSTOM/EDF		1964	REGIME HYDROLOGIQUE DE LA M'BEI. CONDITIONS HYDROLOGIQUES.	O		HYDROL	4	
GABON	BREMOND R.		1964	ALIMENTATION EN EAU DE LIBREVILLE.		CIEH	AQUIFR	4	
GABON	EDF-IGECO		1965	AMENAGEMENT DE LA BASSE NYANGA. ETUDE PRELIMINAIRE DU SITE D'OUYAMA. NOTE HYDROLOGIQUE.	O		HYDROL	4	
GABON	LERIQUE J.		1965	ETUDE HYDROLOGIQUE DE BASSINS VERSANTS DANS LA REGION DE MALA. DEUX TOMES : TOME I : DONNEES PHYSIQUES, CLIMATOLOGIQUES ET ANNEXES. TOME II : OBSERVATIONS HYDROMETRIQUES, INTERPRETATION ET ANNEXES.	O		HYDROL	4	
GABON	LERIQUE J.		1965	ETUDES DE LA REMONTEE DE LA MAREE ET DE LA SALINITE DANS LES RIVIERES, KOMO, MBEI ET AWEBE.	O		HYDROL	4	
GABON	EDF-IGECO		1965	PROSPECTION HYDROELECTRIQUE GENERALE DES BASSINS DE L'OGOUE ET DE LA NYANGA. RAPPORT INTERIMAIRE , TROISIEME CAMPAGNE D'ETUDES 1963-1964.	O		HYDROL	4	
GABON	EDF-IGECO		1966	PROSPECTION HYDROELECTRIQUE GENERALE DES BASSINS DE L'OGOUE ET DE LA NYANGA. RAPPORT GENERAL.	O		HYDROL	4	
GABON	ORSTOM, SERVICE HYDROLOGIQUE		1966	ANNUAIRE HYDROLOGIQUE 1964-1965.	O		HYDROL	3	
GABON	ORSTOM, SERVICE HYDROLOGIQUE		1966	ANNUAIRE HYDROLOGIQUE 1965-1966.	O		HYDROL	3	
GABON	DUPUY JC.		1966	RAPPORT SUR L'AGRESSIVITE DES EAUX DE RUISSELLEMENT EN FORET AU GABON, SUR LA NAPPE PHREATIQUE DE PORT-GENTIL, SUR LA NAPPE TURONNIENNE DE LIBREVILLE - RAPPORT LIB 66 B5.		BRGM	AQUIFR	4	

PAYS	AUTEURS	CLIENTS	ANNEE	TITRE	DISP	ARCHIVAGE	OBJET	TYPE	REFERENCE
GABON	BREMOND R.		1966	ESSAI D'INTERPRETATION DES ANALYSES DES EAUX DE FORAGES F4, F5, F6 ET F7 DE LIBREVILLE.	CIEH		QUALIT	4	
GABON	BREMOND R.		1966	ESSAI D'INTERPRETATION DES ANALYSES DES EAUX DE FORAGES F8, F9 DE LIBREVILLE.	CIEH		QUALIT	3	
GABON	CIEH		1966	NOTE SUR L'EXTENSION DU SYSTEME DE CAPTAGE DE PORT-GENTIL.	CIEH		AQUIFR	4	
GABON	HUDELEY H., BELMONTE Y.		1966	CARTE GEOLOGIQUE DE LA REPUBLIQUE GABONAISE AU 1/1 000 000 - NOTICE EXPLICATIVE, MEMOIRE BRGM N°7.	BRGM		GEOLOG	2	
GABON	LE MARECHAL A.		1966	CONTRIBUTION A L'ETUDE DES PLATEAUX BATEKES - GEOLOGIE, GEOMORPHOLOGIE, HYDROGEOLOGIE.			DIVERS	1	
GABON	EDF-IGECO		1967	CONDITIONS GENERALES DE L'AMENAGEMENT DES CHUTES DE L'IMPERATRICE. HYDROLOGIE - (NOTE EXTRAITE DU DOSSIER : "POSSIBILITES HYDROELECTRIQUES DES CHUTES DE L'IMPERATRICE SUR LA NGOUNIE).			HYDROL	4	
GABON	NAPIAS JC.		1967	ALIMENTATION EN EAU DE PORT-GENTIL - NOTE SUR LES PIEZOMETRES P1, P2, P3 ET ESSAIS DE POMPAGE SUR F1 - RAPPORT DAK 67 A6.	BRGM		AQUIFR	4	
GABON	LIBIZANGOMO J.		1967	RESSOURCES HYDRAULIQUES DU GABON. EXPOSE A LA CONFERENCE INTERNATIONALE DE L'EAU POUR LA PAIX A WASHINGTON.			AQUIFR	4	
GABON	FEAT J.		1968	INSTALLATION D'UNE BASE TOPOGRAPHIQUE POUR JAUGEAGE AU CERCLE A LA STATION DE L'OGOQUE A LASTOURSVILLE.			HYDROL	5	
GABON	EDF-IGECO		1968	NOTE COMPLEMENTAIRE SUR LE REGIME HYDROLOGIQUE DE LA O MBEI (EXTRAIT DU RAPPORT IGECO SUR LA REGULARISATION DE LA MBEI).			HYDROL	4	

PAYS	AUTEURS	CLIENTS	ANNEE	TITRE	DISP	ARCHIVAGE	OBJET	TYPE	REFERENCE
GABON	ORSTOM, SERVICE HYDROLOGIQUE		1968	ANNUAIRE HYDROLOGIQUE 1966-1967.	O		HYDROL	3	
GABON	LERIQUE J.		1968	NOTE SUR LE CLIMAT DU GABON.	O		CLIMAT	4	
GABON	POUYAUD B.		1968	ETUDE HYDROLOGIQUE PROVISOIRE DE LA RIVIERE N'ZEME A O NTOUN.			HYDROL	4	
GABON	POUYAUD B.		1968	ETALONNAGE DE L'ABANGA AU MOUILLAGE BDO.	O		HYDROL	3	
GABON	MARTIN A.		1968	ALIMENTATION EN EAU DE LIBREVILLE. RESSOURCES EN EAU DU CORDON LITTORAL SABLEUX DE LA BAIE D'AKWANGO - RAPPORT 68 LIB 13.		BRGM	AQUIFR	4	
GABON	GALLIER R.		1968	RESULTATS DU FORAGE D'ESSAI DE PORT-GENTIL (GABON). NOTE DU CIEH.		CIEH	FORAGE	3	
GABON	SEURECA		1968	VILLE DE PORT-GENTIL (GABON). ALIMENTATION EN EAU POTABLE. AVANT-PROJET COMPARATIF - MEMOIRE EXPLICATIF.		SEEG	AQUIFR	4	
GABON	LERIQUE J., TOURNE M.		1969	ALIMENTATION EN EAU DE LIBREVILLE. ETUDE DES RIVIERES ENTRE LIBREVILLE ET KANGO. RESULTATS DE LA CAMPAGNE 1968.	O		HYDROL	4	
GABON	LERIQUE J.		1969	CARACTERISTIQUES DE L'ANNEE HYDROLOGIQUE 1966 - 1967 O AU GABON.	O		HYDROL	4	
GABON	LERIQUE J.		1969	L'ETIAGE SUR LES MARIGOTS DE LA REGION DE MEDOUNEU.	O		HYDROL	4	
GABON	LERIQUE J.		1969	ALIMENTATION EN EAU DE LIBREVILLE. ETUDE DES RIVIERES ENTRE LIBREVILLE ET KANGO. RESULTATS DE LA CAMPAGNE 1969.	O		HYDROL	4	

PAYS	AUTEURS	CLIENTS	ANNEE	TITRE	DISP	ARCHIVAGE	OBJET	TYPE	REFERENCE
GABON	SEGA/BRGM/ORSTOM		1969	ALIMENTATION EN EAU DE L'INSTITUT NATIONAL D'ETUDES FORESTIERES DU CAP ESTERIAS (GABON) - RAPPORT 79 LIB 006.	BRGM		AQUIFR	4	
GABON	MOUSSU H.		1969	ALIMENTATION EN EAU DE LIBREVILLE (GABON) - ETUDES DES RESSOURCES AQUIFERES DU CORDON LITTORAL SABLEUX DE LA BAIE D'AKWANGO - RAPPORT PROVISOIRE D'INTERPRETATION D'UNE CAMPAGNE GEOPHYSIQUE ET DE SONDAGES DE RECONNAISSANCE - RAPPORT 69 LIB 009.	BRGM		AQUIFR	4	
GABON	MOUSSU H.		1969	ALIMENTATION EN EAU DE LIBREVILLE - ETUDE DES RESSOURCES AQUIFERES DU CORDON LITTORAL SABLEUX DE LA BAIE D'AKWANGO - RAPPORT 70 LIB 002.	BRGM		AQUIFR	4	
GABON	CGC		1969	REGION DE LIBREVILLE (GABON) - CORDON LITTORAL DE LA BAIE D'AKWANGO - PROSPECTION HYDROGEOLOGIQUE PAR METHODE ELECTRIQUE. RAPPORT CGC DE LA MISSION 328-25-01	CGC		AQUIFR	4	
GABON	DE MARSILY G.		1969	CAMPAGNE DE HUIT Puits DANS LA NAPPE PHREATIQUE DE PORT-GENTIL. RAPPORT SEEG.	SEEG		AQUIFR	3	
GABON	FEAT J.		1960	EXTENSION ADDUCTION D'EAU DE LIBREVILLE. RAPPORT SUR LE CHOIX DES IMPLANTATIONS DES 3 LIMNIGRAPHE PREVIS ET SUR L'INSTALLATION DE CES APPAREILS.			HYDROL	4	
GABON	LERIQUE J.		1970	EQUIPEMENT LIMNIGRAPHIQUE DE LA MBEI A TCHIMBELE.	O		HYDROL	4	
GABON	LERIQUE J.		1970	PREMIERS RESULTATS DE L'EVAPORATION SUR BAC ENTERRE A LIBREVILLE.	O		CLIMAT	3	
GABON	TOUCHEBEUF DE LUSSIGNY P.		1970	AMENAGEMENT DE POUBARA.	O		HYDROL	4	

PAYS	AUTEURS	CLIENTS	ANNEE	TITRE	DISP	ARCHIVAGE	OBJET	TYPE	REFERENCE
GABON	LERIQUE J., TOURNE M.		1971	ETUDE HYDROPLUVIOMETRIQUE DU BASSIN VERSANT DE LA NZEME. RAPPORT PROVISOIRE. RESULTATS BRUTS DE LA PREMIERE CAMPAGNE 1969-1970.	O		HYDROL	4	
GABON	ORSTOM, SERVICE HYDROLOGIQUE		1971	ANNUAIRE HYDROLOGIQUE 1968-1969.	O		HYDROL	3	
GABON	ORSTOM, SERVICE HYDROLOGIQUE		1971	ANNUAIRE HYDROLOGIQUE 1969-1970.	O		HYDROL	3	
GABON	LEMOINE L.		1971	ETUDE DES PROBLEMES POSES PAR L'EXPLOITATION DE LA NAPPE AQUIFERE ALIMENTANT EN EAU POTABLE LA VILLE DE PORT-GENTIL.		CIEH	AQUIFR	4	
GABON	LERIQUE J., TOURNE M.		1972	ETUDE HYDROPLUVIOMETRIQUE DE NZEME. RAPPORT PROVISOIRE. RESULTATS BRUTS DE LA DEUXIEME CAMPAGNE.	O		HYDROL	4	
GABON	LERIQUE J., TOURNE M.		1972	ETUDE HYDROPLUVIOMETRIQUE DU BASSIN VERSANT DE LA NZEME. RAPPORT DEFINITIF. 2 VOLUMES : TOME I : TEXTE, TOME II : ANNEXES ET CROQUIS.	O		HYDROL	4	
GABON	DERUMAUX, WENGER		1972	COUPES STRUCTURALES ET LITHOFACIES DANS LE BASSIN SEDIMENTAIRE DU GABON. DOCUMENT ELF - GABON - ERAP - DIRECTION EXPLORATION.			GEOLOG	3	
GABON	SASIF		1972	COUPES GEOLOGIQUES ET TECHNIQUES ET COMPTE-RENDUS DE TRAVAUX DE FORAGES AU CONGO ET AU GABON - SOCIETE AFRICAINE DE SONDAGES, INJECTIONS FORAGES.			FORAGE	3	
GABON	SEEG		1972	PLANS DE SITUATION DES BARRAGES, DES STATIONS DE POMPAGE D'AEP EN RIVIERE ET DE PUIITS ET FORAGES D'AEP DES GRANDES VILLES DU GABON - SOCIETE D'ENERGIE ET D'EAU DU GABON.			DIVERS	4	
GABON	GAFOR		1972	COUPES GEOLOGIQUES ET TECHNIQUES ET COMPTE-RENDUS DE FORAGES AU GABON - GABONAISE DE FORAGE.		GAFOR	FORAGE	3	

PAYS	AUTEURS	CLIENTS	ANNEE	TITRE	DISP	ARCHIVAGE	OBJET	TYPE	REFERENCE
GABON	LEFEVRE R., LERIQUE J.		1973	ETUDE DE LA DESSERTE FERROVIAIRE DU HAUT-OGOOUE. NOTE HYDROLOGIQUE.	0		HYDROL	4	
GABON	TOUCHEBEUF DE LUSSIGNY P., MONIOD P.		1973	REGULARISATION DE LA MBEI. BARRAGE DE TCHIMBELE. DONNEES DE BASE. NOTE HYDROLOGIQUE.	0		HYDROL	4	
GABON	ORSTOM, SERVICE HYDROLOGIQUE REPUBLIQUE GABONAISE		1973	ANNUAIRE HYDROLOGIQUE 1970-1971.	0		HYDROL	3	
GABON	TOURNE M.		1973	PORT AUTONOME DE LIBREVILLE. MESURES DE VITESSES DES O COURANTS. PREMIERE CAMPAGNE.			HYDROL	3	
GABON	ORSTOM, SERVICE HYDROLOGIQUE REPUBLIQUE GABONAISE		1974	ANNUAIRE HYDROLOGIQUE 1971-1972.	0		HYDROL	3	
GABON	ORSTOM, SERVICE HYDROLOGIQUE REPUBLIQUE GABONAISE		1974	ANNUAIRE HYDROLOGIQUE 1972-1973.	0		HYDROL	3	
GABON	FERRANDES R.		1974	PROSPECTION GEOPHYSIQUE DE LA NAPPE DES SABLES A PORT-GENTIL (GABON) - RAPPORT 74 MET/GPH 063.		BRGM	AQUIFR	4	
GABON	PEAUDECERF P.	SEURECA	1974	ALIMENTATION EN EAU DE PORT-GENTIL - EXPLOITATION INTENSIVE DE LA NAPPE PHREATIQUE - PROPOSITION D'ETUDE SUR MODELE - NOTE BRGM/AME.		BRGM	AQUIFR	1	
GABON	ORSTOM, SERVICE HYDROLOGIQUE REPUBLIQUE GABONAISE		1975	ANNUAIRE HYDROLOGIQUE 1973-1974.	0		HYDROL	3	
GABON	BRGM		1975	ALIMENTATION EN EAU POTABLE DES ZONES RURALES DE LA REPUBLIQUE DU GABON.		BRGM	AQUIFR	4	
GABON	TOUCHEBEUF DE LUSSIGNY P.		1976	AMENAGEMENT HYDROELECTRIQUE DU "GRAND POUBARA". HYDROLOGIE.	0		HYDROL	4	
GABON	SCHNEIDER J.L.		1977	PROGRAMME D'HYDRAULIQUE VILLAGEOISE - ALIMENTATION EN EAU POTABLE DES ZONES RURALES GABONAISES. VOLUME 2 - RECHERCHE ET VALORISATION DES EAUX SOUTERRAINES - RAPPORT 77 AGE 025 - 1ERE PARTIE.		BRGM	AQUIFR	4	

PAYS	AUTEURS	CLIENTS	ANNEE	TITRE	DISP	ARCHIVAGE	OBJET	TYPE	REFERENCE
GABON	BRGM		1977	PROGRAMME D'HYDRAULIQUE VILLAGEOISE - ALIMENTATION EN EAU POTABLE DES ZONES RURALES GABONAISES. ETUDES D'INVENTAIRE, PROVINCE DE L'ESTUAIRE, DU HAUT-OGOUE ET DU WOLEU NTEM. NOVEMBRE 1976, FEVRIER 1977.	BRGM		AQUIFR	3	
GABON	BOURGEOIS M.		1977	PROJET BANANIER DE NTOUM - FORAGE D'ALIMENTATION EN EAU DE LA BASE-VIE - RAPPORT 77 LIB 003.	BRGM		FORAGE	4	
GABON	LEDOUX E., COBLET P.		1977	METHODOLOGIE D'ETUDE D'UN AQUIFERE COTIER. APPLICATION A LA NAPPE DE LA POINTE DENIS (GABON) - RAPPORT LHM/RC/77/31 DU CENTRE INFORMATIQUE GEOLOGIQUE DE L'ENSMP.	GAFOR		AQUIFR	4	
GABON	EDF-DAFECO		1978	A.P.D. DE KINGUELE AMONT. NOTE SUR LES CRUES DE LA MBEI.	O		HYDROL	4	
GABON	CARRE P.		1978	FLEUVES ET RIVIERES DU GABON. DIVERSITE DES REGIMES HYDROLOGIQUES	O		HYDROL	4	
GABON	TOUCHEBEUF DE LUSSIGNY P.		1979	AMENAGEMENT HYDROELECTRIQUE DE KINGUELE AMONT SUR LA MBEI. AVANT PROJET DETAILLE. NOTE HYDROLOGIQUE.	O		HYDROL	4	
GABON	P. CARRE		1979	PETIT BASSIN DE LA NZEME III. ELEMENTS DE MODELISATION DES ECOULEMENTS EXCEPTIONNELS.	O		HYDROL	4	
GABON	PERAGALLO J., SCHNEIDER J.L.		1979	ALIMENTATION EN EAU POTABLE DES STATIONS DU TRANSGABONAIS. STATIONS DE ANDEM, OYAN, ABANGA ET NDJOLE - ETUDES DES RESSOURCES EN EAU ET ESTIMATION DU COUT DES EQUIPEMENTS - RAPPORT 79 AGE 002.	BRGM		AQUIFR	4	
GABON	BRGM		1979	PROJET D'ALIMENTATION EN EAU DE LIBREVILLE (GABON) - RECONNAISSANCE GEOPHYSIQUE PREALABLE PAR SONDAGES ELECTRIQUES - RAPPORT 70 GPH 008.	BRGM		AQUIFR	3	

PAYS	AUTEURS	CLIENTS	ANNEE	TITRE	DISP	ARCHIVAGE	OBJET	TYPE	REFERENCE
GABON	SCHNEIDER J.L.		1979	EAU MINERALE DE LEKONI (HAUT OGOOUE) - TRAVAUX DE FORAGE ET ANALYSE _ RAPPORT 79 AGE 003.	BRGM		FORAGE	4	
GABON	BURGEAP		1979	DONNEES POUR L'AMELIORATION DE L'ALIMENTATION EN EAU SUR LES PLATEAUX BATEKES (CONGO-GABON-ZAIRE). RAPPORT BURGEAP R. 325/3.466.	CIEH		AQUIFR	3	
GABON	CIEH/ORSTOM		1979	PRECIPITATIONS JOURNALIERES DU GABON DE L'ORIGINE DES STATIONS A 1965.	O	ORSTOM/CI	CLIMAT	1	
GABON	COMET-BARTHE J. et DJITIK T.M.		1980	ETUDE DE SYNTHESE DES PLUIES JOURNALIERES DE FREQUENCE RARE AU GABON.	CIEH		CLIMAT	4	
GABON	DEHAYS H.		1981	PROGRAMME D'HYDRAULIQUE VILLAGEOISE - ETUDES D'IMPLANTATION - PROVINCE DE LA NYANGA - RAPPORT 81 AGE 040.	BRGM		AQUIFR	4	
GABON	BONIN M., GAGEONNET M., DEHAYS H.		1982	PROGRAMME D'HYDRAULIQUE VILLAGEOISE - ACTUALISATION DES ETUDES D'INVENTAIRE - PROVINCES DU HAUT OGOOUE, DE LA NGOUNIE, DE LA NYANGA ET DE L'OGOUE MARITIME. RAPPORT 82 AGE 050.	BRGM		AQUIFR	3	
GABON	GAGEONNET M.		1982	PROGRAMME D'HYDRAULIQUE VILLAGEOISE - ETUDES D'IMPLANTATION - PROVINCES DE LA NGOUNIE ET DE L'OGOUE MARITIME - RAPPORT 82 AGE 051.	BRGM		AQUIFR	4	
GABON	BONIN M.		1982	PROGRAMME D'HYDRAULIQUE VILLAGEOISE - TRAVAUX DE FORAGES DANS LES PROVINCES DU HAUT OGOOUE ET DE LA NYANGA - DOSSIERS DE FORAGES - RAPPORT 82 AGE 052.	BRGM		FORAGE	4	
GABON	BRGM		1982	14 NOTES TECHNIQUES RELATIVES A DES ETUDES D'IMPLANTATION PAR GEOPHYSIQUE ET A DES SUPERVISIONS DE TRAVAUX DE FORAGES.	BRGM		FORAGE	3	

PAYS	AUTEURS	CLIENTS	ANNEE	TITRE	DISP	ARCHIVAGE	OBJET	TYPE	REFERENCE
GABON	GOACHET E.		1982	PROGRAMME D'HYDRAULIQUE VILLAGEOISE - ALIMENTATION EN EAU POTABLE DES STATIONS DU TRANSGABONAIS (OCTRA) - STATION DE BOOUE - RAPPORT 82 AGE 054. NOTE COMPLEMENTAIRE.	BRGM		AQUIFR	4	
GABON	DEHAYS H.		1982	PROGRAMME D'HYDRAULIQUE VILLAGEOISE - ETUDES D'IMPLANTATION - PROVINCE DU HAUT OGOUE. RAPPORT 82 AGE 005.	BRGM		AQUIFR	4	
GABON	MENNECHET C., MARTELAT M.		1982	PROGRAMME D'HYDRAULIQUE VILLAGEOISE - ALIMENTATION EN EAU POTABLE DES STATIONS DU TRANSGABONAIS (OCTRA) - TRONÇON DE N'DJOLE - BOOUE - STATIONS DE ALEMBE, OTOUMBI, BISSOUNA, AYEM, LA LOPE, OFFOUE. RAPPORT 82 AGE 011. NOTE COMPLEMENTAIRE	BRGM		AQUIFR	4	
GABON	BRGM		1982	PROGRAMME D'HYDRAULIQUE VILLAGEOISE - ETUDE D'IMPLANTATIONS DE FORAGE POUR L'ALIMENTATION EN EAU POTABLE DE LOCALITES RURALES (SEEG) - COCOBEACH, BOUMANGO, MOYABI, NGOUONI, MANDJI, MANYUMBA, NDINDI. RAPPORT 82 AGE 010 A.	BRGM		AQUIFR	4	
GABON	BRGM		1982	PROGRAMME D'HYDRAULIQUE VILLAGEOISE - ALIMENTATION EN EAU POTABLE DE LOCALITES RURALES (SEEG) - MABANDA. RAPPORT 82 AGE 010 B.	BRGM		AQUIFR	4	
GABON	BRGM		1982	PROG.HYDRAUL.VILLAGEOISE - ALIMENTATION EN EAU POTABLE DE LOCALITES RURALES (SEEG) - ETUDE HYDROGEOLOGIQUE DE 12 LOCALITES RURALES - FOULENZEM, IBOUNDJI, LEBAMBA, MALINGA, MEDOUNEU, MEKAMBO, MINVOUL, MITZIC, MOABI, ONGA, OBAN, PANA.RAPPORT 82 AGE 053	BRGM		AQUIFR	4	
GABON	BRGM		1982	PROGRAMME D'HYDRAULIQUE VILLAGEOISE - ALIMENTATION EN EAU DANS LES SITES DES VILLAGES DANS LA REGION DE MITZIC (HEVEGAB) - ETUDES D'IMPLANTATION DES FORAGES SUR LE 1ER SITE . RAPPORT 82 AGE 026.	BRGM		FORAGE	4	

PAYS	AUTEURS	CLIENTS	ANNEE	TITRE	DISP	ARCHIVAGE	OBJET	TYPE	REFERENCE
GABON	SCHNEIDER J.L.		1982	PROGRAMME D'HYDRAULIQUE VILLAGEOISE - PROJET DE RANCH DANS LA REGION DE NDEDE (VAN LANKER) - RESSOURCES EN EAU - PROPOSITIONS DE RECHERCHES D'EAU SOUTERRAINE - RAPPORT 82 AGE 041.	BRGM		AQUIFR	4	
GABON	BONIN H.		1982	NOTE TECHNIQUE HYD 82-1 - IMPLANTATION DES FORAGES D'EAU POUR LA PREFECTURE D'OUNBOUE - RAPPORT DE FIN DE MISSION 12 - 16/01/82.	BRGM		FORAGE	4	
GABON	BONIN H.		1982	NOTE TECHNIQUE HYD 82-2 - REALISATION ET CONCEPTION DU FORAGE II DE MANDJI - RAPPORT DE FIN DE TRAVAUX 20 - 16/01/82.	BRGM		FORAGE	3	
GABON	BONIN H.		1982	NOTE TECHNIQUE HYD 82-3 - CONCEPTION ET REALISATION DES CAPTAGES POUR L'ALIMENTATION EN EAU POTABLE DE MAYUMBA (NYANGA) - RAPPORT PROVISOIRE DE FIN DE TRAVAUX.	BRGM		FORAGE	3	
GABON	GAGEONNET M.		1982	NOTE TECHNIQUE HYD 82-4 - ETUDES D'IMPLANTATION DE FORAGES D'EAU DANS LA PROPRIETE DE M. MOUSSIROU, MINISTRE D'ETAT.	BRGM		AQUIFR	3	
GABON	GAGEONNET M.	SODUCO	1982	NOTE TECHNIQUE HYD 82-4 - IMPLANTATION D'UN FORAGE A MANGALI POUR LA SODUCO.	BRGM		FORAGE	3	
GABON	GAGEONNET M.		1982	NOTE TECHNIQUE HYD 82-5 - IMPLANTATION DE 2 FORAGES D'EAU SUR LE CAMPMENT FORESTIER "ST GERMAIN" SOCIETE FORESTIERE ROUGIER.	BRGM		FORAGE	3	
GABON	GAGEONNET M.		1982	NOTE TECHNIQUE HYD 82-6 - ETUDE D'IMPLANTATION DE FORAGES POUR L'ALIMENTATION EN EAU D'UNE USINE DE TRAITEMENT DE L'HEVEA ET DE 2 VILLAGES DANS LA CONCESSION HEVEGAB PRES DE MITZIC (GABON).	BRGM		AQUIFR	3	

PAYS	AUTEURS	CLIENTS	ANNEE	TITRE	DISP	ARCHIVAGE	OBJET	TYPE	REFERENCE
GABON	GOACHET E.		1982	NOTE TECHNIQUE HYD 82-7 - COMPTE-RENDU DES TRAVAUX REALISES SUR LA VILLE DE COCOBEACH (PROVINCE DE L'ESTUAIRE).	BRGM		AQUIFR	3	
GABON	GAGEONNET M.		1982	NOTE TECHNIQUE HYD 82-8 - IMPLANTATION DE FORAGES POUR L'ALIMENTATION EN EAU DE BOLOSSEVILLE (PROVINCE DE WOLEU-NTEM).	BRGM		FORAGE	3	
GABON	GOACHET E.		1982	NOTE TECHNIQUE HYD 82-9 - RAPPORT D'IMPLANTATION D'UN FORAGE D'EAU POTABLE A DONGUILA (PROVINCE DE L'ESTUAIRE).	BRGM		FORAGE	4	
GABON	SILVESTRE J.P.		1982	NOTE TECHNIQUE HYD 82-10 - RAPPORT DE FIN TRAVAUX DU FORAGE D'EAU POTABLE DE DONGUILA (PROVINCE DE L'ESTUAIRE).	BRGM		FORAGE	4	
GABON	SILVESTRE J.P.		1982	NOTE TECHNIQUE HYD 82-11 - RAPPORT DE FIN DE TRAVAUX DU FORAGE D'EAU POTABLE DE BOLOSSEVILLE (PROVINCE DE WOLEU-NTEM).	BRGM		FORAGE	4	
GABON	BONIN H.		1982	NOTE TECHNIQUE HYD 82-12 - RAPPORT D'IMPLANTATION ET DE REALISATION DU FORAGE SOLAIRE D'ONGUIA (HAUT OGOOUE).	BRGM		FORAGE	4	
GABON	SCHNEIDER J.L.		1982	NOTE TECHNIQUE HYD 82-13 - PROGRAMME D'HYDRAULIQUE VILLAGEOISE DE LA REPUBLIQUE GABONAISE. SITUATION DES TRAVAUX A LA MI-NOVEMBRE 1982.	BRGM		AQUIFR	3	
GABON	GOACHET E.		1982	NOTE TECHNIQUE HYD 82-14 - SONDAGES ELECTRIQUES EFFECTUES DANS LA CONCESSION RAYER A OWENDO.	BRGM		AQUIFR	3	
GABON	BOURGEOIS M., SCHNEIDER J.L.		1982	CARTE DE PLANIFICATION DES RESSOURCES EN EAU DU GABON ET DU CONGO. CARTE A 1/1 000 000, NOTICE.	CIEH		AQUIFR	2	

PAYS	AUTEURS	CLIENTS	ANNEE	TITRE	DISP	ARCHIVAGE	OBJET	TYPE	REFERENCE
GABON	LERIQUE J.		1983	HYDROLOGIE ET CLIMATOLOGIE. IN GEOGRAPHIE ET CARTOGRAPHIE DU GABON. EDICEF PARIS.	0		HYDROL	2	
GABON	GOACHET E.		1983	PROGRAMME D'HYDRAULIQUE VILLAGEOISE - ACTUALISATION DES ETUDES D'INVENTAIRE. PROVINCE DE L'OGOOUE-LOLO. RAPPORT 83 AGE 015.	BRGM		AQUIFR	3	
GABON	GAGEONNET M.		1983	PROGRAMME D'HYDRAULIQUE VILLAGEOISE - ACTUALISATION DES ETUDES D'INVENTAIRE. PROVINCE DE L'OGOOUE-IVINDO. RAPPORT 83 AGE 023.	BRGM		AQUIFR	3	
GABON	GAGEONNET M.		1983	PROGRAMME D'HYDRAULIQUE VILLAGEOISE - ACTUALISATION DES ETUDES D'INVENTAIRE. PROVINCE DU MOYEN OGOOUE. RAPPORT 83 AGE 025.	BRGM		AQUIFR	3	
GABON	GAGEONNET M.		1983	PROGRAMME D'HYDRAULIQUE VILLAGEOISE - ETUDES D'IMPLANTATION - PROVINCES DE LA NGOUNIE ET DE L'OGOOUE MARITIME. RAPPORT 82 AGE 051.	BRGM		AQUIFR	4	
GABON	GOACHET E.		1983	PROGRAMME D'HYDRAULIQUE VILLAGEOISE - ETUDES D'IMPLANTATION - PROVINCE DE L'OGOOUE-LOLO. RAPPORT 83 AGE 016.	BRGM		AQUIFR	4	
GABON	GAGEONNET M.		1983	PROGRAMME D'HYDRAULIQUE VILLAGEOISE - ETUDES D'IMPLANTATION - PROVINCE DE L'OGOOUE-IVINDO. RAPPORT 83 AGE 024.	BRGM		AQUIFR	4	
GABON	GAGEONNET M.		1983	PROGRAMME D'HYDRAULIQUE VILLAGEOISE - ETUDES D'IMPLANTATION - PROVINCE DU MOYEN OGOOUE. RAPPORT 83 AGE 024.	BRGM		AQUIFR	4	
GABON	GOACHET E.		1983	PROGRAMME D'HYDRAULIQUE VILLAGEOISE - ETUDES D'IMPLANTATION - PROVINCE DU WOLEU-NTEM - DEPARTEMENTS DU HAUT KOMO ET DE L'OKANO. RAPPORT 83 AGE 043.	BRGM		AQUIFR	4	

PAYS	AUTEURS	CLIENTS	ANNEE	TITRE	DISP	ARCHIVAGE	OBJET	TYPE	REFERENCE
GABON	BONIN H.		1983	PROGRAMME D'HYDRAULIQUE VILLAGEOISE - DOSSIER DE FORAGES - PROVINCES DU HAUT OGOUE ET DE LA NYANGA. RAPPORT 82 AGE 052.	BRGM		FORAGE	4	
GABON	GOACHET E.		1983	PROGRAMME D'HYDRAULIQUE VILLAGEOISE - DOSSIER DE FORAGES - PROVINCE DE L'OGOUE-LOLO. RAPPORT 83 AGE 017.	BRGM		FORAGE	4	
GABON	SCHNEIDER J.L.		1983	PROGRAMME D'HYDRAULIQUE VILLAGEOISE - ETUDE ET SYNTHESE DES RESULTATS DES FORAGES - PREMIER RAPPORT INTERIMAIRE - CAMPAGNE 1982. RAPPORT83 AGE 021.	BRGM		FORAGE	4	
GABON	BOURGEOIS M., SCHNEIDER J.L.	CIEH	1983	PROGRAMME D'HYDRAULIQUE VILLAGEOISE - CARTE DE PLANIFICATION DES RESSOURCES EN EAU DU GABON ET DU CONGO (CIEH) - CARTE A 1/1 000 000, NOTICE.	BRGM		AQUIFR	2	
GABON	GOACHET E., SCHNEIDER J.L.	CIEH	1983	PROGRAMME D'HYDRAULIQUE VILLAGEOISE - CARTE DE PLANIFICATION DES RESSOURCES EN EAU DU GABON (CIEH) - CARTE A 1/1 000 000, NOTICE.	BRGM		AQUIFR	2	
GABON	GOACHET E., SCHNEIDER J.L.		1983	NOTE TECHNIQUE HYD 83-1 - PROGRAMME D'HYDRAULIQUE VILLAGEOISE - ETUDE DES RESULTATS DES FORAGES DANS LES FORMATIONS GRANITIQUES DE L'OGOUE-LOLO.	BRGM		FORAGE	4	
GABON	GAGEONNET M.		1983	NOTE TECHNIQUE HYD 83-2- ALIMENTATION EN EAU D'UN MOTEL EN CONSTRUCTION PRES DE SOUBA (HAUT-OGOUE). PREMIER TRAVAUX DE FORAGE.	BRGM		FORAGE	3	
GABON	SCHNEIDER J.L.		1983	NOTE TECHNIQUE HYD 83-3- ETUDE PRELIMINAIRE DES RESULTATS DE 57 FORAGES EXECUTES DANS LA PROVINCE DE LA NGOUNIE ENTRE JANVIER ET SEPTEMBRE 1983.	BRGM		FORAGE	3	
GABON	GOACHET E.		1983	NOTE TECHNIQUE HYD 83-5- ETUDE HYDROGEOLOGIQUE EN VUE DE L'ALIMENTATION EN EAU DU RANCH AGROGABON DE LA NGOUNIE (NDEDE).	BRGM		AQUIFR	4	

PAYS	AUTEURS	CLIENTS	ANNEE	TITRE	DISP	ARCHIVAGE	OBJET	TYPE	REFERENCE
GABON	GAGEONNET M.		1983	NOTE TECHNIQUE HYD 83-6- ETUDE HYDROGEOLOGIQUE EN VUE DE L'ALIMENTATION EN EAU DU RANCH AGROGABON DE LA NYANGA.	BRGM		AQUIFR	4	
GABON	GOACHET E.		1983	NOTE TECHNIQUE HYD 83-7 - ETUDE HYDROGEOLOGIQUE EN VUE DE L'ALIMENTATION EN EAU DE LA PALMERAIE AGROGABON DE MOABI (NYANGA).	BRGM		AQUIFR	4	
GABON	GAGEONNET M.		1983	NOTE TECHNIQUE HYD 83-8 - REALISATION DE FORAGES POUR L'ALIMENTATION EN EAU DE COCOBEACH. RAPPORT DE FIN DE TRAVAUX.	BRGM		FORAGE	4	
GABON	GAGEONNET M.		1983	NOTE TECHNIQUE HYD 83-9 - PROGRAMME SOLAIRE - REALISATION D'UN FORAGE A DONGUILA (PROVINCE DE L'ESTUAIRE). COMPTE-RENDU DE FIN DE TRAVAUX.	BRGM		FORAGE	4	
GABON	SCHNEIDER J.L.		1983	PROGRAMME D'HYDRAULIQUE VILLAGEOISE - ETUDE ET SYNTHESE DES RESULTATS DES FORAGES. DEUXIEME RAPPORT INTERIMAIRE - CAMPAGNE 1983 - DEBUT 1984. RAPPORT 84 AGE 035.	BRGM		FORAGE	4	
GABON	GOACHET E.		1984	PROGRAMME D'HYDRAULIQUE VILLAGEOISE - ETUDES D'IMPLANTATION - PROVINCE DU WOLEU-NTEM - DEPARTEMENT DE WOLEU. RAPPORT 84 AGE 011.	BRGM		AQUIFR	4	
GABON	BRGM		1984	PROGRAMME D'HYDRAULIQUE VILLAGEOISE - ETUDES D'IMPLANTATION - PROVINCE DU WOLEU-NTEM - DEPARTEMENTS DU HAUT NTEM ET DU NTEM. RAPPORT 84 AGE 025.	BRGM		AQUIFR	4	
GABON	GOACHET E.		1984	PROGRAMME D'HYDRAULIQUE VILLAGEOISE - ACTUALISATION DES ETUDES D'INVENTAIRE PROVINCE DE WOLEU-NTEM. RAPPORT 84 AGE 026.	BRGM		AQUIFR	3	

PAYS	AUTEURS	CLIENTS	ANNEE	TITRE	DISP	ARCHIVAGE	OBJET	TYPE	REFERENCE
GABON	GAGEONNET M.		1984	PROGRAMME D'HYDRAULIQUE VILLAGEOISE - DOSSIER DE FORAGES - PROVINCE DE L'OGOOUE-IVINDO. RAPPORT 84 AGE 027.	BRGM		FORAGE	4	
GABON	GAGEONNET M., GOACHET E.		1984	NOTE TECHNIQUE HYD 84-1-OCTRA. ALIMENTATION EN EAU POTABLE DE LA STATION DU TRANSGABONAIS DE MBEL (ESTUAIRE).	BRGM		AQUIFR	4	
GABON	GOACHET E.		1984	NOTE TECHNIQUE HYD 84-2 - ETUDE D'ALIMENTATION EN EAU DE 4 ZONES DANS LA REGION DE GAMBA (SCHELL-GABON).	BRGM		AQUIFR	4	
GABON	GAGEONNET M.		1984	NOTE TECHNIQUE HYD 84-3 - REALISATION D'UN FORAGE POUR L'ALIMENTATION EN EAU DE LA PROPRIETE DU GENERAL MAMIKA (BOOUE). ETUDE D'IMPLANTATION ET RESULTATS DES TRAVAUX.	BRGM		AQUIFR	4	
GABON	GOACHET E.		1984	NOTE TECHNIQUE HYD 84-4 - ALIMENTATION EN EAU D'UNE CACAYOERE A YANEMVE EBA (WOLEU-NTEM). PROSPECTION GEOPHYSIQUE.	BRGM		AQUIFR	3	
GABON	ALLARD A.		1984	NOTE TECHNIQUE HYD 84-5 - FORAGE D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE D'UN MOTEL PRES DE SOUBA (HAUT-OGOOUE). COMPTE-RENDU DE FIN DE TRAVAUX.	BRGM		FORAGE	4	
GABON	ALLARD A.		1984	NOTE TECHNIQUE HYD 84-6 - RESULTATS D'UNE PROSPECTION GEOPHYSIQUE REALISEE A MOANDA (HAUT-OGOOUE) SUR LA PROPRIETE DE MME MOUVAGHA A MABINGA.	BRGM		FORAGE	4	
GABON	ALLARD A.		1984	NOTE TECHNIQUE HYD 84-7 - POMPAGE D'ESSAI SUR LE FORAGE LECONI-EVIAN.	BRGM		FORAGE	3	

PAYS	AUTEURS	CLIENTS	ANNEE	TITRE	DISP	ARCHIVAGE	OBJET	TYPE	REFERENCE
GABON	GOACHET E.		1984	NOTE TECHNIQUE HYD 84-8 - NOTE RELATIVE A UNE ETUDE GEOPHYSIQUE COMPLEMENTAIRE REALISEE SUR LE VILLAGE DE BOLOSSEVILLE (WOLEU-NTEM) DU 20 AU 23 JUIN.	BRGM		AQUIFR	4	
GABON	BRGM		1984	NOTE TECHNIQUE HYD 84-9 - AGROGABON ETUDE D'IMPLANTATION D'UN FORAGE POUR L'ALIMENTATION EN EAU DE LA CITE DU RANCH DE NGOUNIE.	BRGM		AQUIFR	4	
GABON	GAGEONNET M.		1984	NOTE TECHNIQUE HYD 84-10 - OCTRA - ETUDE D'IMPLANTATION DE FORAGES POUR L'ALIMENTATION EN EAU DE LA STATION DU TRANSGABONAIS D'IVINDO (OGOUE-IVINDO).	BRGM		AQUIFR	4	
GABON	GAGEONNET M.		1984	NOTE TECHNIQUE HYD 84-11 - OCTRA - ETUDE D'IMPLANTATION DE FORAGES POUR L'ALIMENTATION EN EAU DE LA STATION DU TRANSGABONAIS D'IVINDO (OGOUE-IVINDO).	BRGM		AQUIFR	4	
GABON	GAGEONNET M.		1984	NOTE TECHNIQUE HYD 84-12 - OCTRA - ETUDE D'IMPLANTATION DE FORAGES POUR L'ALIMENTATION EN EAU DE LA STATION DU TRANSGABONAIS DE DJOLE (MMOYEN OGOUE).	BRGM		AQUIFR	4	
GABON	SEEG		1984	COMMUNE DE LIBREVILLE, ALIMENTATION EAU POTABLE, N'TOUM 5EME TRANCHE, ETUDE DU SCHEMA DIRECTEUR, MEMOIRE DESCRIPTIF ET JUSTIFICATIF.	SEEG		AQUIFR	1	
GABON	PUECH C. ET CHABI GONNI D.		1984	COURBES HAUTEUR DE PLUIE -DUREE -FREQUENCE, AFRIQUE DE L'OUEST ET CENTRALE POUR DES PLUIES DE DUREE 5 MINUTES A 24 HEURES.	CIEH		CLIMAT	3	
GABON	KALUCKI A.J.		1985	ANOMALIES CLIMATIQUES DES ANNEES 1982, 1983 ET 1984. N			CLIMAT	4	

PAYS	AUTEURS	CLIENTS	ANNEE	TITRE	DISP	ARCHIVAGE	OBJET	TYPE	REFERENCE
GABON	GAGEONNET M., SAVOYE I.		1985	PROGRAMME D'HYDRAULIQUE VILLAGEOISE - DOSSIER DE FORAGES - PROVINCES DE L'OGOOUE-MARITIME ET DU MOYEN-OGOOUE (VILLAGES EN BORDURE DE FLEUVES OU DE LACS. RAPPORT 85 GAB 057 EAU.	BRGM		FORAGE	4	
GABON	GAGEONNET M., GEORGE M.		1985	PROGRAMME D'HYDRAULIQUE VILLAGEOISE - DOSSIER DE FORAGES - PROVINCE DE L'ESTUAIRE (PROGRAMME NORMAL) ET PROVINCES DU HAUT OGOOUE, DE L'OGOOUE LOLO ET L'OGOOUE (IVINDO (COMPLEMENTS). RAPPORT GAB 085 EAU.	BRGM		FORAGE	4	
GABON	GAGEONNET M., GEORGE M.		1986	PROGRAMME D'HYDRAULIQUE VILLAGEOISE - DOSSIER DE FORAGES - PROVINCES DE LA NGOUNIE ET DE LA NYANGA (PROGRAMME SUPPLEMENTAIRE). RAPPORT 86 GAB 011 EAU.	BRGM		FORAGE	4	
GABON	GAGEONNET M., GEORGE M., GOACHET E.		1986	PROGRAMME D'HYDRAULIQUE VILLAGEOISE - DOSSIER DE FORAGES - PROVINCE DU WOLEU NTEM. RAPPORT 86 GAB 050 EAU.	BRGM		FORAGE	4	
GABON	BRGM		1986	PROGRAMME D'HYDRAULIQUE VILLAGEOISE - RESULTATS DES TRAVAUX EXECUTES ENTRE 1984 ET FEVRIER 1986 DANS LES PROVINCES DE L'ESTUAIRE, DU MOYEN OGOOUE, DE L'OGOOUE MARITIME ET DU WOLEU NTEM BILAN DES TRAVAUX.	BRGM		FORAGE	4	
GABON	GASSITA S., GAGEONNET M., SOLAGES S.		1987	SYNTHESE DES RESULTATS DU PREMIER PROGRAMME D'HYDRAULIQUE RURALE EXECUTE AU GABON. HYDROGEOLOGIE N°2.	BRGM		AQUIFR	4	
GABON	BAELS-MANIERE S., GILLI J.		1988	CHRONIQUE DE LA RECHERCHE MINIERE N°491. L'INVENTAIRE MINIER DU GABON, ARTICLE "PROGRAMME D'ACQUISITION DES DONNEES AEROPORTEES ET LEUR INTERPRETATION".	BRGM		GEOLOG	3	

PAYS	AUTEURS	CLIENTS	ANNEE	TITRE	DISP	ARCHIVAGE	OBJET	TYPE	REFERENCE
GABON	SEEG	MINISTERE DE L'ENERGIE ET DES RESSOURCES HYDRAULIQUES	1989	ETUDE D'EVALUATION D'HYDRAULIQUE VILLAGEOISE - RAPPORT DEFINITIF. SOCIETE D'ENERGIE ET D'EAU DU GABON.	SEEG		AQUIFR	4	
GABON			1989	MARCHE TROPICAUX ET MEDITERRANEENS, SPECIAL GABON N°2301, DU 15 DECEMBRE 1989.			DIVERS	5	
GABON	MBAVEKOUNBOU C.C		1990	COMPTE RENDU DE MISSION D'INVENTAIRE DES PROBLEMES N LIES AUX INONDATIONS A FRANCEVILLE DU 29 AU 31 MARS 1990.			HYDROL	4	
GABON	MAHE G., LERIQUE J., OLIVRY J.C.		1990	LE FLEUVE OGOOUE AU GABON. RECONSTITUTION DES DEBITS O MANQUANTS ET MISE EN EVIDENCE DE VARIATIONS CLIMATIQUES A L'EQUATEUR.			HYDROL	4	
GABON	BRGM		1990	SYNTHESE GEOLOGIQUE ET GEOCHIMIQUE, POTENTIALITES MINIERES DU DEGRE CARRE BOQUE (GABON CENTRAL) AVEC CARTE GEOLOGIQUE AU 1/200 000.	BRGM		GEOLOG	4	
GABON	SEEG		1990	RENFORCEMENT DES MOYENS DE PRODUCTION D'EAU DANS LES CENTRES DE L'INTERIEUR (PREMIERE TRANCHE). DOSSIER DE CONSULTATION DES ENTREPRISES.	SEEG		AQUIFR	4	
GABON	CIEH/ORSTOM/ASECNA		1990	PRECIPITATIONS JOURNALIERES DU GABON DE 1966 A 1980. O	CIEH/ORST		CLIMAT	1	
GABON	MOSSELMANS G. ET AL.		1990	ETUDE REGIONALE DE L'EVAPO-TRANSPIRATION POTENTIELLE, ATLAS DU GABON.	CIEH		CLIMAT	2	
GABON	MAHE G., OLIVRY J.C.		1991	CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET VARIATIONS DES ECOULEMENTS EN AFRIQUE OCCIDENTALE ET CENTRALE, DU MENSUEL A L'INTERANNUEL.	O		CLIMAT	4	

PAYS	AUTEURS	CLIENTS	ANNEE	TITRE	DISP ARCHIVAGE	OBJET	TYPE REFERENCE
GABON	AMBASSADE DE FRANCE AU GABON		1991	BROCHURES DE L'AMBASSADE DE FRANCE AU GABON, SERVICE ECONOMIQUE ET COMMERCIAL : POPULATION ET EVOLUTION DEMOGRAPHIQUE AU GABON, SITUATION SANITAIRE AU GABON.		DIVERS	5
GABON	ROUSSEL B.		DIVERSES	RESULTATS D'ANALYSES CHIMIQUES D'EAU DU GABON. FICHES DU LABORATOIRE DES MINES, DE LA GEOLOGIE ET DES RESSOURCES HYDRAULIQUES DU GABON.		LAB. GEO. QUALIT RESS. HYDR. GABON	3

Annexe D
Tableaux récapitulatifs de la
Cartographie du GABON

INSTITUT NATIONAL DE CARTOGRAPHIE

BP 13600 - LIBREVILLE - GABON
Tél. : 73.09.56 - 73.12.49 - 73.12.50

GABON

PUBLICATION

CARTE AU 1 : 200 000

(Exemple de désignation d'une feuille : LIBREVILLE NA-32-IV)

Mise à jour Décembre 90



Carte publiée

Le chiffre du haut indique l'année d'édition
Le chiffre du bas indique l'année du complètement sur le terrain
de la révision ou de la dernière mise à jour

TO Carte disponible sous forme de Tirage Oxalid



Document provisoire : (sous forme TO)

fond topographique ou planimétrique, esquisse, croquis.



Fond planimétrique sur image radar.

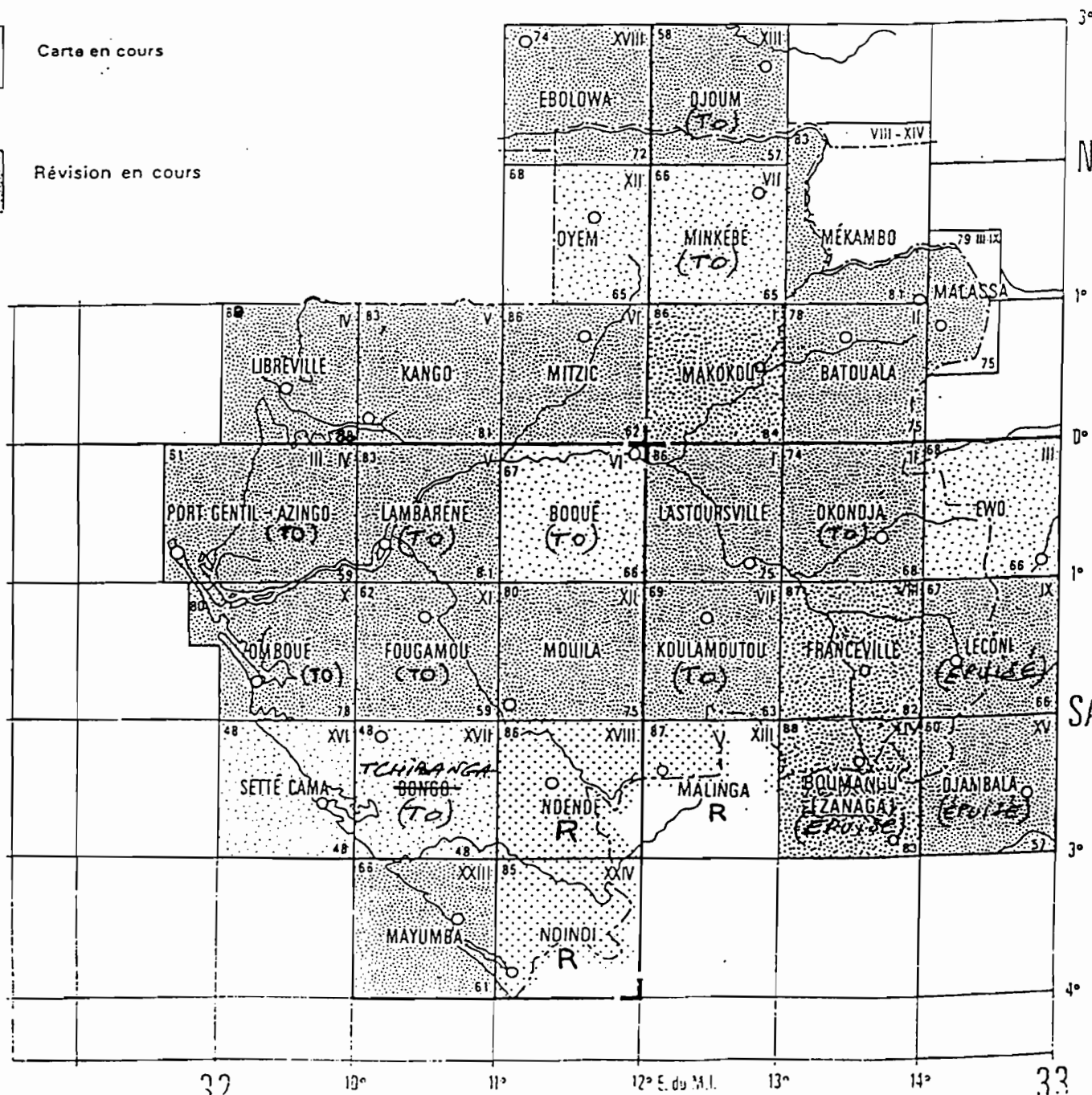
0 100 200 300 km



Carte en cours



Révision en cours

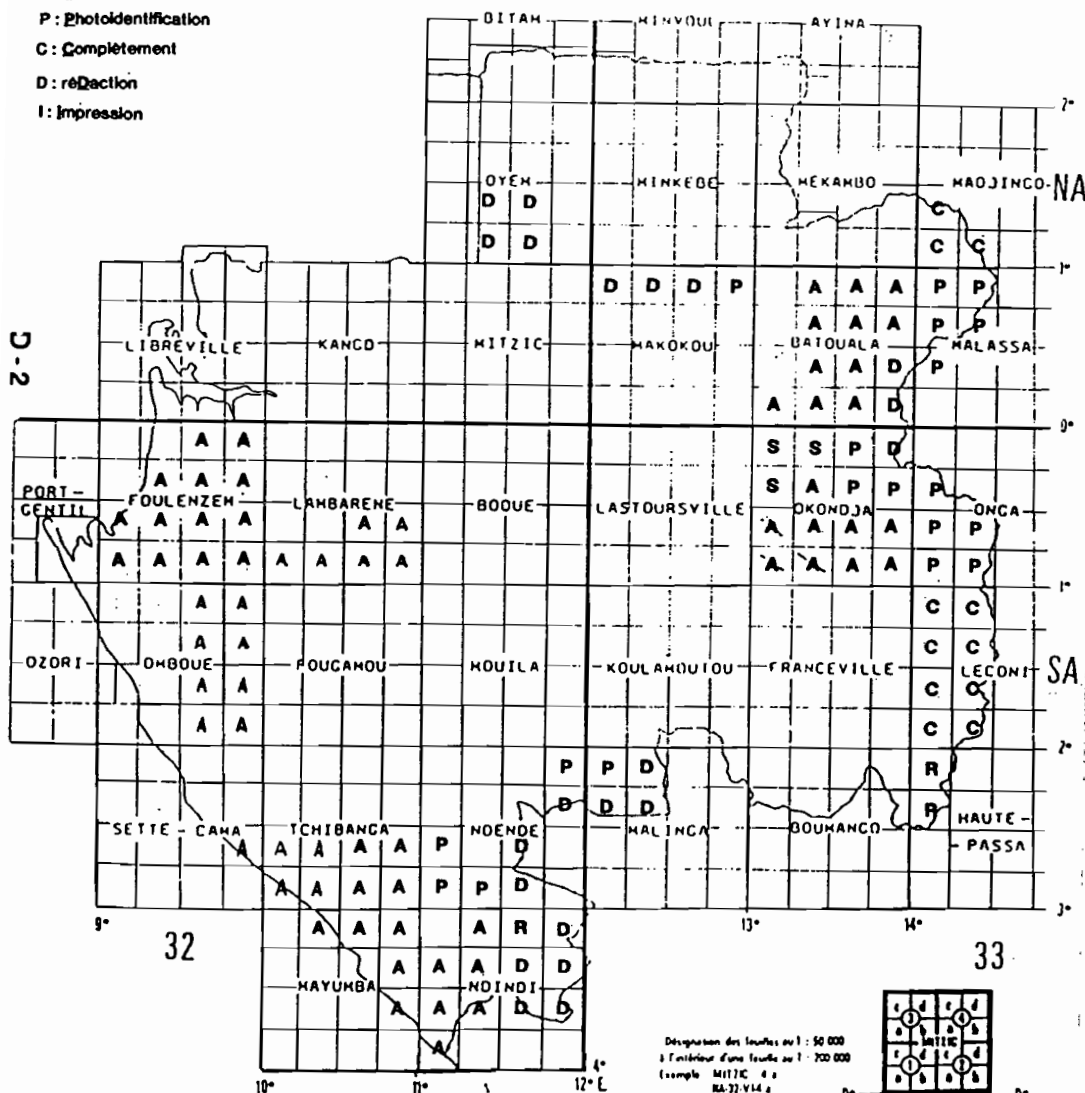


GABON

CARTES AU 1:50000

ETAT DES TRAVAUX EN COURS
au 31 Décembre 1990

S : Stéréopréparation
A : Aérotriangulation
R : Restitution
P : Photodentification
C : Complètement
D : rédaction
I : Impression



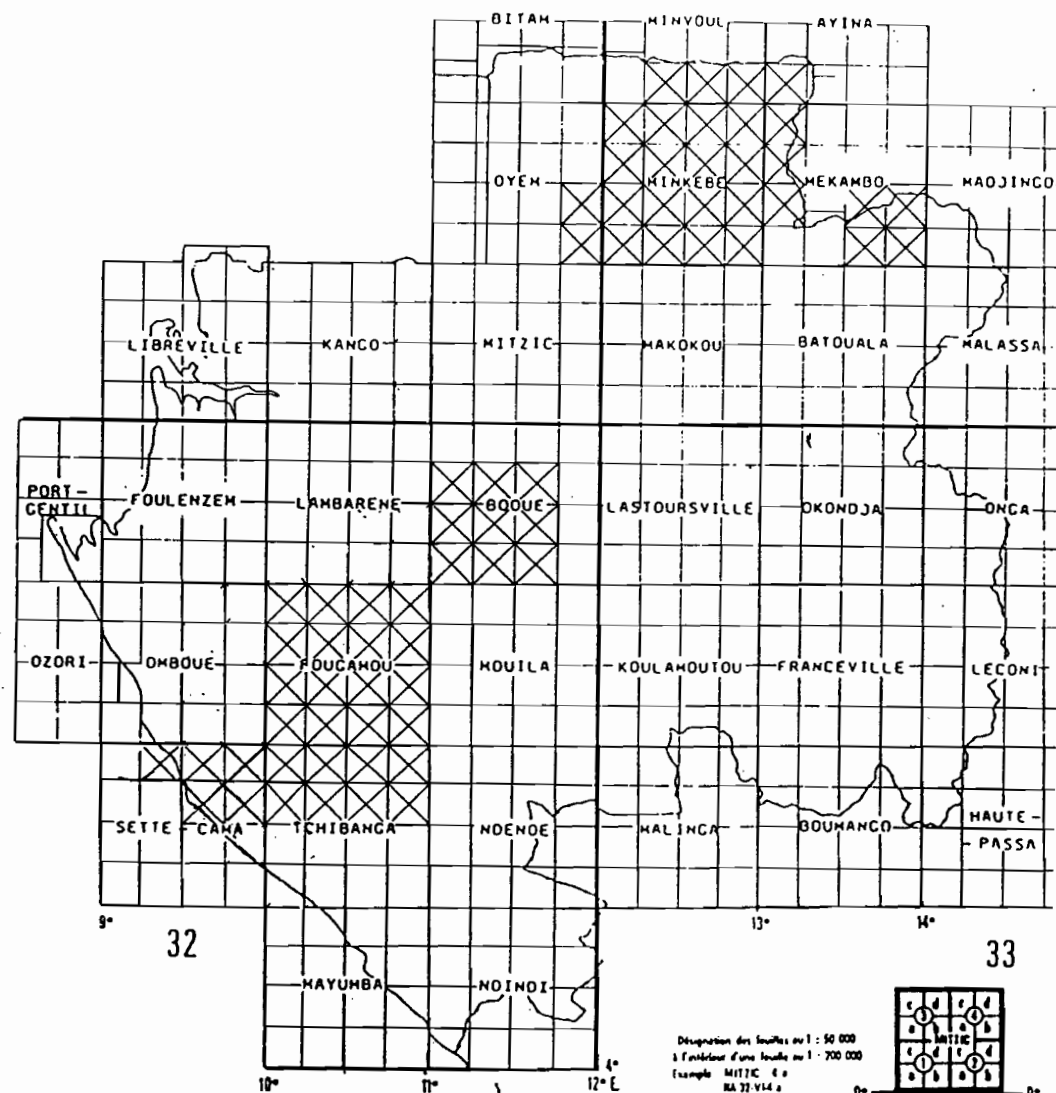
Désignation des feuilles au 1 : 50 000
à l'intérieur d'une feuille au 1 : 200 000
Exemple : MITZIC 4 a
NA 32-V14 a

Désignation des feuilles au 1 : 50 000
à l'intérieur d'une feuille au 1 : 200 000
Exemple : BOUE 1 b
SA 32-V14 a

INSTITUT NATIONAL
DE CARTOGRAPHIE

GABON

CARTES AU 1:50000

Etat des FEUILLES NON COMMENCÉES
au 31 Décembre 1990

Désignation des feuilles au 1 : 50 000
à l'intérieur d'une feuille au 1 : 200 000
Exemple : MITZIC 4 a
NA 32-V14 a

Désignation des feuilles au 1 : 50 000
à l'intérieur d'une feuille au 1 : 200 000
Exemple : BOUE 1 b
SA 32-V14 a

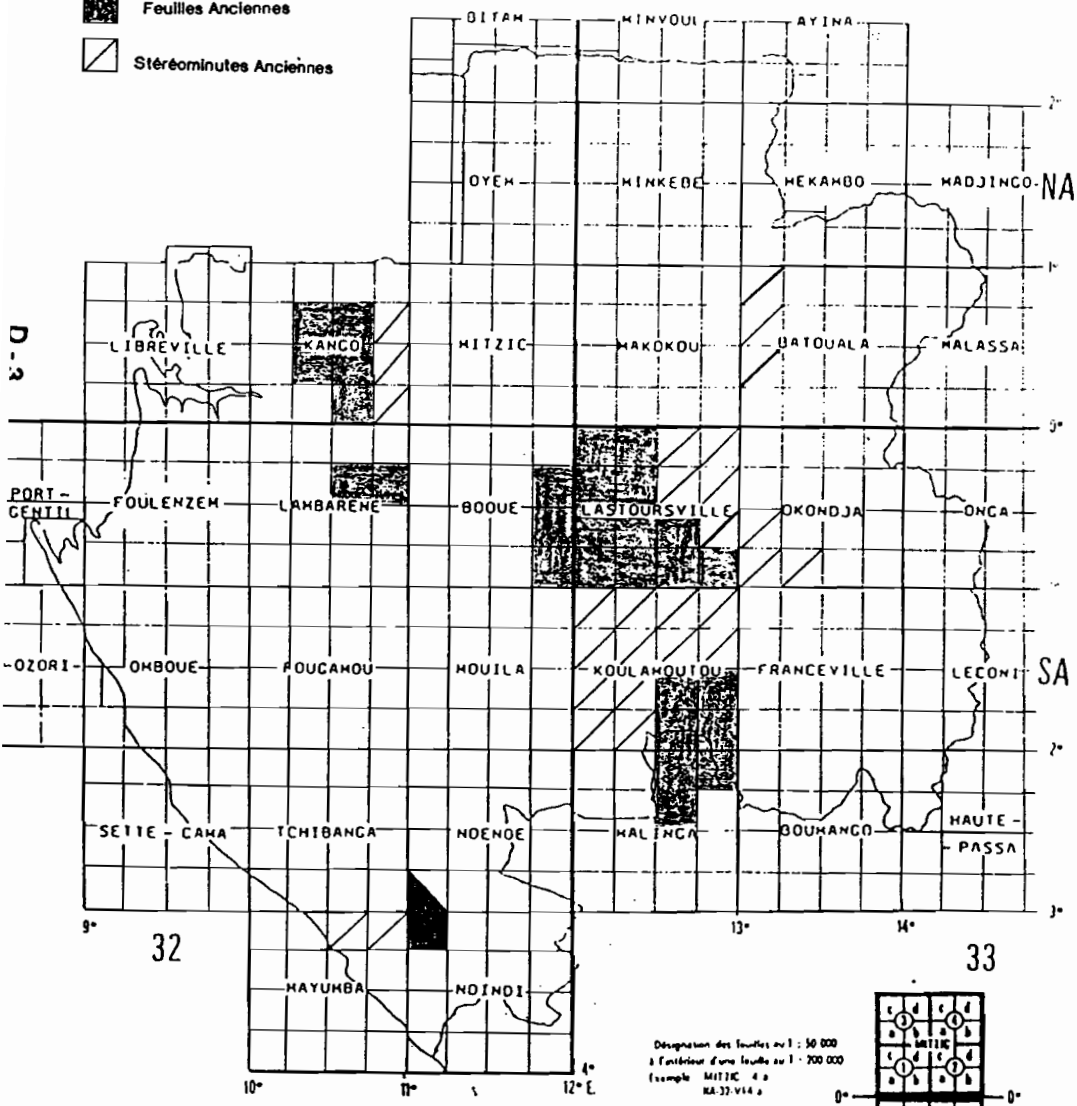
MINISTÈRE DES DOMAINES
du CADASTRE et du DROIT de la MER
**INSTITUT NATIONAL
DE CARTOGRAPHIE**
BP 13600 - LIBREVILLE - GABON
Tél. : 73.09.56 - 73.12.49 - 73.12.50

GABON

CARTES AU 1:50000

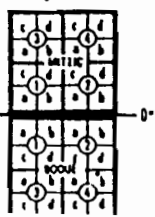
Etat des FEUILLES DISPONIBLES
au 31 Décembre 1990

Feuilles Anciennes
Stéréominutes Anciennes



Désignation des feuilles au 1 : 50 000
à l'intérieur d'une feuille au 1 : 200 000
Exemple MITZIC 4 a
NA 32-VII a

Désignation des feuilles au 1 : 50 000
à l'intérieur d'une feuille au 1 : 200 000
Exemple BOOUE 1 b



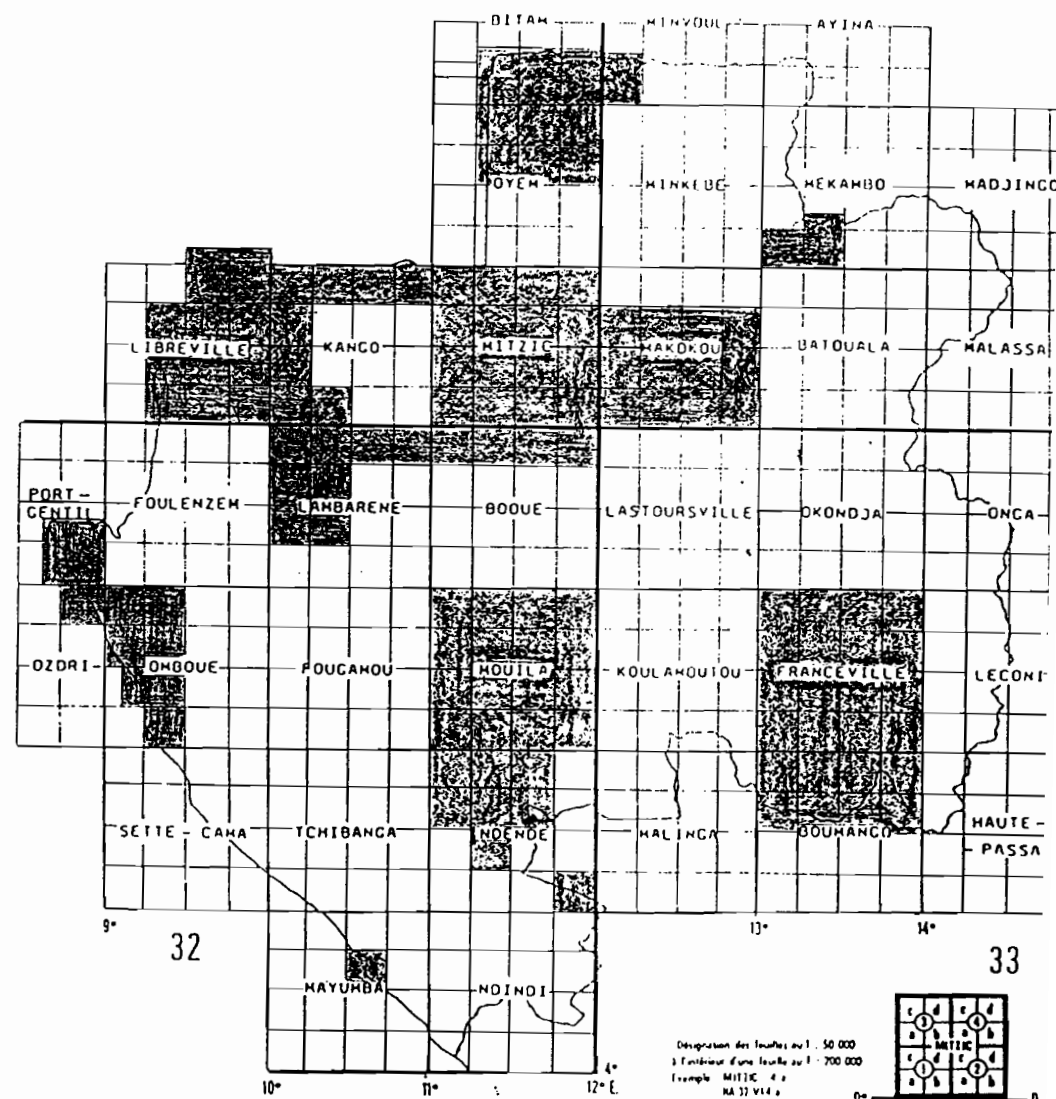
MINISTÈRE DES DOMAINES
du CADASTRE et du DROIT de la MER
**INSTITUT NATIONAL
DE CARTOGRAPHIE**
BP 13600 - LIBREVILLE - GABON
Tél. : 73.09.56 - 73.12.49 - 73.12.50

GABON

CARTES AU 1:50000

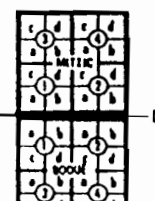
Etat des FEUILLES DISPONIBLES
AU 31 Décembre 1990

Feuilles Récentes



Désignation des feuilles au 1 : 50 000
à l'intérieur d'une feuille au 1 : 200 000
Exemple MITZIC 4 a
NA 32-VII a

Désignation des feuilles au 1 : 50 000
à l'intérieur d'une feuille au 1 : 200 000
Exemple BOOUE 1 b



Annexe E
Documents Hydrogéologiques
Exemples de Fiches-Types

ANNEXE E 1

Programme d'Hydraulique Villageoise - BRGM 1977
Alimentation en Eau potable des Zones Rurales Gabonaises
Etudes d'Inventaire

Exemple de fiche de Point d'Eau

ANNEXE E 2

Programme d'Hydraulique Villageoise - BRGM 1982
Actualisation des Etudes d'Inventaire
Exemple de fiche d'enquête Hydrogéologique par Village

ANNEXE E 3

Etude d'Evaluation d'Hydraulique Villageoise - SEEG/DGREH 1989
Exemple de fiche d'Inventaire

ANNEXE E 4

Direction Générale des Etudes et Laboratoire
Analyse des Eaux
Exemple de fiche d'Analyse Physico-Chimique

INVENTAIRE DES RESSOURCES EN EAU

FICHE DE POINT D'EAU

Nom du village : OKONDJA Centre-ville

Nom du point d'eau :

(nom sur carte :

 Numéro d'inventaire { temporaire : OKO 4.2
 définitif :

- Province : HAUT OGOOUE

- Département : OKONDJA

- District :

- Canton :

- Quartier :

 Point d'eau { source (type :
 puits
 forage (type :
exécuté par M. Hamma en 1974
Sidi'be' (Cameroenne)entretenu par propriétaire :
M. Onkiz Alexandre
(collectivité rurale)
 coordonnées { x = 353.3
 y = 9927.1
 Z sol = 350-360 m
Dénivelée par rapport
au village :Carte 1/200 000 : OKONDJA
n° SA 33 II (édition 1974)

Utilisé, inutilisé

- habitants : 1 famille
- bétail grand : -
- petit : -
- industrie : -
- cultures : -
- jardins : -

Type d'exhaure : manuel

Débit :

- d'exploitation
- puits-forage :
- source
- (variations annuelles :

Qualité de l'eau

- couleur, propreté : limpide
- température : 24.3 °C
- résistivité : 49 800
- conductivité : 20
- degré hydrotimétrique :
- pH = Cl =
- analyse chimique =

ohm.cm (25°C)
micromho/cm (25°C)

Équipement, aménagement

- abri :
- couvercle : tôles
- vasque :
- abreuvoir :
- bassin :
- réservoir :
- château d'eau :
- margelle : canée (parpaings)
- tubage en surface :
- dallage antibourbier :

tuyau (source) :

cuvelage :
tubage :colonne captante :
colonne filtrante :
crépines :

Contexte hydrogéologique :

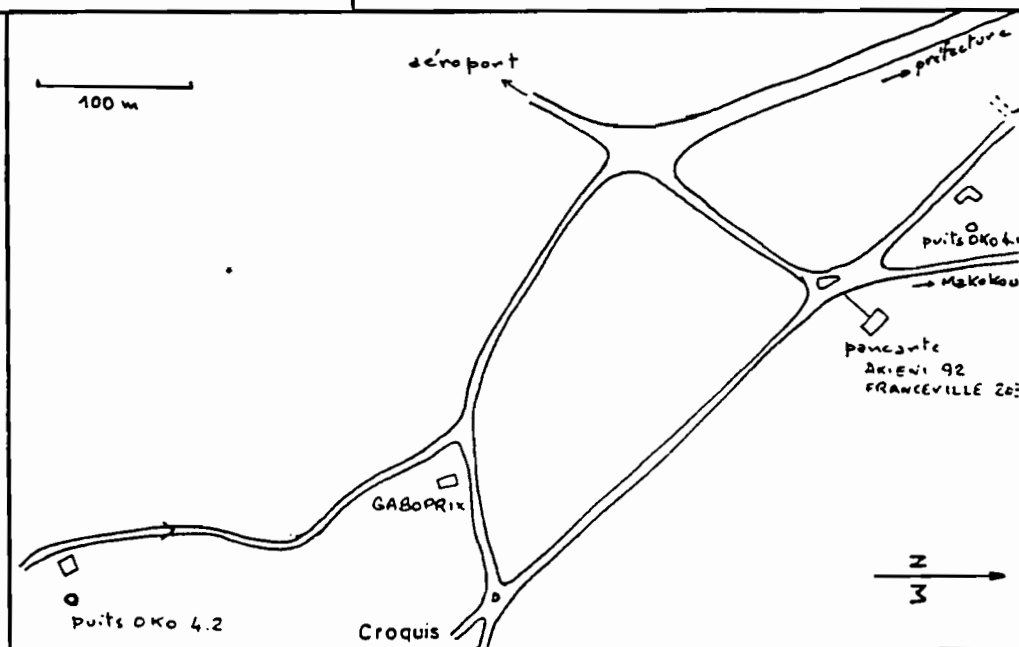
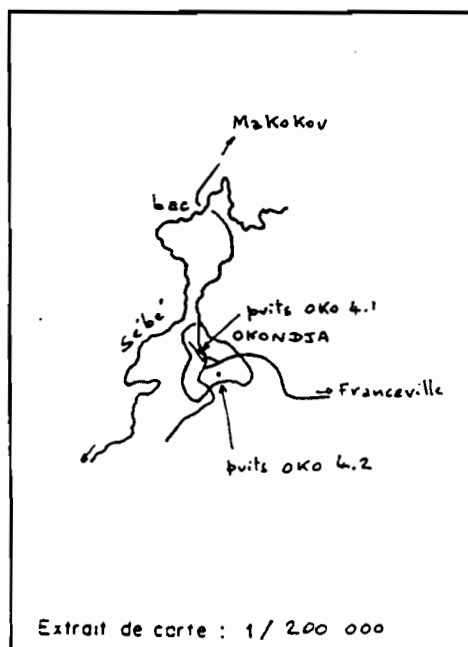
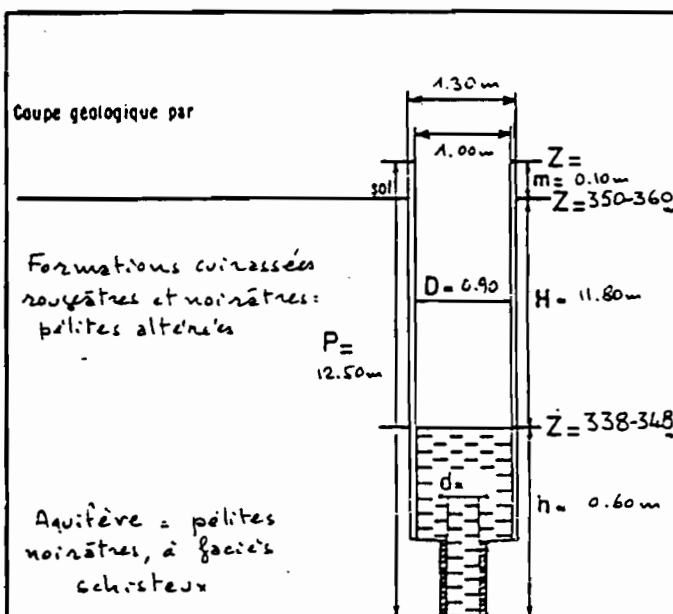
nappe dans la série péliitique francovillienne FB
(Précambrien moyen)

Observations et remarques complémentaires ; autres

points d'eau dans le secteur :

La hauteur d'eau serait seulement de 0.10m en
saison sèche.

- 2 autres puits à Okondja (dont OKO 4.1)



Fiche établie le 18 / 02 / 77

par H. SCHNEIDER ; B.R.G.M. ;

EXEMPLE DE FICHE DE POINT D'EAU

77 AGE OIO

VILLAGE DE DOUSSALA

Nom sur carte : -

- Province : NGOUNIE Chef-lieu : MOUILA
 - Département : DOLA Préfecture : NDEDE
 - District : Sous-préfecture :
 - Canton : NDEDE : CANTON SUD

Coordonnées x = 796
 y = 9709
 z = 150 - 170 m

Ethnie : BAPOUNOU

Chef de village :

M. MOUNGUINGUI Albert

Situation

- carte 1/200 000 : NDEDE
 numéro : SA-32-~~XVIII~~
 édition : 1948
 code : NDE 4

- photographie aérienne n° -

Accès : Route de NDEDE
 au CONGO
 (Village Frontière)

Caractéristiques principales du village :

	A	B	C
- catégorie :	< 250 hab	250 - 500 hab	> 500 hab
- type d'habitat :	concentré	<u>étiré</u>	dispersé
- infrastructure :	<u>école</u>	<u>dispensaire</u>	gendarmerie
- activités principales :	Cultures traditionnelles - pêche		
- alimentation actuelle en eau de boisson :		<u>eau de surface</u> sources <u>puits</u>	eau de pluie trous d'eau forages

Travaux à prévoir : Géophysique
 2 Forages équipés de pompes à pied.

situation actuelle

développements prévus

Habitants :

247
~~263~~ (+ 25 au Poste de douane)

Bétail grand :

petit :

nombreux ovins ; 2 caprins

Marché couvert :

Ecole : 1 cycle CP1 - CM2 instituteur 2 élèves 402 > 100

Centre médical : 1 dispensaire 1 infirmier
hôpital médecin

Gendarmerie :

Centre d'agriculture :

Artisanat, industrie : Parpaings.

Cultures irriguées :

Cultures traditionnelles : Manioc - Arachides - Taros.

Jardins :

Divers : Poste de douane

Renseignements fournis par M. BATIELILI DIENGA Jean-Marcel (Macon)

2 - RESSOURCES EN EAU ACTUELLES

Données hydrologiques et géologiques générales :

Bassin hydrologique : OGOUE
sous bassins : NGOUNIE - NGONGOGéologie : Série schisto-calcaire du synclinal de la Nyanga
(Précambrien Supérieur)

2.1 Eau de surface

Nature et nom :

Riv. NGONGO

Largeur du lit :

29 m au pont

Hauteur d'eau :

≤ 1 m

Variations annuelles de hauteur d'eau : plusieurs mètres (1 m d'eau restant en
Saison sèche en certains points)

Vitesse maximale en surface :

Qualité de l'eau :

- couleur, propreté : très limpide
- température :
- résistivité (ohm.cm à 25°C) : 2650
- conductivité (micromho/cm à 25°C) : 377
- analyse chimique : Ph. 7.7

Points de prélèvement et d'utilisation :

2

Utilisation :

Tous usages

Aménagement :

Chûte d'eau :

Contexte hydrogéologique :

Type et nombre - dépression :
- déversement :
- jaillissant :
- trop plein :

Dénivelle par rapport au village :

Débit :

. variations annuelles :

Qualité de l'eau :

. couleur, propreté :
. température :
. résistivité (ohm.cm à 25°C) :
. conductivité (micromho/cm à 25°C) :
. analyse chimique :

Points de prélèvement et d'utilisation :

Utilisation :

Aménagement :

Chûte d'eau :

2.3 Ouvrages exploitant des eaux souterraines :

Aquifère exploité : Latérites argileuses sur dolomie grise
Nature et nombre . trou d'eau :
. puits : 1 : NDE 4-1
. forage :

Profondeur totale : 6.20 m

Profondeur du plan d'eau : 5.50 m

Qualité de l'eau :

. couleur, propreté : légèrement grisâtre
. température : 22°C
. résistivité (ohm.cm à 25°C) : 51 200
. conductivité (micromho/cm à 25°C) : 19
. analyse chimique : PH : 6.0

Type d'exhaure, équipement :

manuel.

Débit d'exploitation :

Utilisation :

tous usages.

Réseau de distribution :

Observations complémentaires : TARI EN SAISON SECHE

3.1 Besoins en eau potable

	Besoins actuels (1992)	Besoins futurs (moyen terme)
- habitants (25 l/j/hab) :	6	
- école :	2	
- marché :	-	
- centre médical :	1	
- divers (douanes) :	1	
TOTAL :	10 m ³ /j	m ³ /j
SOIT = 1.25 m ³ /h =	0.35 l/s	SOIT = m ³ /h = l/s

• pour 8 h d'exhaure par jour

3.2 Utilisation actuelle

	Nombre de points de prélèvement et d'utilisation	Prélèvements pour eau de boisson
- eau de pluie :	-	-
- eau de surface :	multiples	1.8.
- sources :	-	-
- eaux souterraines :	1	0.2
TOTAL :		2 m ³ /j

3.3 Conclusions Le village connaît une alimentation en eau difficile liée à la distance des points de prélèvement (rivière) ; 2 forages sont proposés dans le village.

ACTUALISATION : CE VILLAGE A ETE RECENTMENT EQUIPE D'UN DISPENSARE.

4 - TRAVAUX A REALISER

- aquifère à exploiter : Calcaires et dolomies de la série schisto-calcaire, du synclinal de la Nyanga (Précambrien supérieur). Plan d'eau estimé à 5-7m sous le sol.
- travaux :
. géophysique (prospection électrique) : 2 S.E. pour reconnaître la profondeur des bancs résistants de la série

. forage 2 Forages (équipés de pompes à pied) aux points géophysiques.

• pour les points d'eau numérotés voir les fiches correspondantes

Dossier établi le 02/07/1977 par M. JL SCHNEIDER (B.R.G.M.)
18/09/1982 F. FAGGONNET

VILLAGE de: DOUSSALA

Département: DOLA

District: _____

Canton: _____

: SUD NDE

Carte 1/200 000

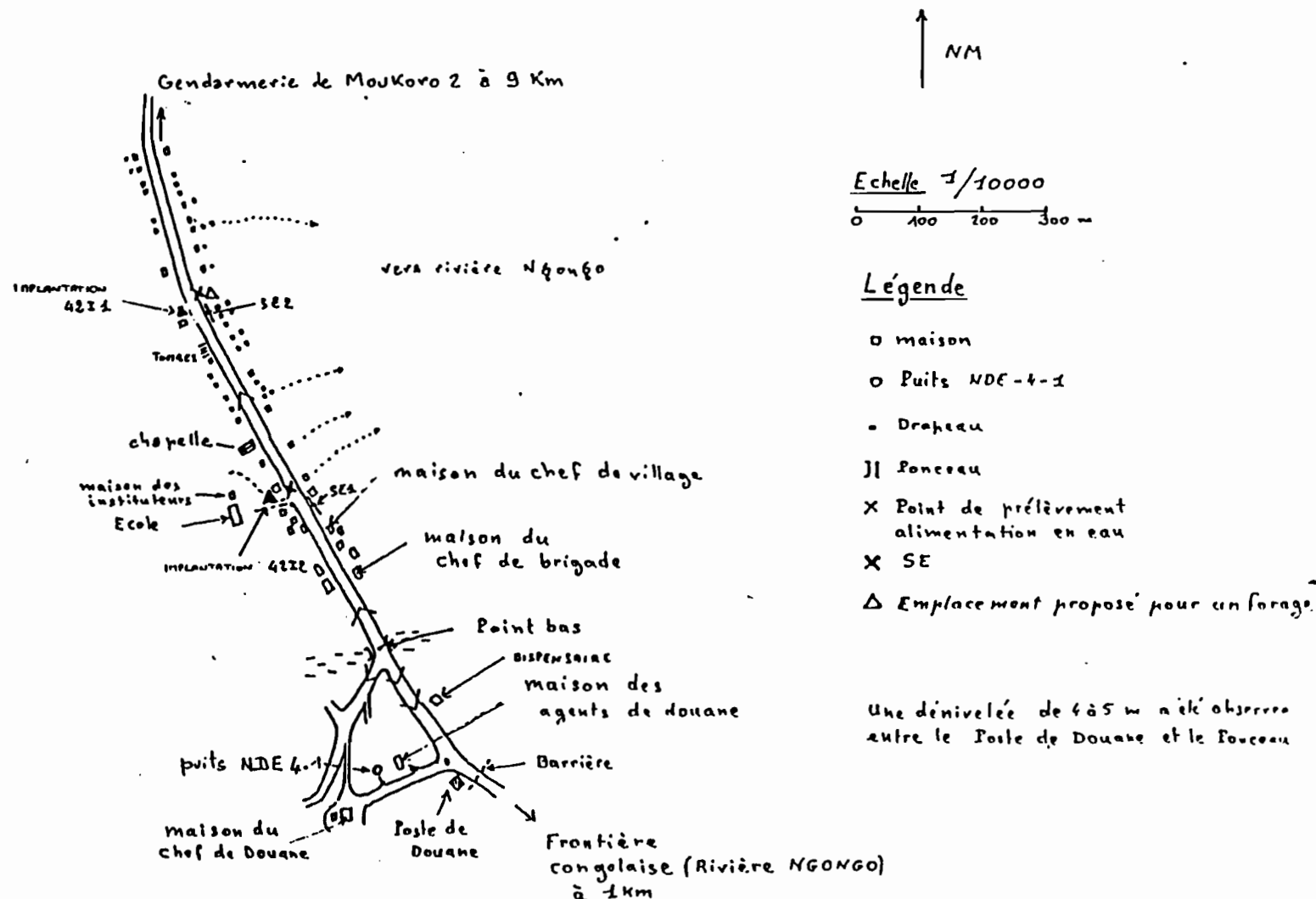
: NDE

SA-32-XVIII

Code

: NDE 4

PLAN DE SITUATION



Plan établi le : 03/07/77 par Mr: J-P. RUHARD (B.R.G.M.)

J-L. SCHNEIDER

19/09/09

MODELE DE FICHE D'INVENTAIRE

PROGRAMME D'HYDRAULIQUE VILLAGEOISE

MISSION D'EVALUATION

Date :

Province :

Village :

Département :

N°- Inventaire BRGM :

Canton :

Etat de la route :

Nombre habitants (Ethnie dominante) :

Activités :

Ecole :

Dispensaire :

Chef de village :

Nombre de pompes :

Etat pompes :

Qualité eau :

Aménagement autour du point d'eau :

Nom responsable entretien :

Fréquentation du point d'eau :

Usages de l'eau de pompe :

Dernier entretien :

Pièces consommées :

Etes-vous en mesure de prendre en charge votre point d'eau ?

(Achat pièces de rechange et réparation) ..

Appréciation globale de la population sur l'intérêt de la pompe
par rapport au point d'eau traditionnel ..

Nécessité d'un forage supplémentaire :

Date visite : _____

N° inventaire : _____

VILLAGE DE : _____

Province

Département

Canton

FORAGES

F _____

F _____

F _____

Etat du forage

Etat de la margelle

Qualité de l'eau

Fréquentation

Etat de la pompe

~ Pièces défectueuses

Dépannage exécuté
(oui/non)

Outillage en place

Nécessité d'une autre
visite (oui/non)

Personnes rencontrées : _____

Nom de l'agent _____

**MINISTRE DES MINES, DE L'ENERGIE
DES RESSOURCES HYDRAULIQUES**

REPUBLIQUE GABONAISE
Union-Travail-Justice

**DIRECTION GENERALE DES ETUDES
ET LABORATOIRES**

B. P. 13.903 LIBREVILLE
TEL: 77. 27. 96 - 77. 27. 97
TELEX: 5499 GO - 5578 GO

N° 00 0 7 2 ^G /MMERH/DGEL

ANALYSE DES EAUX

Bulletin d'analyse n°
Echantillon prélevé par :
Echantillon remis par :

Le exemple d'analyse d'eau : Ville de Libreville
N'toum.

RESULTATS

n° 956 à 15 h 40.-

Température : 27°C
Ph : 8,90
Ph d'équilibre : 8,50

Aspect : Eau claire
Odeur : Sans

Dureté totale 2,76 degrés
Dureté calcique 2,23 degrés
Dureté magnésienne 0,53 degrés

Résidu sec		mg/l	
Résidu fixe		mg/l	
Silice (SiO ₂)	<u>7</u>	mg/l	
Phosphates (PO ₄ ³⁻)		mg/l	meq/l
Nitrites (NO ₂ ⁻)	<u>0</u>	mg/l	meq/L
Nitrates (NO ₃ ⁻)	<u>0,3</u>	mg/l	meq/l
Ammoniaque (NH ₄ ⁺)		mg/L	meq/l

T.A. Traces degrés TAC 2,3 degrés TAC d'équilibre 2,6 degrés

Calcium (Ca²⁺) 9,1 mg/l 0,455 meq/l
Magnésium (Mg²⁺) 1,3 mg/l 0,106 meq/l
Sodium (Na⁺) 8,7 mg/l 0,378 meq/l
Potassium (K⁺) 4,6 mg/l 0,117 meq/l
Fer (Fe²⁺) <0,1 mg/l meq/l

Chlorures 14,3 mg/l 0,403 meq/l
Sulfates 9 mg/l 0,187 meq/l

Carbonates
(CO₃²⁻) traces mg/l meq/l

Matières organiques :

Milieu acide : 0,9 mg O/l
Milieu basique : 0,5 mg O/l
Oxygène dissous : 8,1 mg /l

Nicarbonates
(HCO₃⁻) 28,1 mg/l 0,460 meq/l
Hydrates (OH⁻) 0 mg/l meq/l
CO libre : 1,3 mg/l
Chlore libre : 0,8 mg/l
Chlore total: 0,8 mg/l

CONCLUSION Eau très peu minéralisée, bicarbonatée, chlorurée et sulfatée
calcique, magnésienne, sodique et potassique, chimiquement potable, agres-
sive, légèrement surchlorée./-

Fait à Libreville, le _____

Annexe F
Débits journaliers à LAMBARENE
pour la décennie 1980

Tableau 4.2-12: Les débits journaliers de la décennie 80 à Lambaréné (sorties Hydrom)

DEBITS MOYENS JOURNALIERS - année 1980/1981

Station : 1141900120 LAMBARENE S H O (LMNG) Latit. -0.42.22
 Rivière : O500UE Longit. 10.13.27
 Pays : GABON Altit. 9M
 Bassin : 0600UE Aire 203500. km2
 DEBITS EN M3/S

Jo	SEPT	OCTO	NOVE	DECE	JANV	FEVR	MARS	AVRI	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	Jo
1	1840.	3580.	5770.	11900	4750.	3500.	3880.	4280.	4180.	4740.	2710.	1790.	1
2	1810.	3810.	5680.	12100	4970.	3480.	3920.	4180.	4280.	4700.	2660.	1770.	2
3	1770.	4040.	5710.	11800	5020.	3460.	4030.	4060.	4300.	4600.	2560.	1750.	3
4	1740.	4320.	5830.	11200	4760.	3480.	4140.	3970.	4330.	4610.	2520.	1720.	4
5	1740.	4690.	5920.	10900	4640.	3420.	4040.	3910.	4360.	4480.	2500.	1700.	5
6	1740.	5330.	5930.	10300	4550.	3380.	3950.	3900.	4390.	4420.	2470.	1680.	6
7	1730.	5890.	5910.	9900.	4340.	3320.	3980.	4020.	4540.	4160.	2460.	1670.	7
8	1730.	6000.	5910.	9620.	4260.	3290.	4120.	4100.	4650.	3850.	2410.	1670.	8
9	1760.	5760.	6030.	9320.	4330.	3300.	4200.	4170.	4800.	3730.	2360.	1660.	9
10	1820.	5540.	6220.	9110.	4440.	3340.	4250.	4260.	4900.	3630.	2330.	1640.	10
11	1880.	5330.	6470.	8730.	4470.	3410.	4370.	4420.	4990.	3540.	2280.	1580.	11
12	1930.	5090.	6610.	8460.	4550.	3450.	4390.	4430.	5060.	3480.	2250.	1560.	12
13	1990.	4910.	6760.	8290.	4630.	3500.	4570.	4440.	4980.	3390.	2220.	1530.	13
14	2010.	4800.	6960.	8220.	4650.	3610.	4810.	4530.	4810.	3370.	2190.	1530.	14
15	2030.	4650.	7200.	8100.	4620.	3670.	5000.	4620.	4640.	3330.	2170.	1520.	15
16	2050.	4550.	7550.	7770.	4470.	3620.	5170.	4570.	4470.	3320.	2140.	1500.	16
17	2080.	4470.	7790.	7430.	4350.	3560.	5400.	4630.	4390.	3270.	2110.	1490.	17
18	2210.	4460.	8260.	7110.	4240.	3490.	5660.	4630.	4310.	3210.	2080.	1490.	18
19	2440.	4480.	8670.	6780.	4030.	3390.	5820.	4550.	4180.	3180.	2040.	1490.	19
20	2650.	4630.	8850.	6480.	3940.	3320.	5850.	4470.	4140.	3140.	2030.	1490.	20
21	2680.	4720.	9030.	6220.	3870.	3260.	5530.	4450.	4170.	3120.	2000.	1480.	21
22	2670.	4810.	9380.	5960.	3750.	3210.	5420.	4390.	4200.	3110.	1960.	1470.	22
23	2680.	4920.	9480.	5910.	3680.	3220.	5120.	4330.	4240.	3110.	1920.	1460.	23
24	2680.	5180.	9550.	5880.	3640.	3280.	5030.	4270.	4300.	3100.	1900.	1450.	24
25	2660.	5610.	9540.	5770.	3720.	3410.	5040.	4290.	4350.	3080.	1890.	1450.	25
26	2710.	6390.	9690.	5630.	3680.	3520.	5060.	4320.	4420.	3000.	1860.	1440.	26
27	2790.	6720.	9880.	5470.	3620.	3650.	5030.	4330.	4600.	2940.	1840.	1430.	27
28	2840.	6570.	10400	5280.	3570.	3840.	4800.	4290.	4660.	2890.	1820.	1410.	28
29	2940.	6360.	11100	5120.	3560.		4670.	4170.	4720.	2820.	1830.	1400.	29
30	3300.	6160.	11500	5010.	3520.		4530.	4120.	4800.	2750.	1820.	1380.	30
31		5950.		4910.	3500.		4390.		4780.		1820.	1370.	31
Mo	2230.	5150.	7780.	7890.	4200.	3440.	4710.	4300.	4510.	3540.	2170.	1550.	Mo

- : lacune

+ : lacune due à une cote hors barème

MINIMUM INSTANTANE : 1380. M3/S LE 30 AOUT à 12H00

MAXIMUM INSTANTANE : 12200 M3/S LE 2 DECE à 12H00

MINIMUM JOURNALIER : 1370. M3/S LE 31 AOUT

MAXIMUM JOURNALIER : 12100 M3/S LE 2 DECE

DEBIT MOYEN ANNUEL : 4290. M3/S

**Tableau 4.2-12: Les débits journaliers de la décennie 80 à
Lambaréné (sorties Hydrom)**

DEBITS MOYENS JOURNALIERS - année 1981/1982

Station : 1141900120 LAMBARENE S H O (LMNG) Latit. -0.42.22
Rivière : OGOUE Longit. 10.13.27
Pays : GABON Altit. 9M
Bassin : OGOUE Aire 203500. km2
DEBITS EN M3/S

Jo	SEPT	OCTO	NOVE	DECE	JANV	FEVR	MARS	AVRI	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	Jo
1	1360.	2150.	5690.	8080.	5560.	4700.	4000.	4430.	4290.	4370.	2650.	2000.	1
2	1350.	2160.	5900.	7730.	5520.	4670.	4010.	4400.	4350.	4360.	2610.	1990.	2
3	1340.	2200.	6060.	7480.	5500.	4600.	4030.	4390.	4420.	4340.	2580.	1980.	3
4	1320.	2210.	6230.	7340.	5460.	4510.	4150.	4370.	4520.	4240.	2540.	1970.	4
5	1310.	2250.	6380.	7010.	5420.	4410.	4870.	4380.	4640.	4120.	2520.	1960.	5
6	1310.	2320.	6550.	6710.	5360.	4330.	5250.	4430.	4730.	3960.	2480.	1960.	6
7	1350.	2460.	6680.	6510.	5180.	4250.	5310.	4520.	4530.	3870.	2440.	1950.	7
8	1590.	2590.	6780.	6310.	5130.	4150.	5160.	4690.	4370.	3780.	2410.	1930.	8
9	1650.	2690.	6890.	6280.	5110.	4130.	4870.	4750.	4290.	3720.	2380.	1920.	9
10	1670.	2820.	6950.	6430.	5090.	4090.	4590.	4870.	4470.	3630.	2330.	1920.	10
11	1680.	3010.	6870.	6630.	5050.	4080.	4420.	4970.	4510.	3540.	2310.	1900.	11
12	1700.	3120.	6610.	6780.	4870.	4100.	4410.	5070.	4710.	3450.	2280.	1880.	12
13	1740.	3220.	6290.	6830.	4740.	3960.	4320.	5090.	5060.	3380.	2250.	1870.	13
14	1770.	3440.	6160.	6880.	4620.	3820.	4400.	5050.	5200.	3270.	2220.	1840.	14
15	1800.	3560.	6280.	7010.	4540.	3760.	4700.	4960.	5220.	3180.	2200.	1800.	15
16	1810.	3660.	6460.	7070.	4490.	3740.	4950.	4830.	5360.	3090.	2190.	1780.	16
17	1830.	3780.	6560.	7100.	4400.	3730.	5150.	4830.	5710.	3060.	2180.	1770.	17
18	1860.	3940.	6690.	6950.	4280.	3720.	5290.	5100.	5840.	3030.	2170.	1740.	18
19	1890.	4140.	6860.	6720.	4240.	3670.	5320.	5310.	5880.	3000.	2150.	1720.	19
20	1940.	4330.	7070.	6600.	4210.	3630.	5190.	5270.	5830.	2940.	2140.	1700.	20
21	1970.	4510.	7070.	6500.	4290.	3570.	4950.	4970.	5730.	2890.	2130.	1670.	21
22	2000.	4770.	7150.	6480.	4380.	3530.	4720.	4650.	5340.	2850.	2110.	1660.	22
23	1990.	4950.	7440.	6400.	4400.	3620.	4580.	4340.	5200.	2810.	2110.	1640.	23
24	1960.	4970.	7540.	6400.	4360.	3660.	4500.	4140.	5020.	2770.	2100.	1620.	24
25	1920.	4990.	7490.	6370.	4230.	3720.	4410.	4000.	4830.	2750.	2100.	1610.	25
26	1920.	4990.	7510.	5950.	4140.	3890.	4390.	3910.	4650.	2720.	2080.	1610.	26
27	1950.	5010.	7880.	5780.	4240.	4000.	4420.	3880.	4550.	2700.	2060.	1610.	27
28	2010.	5070.	8350.	5720.	4260.	4010.	4450.	3940.	4570.	2690.	2040.	1600.	28
29	2080.	5180.	8410.	5690.	4270.		4510.	4060.	4550.	2680.	2020.	1590.	29
30	2130.	5330.	8340.	5650.	4440.		4570.	4170.	4440.	2660.	2010.	1580.	30
31		5500.		5600.	4570.		4570.		4400.		2000.	1580.	31
Mo	1740.	3720.	6900.	6610.	4720.	4000.	4660.	4590.	4880.	3330.	2250.	1790.	Mo

- : lacune

+ : lacune due à une cote hors barème

MINIMUM INSTANTANE : 1310. M3/S LE 5 SEPT à 12H00

MAXIMUM INSTANTANE : 8420. M3/S LE 28 NOVE à 12H00

MINIMUM JOURNALIER : 1310. M3/S LE 5 SEPT

MAXIMUM JOURNALIER : 8410. M3/S LE 29 NOVE

DEBIT MOYEN ANNUEL : 4100. M3/S

**Tableau 4.2-12: Les débits journaliers de la décennie 80 à
Lambaréné (sorties Hydrom)**

DEBITS MOYENS JOURNALIERS - année 1982/1983

Station	: 1141900120 LAMBARENE S H O (LMNG)	Latit.	-0.42.22
Rivière	: OGOUE	Longit.	10.13.27
Pays	: GABON	Altit.	9M
Bassin	: OGOUE	Aire	203500. km2
DEBITS EN	M3/S		

Jo	SEPT	OCTO	NOVE	DECE	JANV	FEVR	MARS	AVRI	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	Jo
1	1570.	2320.	7540.	9150.	4690.	2070.	3050.	2830.	3260.	2970.	1960.	1360.	1
2	1570.	2600.	7600.	9120.	4620.	2130.	3020.	2910.	3360.	2920.	1940.	1350.	2
3	1570.	2830.	7750.	8930.	4470.	2180.	2980.	2830.	3320.	2830.	1910.	1340.	3
4	1560.	3020.	7880.	8650.	4320.	2270.	2920.	2720.	3280.	2720.	1890.	1320.	4
5	1560.	3110.	7930.	8190.	4170.	2500.	2840.	2640.	3320.	2650.	1870.	1310.	5
6	1570.	3250.	7910.	7860.	4030.	2700.	2780.	2680.	3380.	2620.	1850.	1280.	6
7	1560.	3320.	7900.	7810.	3880.	2770.	2720.	2720.	3430.	2630.	1820.	1270.	7
8	1560.	3370.	7880.	7790.	3770.	2740.	2670.	2760.	3440.	2700.	1810.	1250.	8
9	1570.	3390.	8010.	7790.	3790.	2820.	2650.	2830.	3450.	2710.	1790.	1240.	9
10	1580.	3440.	8280.	7760.	3730.	2880.	2820.	2880.	3500.	2890.	1770.	1210.	10
11	1610.	3500.	8450.	7760.	3620.	2940.	2930.	2930.	3520.	2830.	1750.	1200.	11
12	1660.	3570.	8430.	7790.	3500.	3030.	3040.	2980.	3560.	2760.	1730.	1180.	12
13	1720.	3730.	8250.	7810.	3380.	3090.	3110.	3040.	3620.	2690.	1710.	1170.	13
14	1740.	3860.	8140.	7800.	3260.	3100.	2990.	3110.	3640.	2620.	1700.	1150.	14
15	1760.	3980.	8290.	7800.	3150.	2890.	2950.	3260.	3680.	2570.	1670.	1140.	15
16	1830.	4140.	8330.	7730.	3090.	2730.	3030.	3400.	3660.	2510.	1660.	1130.	16
17	1890.	4290.	8410.	7550.	3030.	2620.	3070.	3270.	3510.	2460.	1620.	1110.	17
18	1930.	4420.	8560.	7310.	2930.	2510.	2990.	3150.	3430.	2400.	1610.	1090.	18
19	1960.	4650.	8690.	7120.	2830.	2420.	2920.	3110.	3380.	2350.	1590.	1090.	19
20	1980.	4880.	8860.	6900.	2720.	2460.	2820.	3080.	3320.	2290.	1570.	1080.	20
21	1960.	5110.	9070.	6660.	2620.	2490.	2680.	3220.	3310.	2240.	1550.	1060.	21
22	1950.	5260.	9170.	6400.	2510.	2440.	2610.	3140.	3360.	2180.	1530.	1050.	22
23	1970.	5470.	9370.	6150.	2410.	2610.	2550.	3050.	3380.	2150.	1520.	1030.	23
24	1990.	5730.	9450.	5820.	2350.	2700.	2680.	2980.	3400.	2100.	1490.	1030.	24
25	1970.	6020.	9530.	5470.	2290.	2690.	2720.	2930.	3380.	2070.	1480.	1010.	25
26	1960.	6230.	9560.	5310.	2240.	3020.	2740.	2870.	3330.	2040.	1450.	1000.	26
27	1970.	6420.	9490.	5200.	2190.	3220.	2620.	2860.	3320.	2040.	1440.	986.	27
28	2030.	6480.	9290.	5110.	2130.	3140.	2540.	3020.	3230.	2010.	1420.	978.	28
29	2160.	6730.	9210.	5010.	2090.		2610.	3080.	3110.	1990.	1400.	970.	29
30	2250.	7270.	9180.	4780.	2070.		2670.	3150.	3090.	1980.	1380.	958.	30
31		7530.		4620.	2040.		2730.		3040.		1370.	950.	31
Mo	1800.	4510.	8550.	7070.	3160.	2680.	2820.	2980.	3390.	2460.	1650.	1140.	Mo

- : lacune + : lacune due à une cote hors barème

MINIMUM INSTANTANE : 950. M3/S LE 31 AOUT à 12H00

MAXIMUM INSTANTANE : 9570. M3/S LE 26 NOVE à 12H00

MINIMUM JOURNALIER : 950. M3/S LE 31 AOUT

MAXIMUM JOURNALIER : 9560. M3/S LE 26 NOVE

DEBIT MOYEN ANNUEL : 3520. M3/S

**Tableau 4.2-12: Les débits journaliers de la décennie 80 à
Lambaréné (sorties Hydrom)**

DEBITS MOYENS JOURNALIERS - année 1983/1984

Station : 1141900120 LAMBARENE S H O (LMNG) Latit. -0.42.22
Rivière : OGOUUE Longit. 10.13.27
Pays : GABON Altit. 9M
Bassin : OGOUUE Aire 203500. km2
DEBITS EN M3/S

Jo	SEPT	OCTO	NOVE	DECE	JANV	FEVR	MARS	AVRI	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	Jo
1	942.	1240.	4780.	6410.	4760.	2510.	3980.	5010.	5250.	5960.	4150.	3230.	1
2	930.	1330.	5000.	6630.	4680.	2410.	4080.	5160.	5150.	5760.	4190.	3150.	2
3	921.	1520.	5080.	7140.	4620.	2370.	4180.	5320.	5030.	5650.	4300.	3140.	3
4	909.	1540.	5170.	7160.	4450.	2360.	4270.	5350.	5140.	5550.	4340.	3150.	4
5	901.	1490.	5320.	7190.	4190.	2380.	4400.	5430.	5190.	5520.	4470.	3180.	5
6	894.	1540.	5430.	7000.	4030.	2400.	4980.	5440.	5400.	5370.	4620.	3210.	6
7	886.	1550.	5550.	6840.	3890.	2410.	5500.	5200.	5530.	5370.	4620.	3210.	7
8	874.	1600.	5650.	7000.	3810.	2470.	5750.	5120.	5580.	5520.	4470.	3220.	8
9	866.	1640.	5740.	7190.	3750.	2600.	5910.	5070.	5530.	5540.	4320.	3130.	9
10	859.	1720.	5900.	7190.	3730.	2620.	5840.	5000.	5450.	5520.	4170.	3050.	10
11	853.	1810.	6060.	7030.	3690.	2620.	5680.	5000.	5510.	5370.	4030.	3050.	11
12	851.	1860.	6690.	7000.	3670.	2610.	5510.	5080.	5450.	5370.	3880.	3120.	12
13	846.	1870.	7060.	6990.	3630.	2520.	5330.	5150.	5500.	5570.	3760.	3110.	13
14	844.	1920.	7430.	6910.	3620.	2510.	5180.	5160.	5340.	5900.	3730.	3110.	14
15	838.	2140.	7430.	6890.	3590.	2500.	5180.	5140.	5180.	5950.	3680.	3140.	15
16	832.	2380.	7460.	6780.	3560.	2410.	5320.	5080.	5150.	5870.	3630.	3150.	16
17	830.	2620.	7650.	6600.	3550.	2410.	5350.	4800.	5120.	5390.	3620.	3220.	17
18	826.	2750.	7680.	6470.	3510.	2520.	5410.	4450.	5150.	5180.	3630.	3260.	18
19	830.	3030.	7680.	6340.	3490.	2670.	5390.	4170.	5160.	5160.	3680.	3260.	19
20	833.	3260.	7520.	6180.	3400.	2820.	5190.	3900.	5160.	5130.	3730.	3250.	20
21	844.	3490.	7370.	6100.	3370.	2930.	5120.	3760.	5160.	5110.	3750.	3260.	21
22	853.	3610.	7220.	5950.	3320.	3050.	5150.	3790.	5130.	5010.	3810.	3340.	22
23	868.	3610.	7220.	5780.	3270.	3260.	5120.	3830.	5130.	4950.	3870.	3580.	23
24	893.	3620.	7190.	5700.	3250.	3470.	5020.	3970.	5160.	4660.	3860.	3740.	24
25	917.	3800.	7000.	5390.	3160.	3510.	5080.	4590.	5420.	4470.	3740.	3850.	25
26	953.	4030.	6820.	5280.	3140.	3600.	5110.	4970.	6060.	4320.	3710.	3740.	26
27	1010.	4040.	6800.	5170.	3130.	3690.	4850.	5170.	6210.	4170.	3600.	3640.	27
28	1070.	4050.	6790.	5210.	3040.	3790.	4830.	5440.	6540.	4030.	3510.	3740.	28
29	1120.	4150.	6760.	5000.	2930.	3890.	4920.	5660.	6670.	3920.	3440.	3860.	29
30	1180.	4360.	6570.	4920.	2820.		4950.	5380.	6550.	4030.	3370.	3870.	30
31		4570.		4840.	2630.		4980.		6260.		3270.	3790.	31
Mo	902.	2650.	6530.	6330.	3600.	2800.	5080.	4890.	5490.	5180.	3900.	3350.	Mo

- : lacune + : lacune due à une cote hors barème

MINIMUM INSTANTANE : 824. M3/S LE 18 SEPT à 12H00

MAXIMUM INSTANTANE : 7680. M3/S LE 17 NOVE à 12H00

MINIMUM JOURNALIER : 826. M3/S LE 18 SEPT

MAXIMUM JOURNALIER : 7680. M3/S LE 18 NOVE

DEBIT MOYEN ANNUEL : 4230. M3/S

Tableau 4.2-12: Les débits journaliers de la décennie 80 à Lambaréné (sorties Hydrom)

DEBITS MOYENS JOURNALIERS - année 1984/1985

Station : 1141900120 LAMBARENE S H O (LMNG) Latit. -0.42.22
 Rivière : CSOOUUE Longit. 10.13.27
 Pays : GABON Altit. 9M
 Bassin : 0600UE Aire 203500. km2
 DEBITS EN M3/S

Jo	SEPT	OCTO	NOVE	DECE	JANV	FEVR	MARS	AVRI	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	Jo
1	3690.	4990.	6160.	8090.	5160.	4420.	3150.	3850.	5950.	5200.	2700.	2450.	1
2	3630.	5100.	6390.	8130.	5160.	4300.	3200.	4390.	5750.	5080.	2700.	2410.	2
3	3720.	5330.	6780.	8180.	5180.	4050.	3580.	4600.	5560.	4960.	2690.	2390.	3
4	3700.	5510.	7110.	8180.	5320.	3880.	3740.	4730.	5480.	4680.	2680.	2300.	4
5	3730.	5730.	7390.	8190.	5320.	3790.	3860.	4900.	5460.	4590.	2670.	2290.	5
6	3730.	5830.	7430.	8440.	5210.	4010.	4040.	5050.	5530.	4470.	2660.	2270.	6
7	3650.	5800.	7430.	8710.	5060.	4170.	4790.	5050.	5560.	4390.	2660.	2240.	7
8	3720.	5760.	7450.	8960.	4820.	4390.	3800.	5020.	5690.	4310.	2650.	2200.	8
9	3680.	5720.	7560.	8980.	4640.	4860.	3560.	5020.	5720.	4180.	2640.	2230.	9
10	3610.	5540.	7670.	8850.	4470.	4680.	3500.	5160.	5570.	4040.	2630.	2190.	10
11	3500.	5340.	7710.	8680.	4320.	4590.	3410.	5370.	5530.	3960.	2630.	2180.	11
12	3390.	5120.	7600.	8380.	4170.	4470.	3320.	5700.	5440.	3870.	2620.	2180.	12
13	3340.	4860.	7700.	7930.	4040.	4390.	3230.	5790.	5340.	3740.	2610.	2150.	13
14	3370.	4900.	7910.	7440.	4010.	4310.	3190.	6060.	5250.	3630.	2600.	2130.	14
15	3390.	5000.	7990.	7030.	4040.	4150.	3430.	6320.	5150.	3590.	2590.	2080.	15
16	3400.	5160.	8260.	6790.	4100.	4010.	3620.	6360.	5010.	3500.	2590.	2070.	16
17	3440.	5340.	8200.	6590.	4170.	3940.	3810.	6330.	4960.	3390.	2580.	2070.	17
18	3510.	5540.	8170.	6440.	4220.	3870.	3990.	6350.	4960.	3320.	2570.	2070.	18
19	3640.	5740.	8140.	6150.	4180.	3740.	4120.	6560.	5060.	3270.	2560.	2040.	19
20	3880.	5840.	8120.	5770.	4180.	3620.	4110.	6940.	5150.	3230.	2550.	2070.	20
21	4150.	5860.	8050.	5530.	4260.	3510.	4090.	7200.	5160.	3130.	2550.	2080.	21
22	4310.	5870.	7910.	5490.	4290.	3430.	3980.	7430.	5220.	3040.	2540.	2170.	22
23	4340.	5670.	7850.	5430.	4320.	3320.	3790.	7650.	5460.	2990.	2530.	2230.	23
24	4320.	5530.	7620.	5320.	4330.	3230.	3860.	7670.	5310.	2930.	2520.	2240.	24
25	4330.	5370.	7580.	5200.	4380.	3160.	3880.	7610.	5430.	2900.	2520.	2240.	25
26	4420.	5370.	7560.	5080.	4400.	3230.	3860.	7420.	5540.	2840.	2510.	2230.	26
27	4480.	5520.	7450.	5000.	4450.	3240.	3850.	7110.	5660.	2790.	2500.	2180.	27
28	4630.	5570.	7460.	4990.	4460.	3200.	3800.	6800.	5760.	2760.	2490.	2140.	28
29	4760.	5610.	7680.	4990.	4460.		4040.	6500.	5770.	2720.	2480.	2170.	29
30	4870.	5760.	7890.	4990.	4460.		3980.	6180.	5730.	2710.	2480.	2240.	30
31		5950.		4990.	4460.		3860.		5520.		2470.	2280.	31
Mo	3880.	5490.	7610.	6870.	4520.	3930.	3760.	6040.	5440.	3670.	2590.	2200.	Mo

- : lacune

+ : lacune due à une cote hors barème

MINIMUM INSTANTANE : 2030. M3/S LE 19 AOUT à 12H00

MAXIMUM INSTANTANE : 9000. M3/S LE 8 DECE à 12H00

MINIMUM JOURNALIER : 2040. M3/S LE 19 AOUT

MAXIMUM JOURNALIER : 8980. M3/S LE 9 DECE

DEBIT MOYEN ANNUEL : 4670. M3/S

Tableau 4.2-12: Les débits journaliers de la décennie 80 à Lambaréne (sorties Hydrom)

DEBITS MOYENS JOURNALIERS - année 1985/1986

Station : 1141900120 LAMBARENE S H O (LMNG) Latit. -0.42.22
 Rivière : C300UE Longit. 10.13.27
 Pays : GABON Altit. 9M
 Bassin : 0600UE Aire 203500. km2
 DEBITS EN M3/S

Jo	SEPT	OCTO	NOVE	DECE	JANV	FEVR	MARS	AVRI	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	Jo
1	2290.	3750.	7390.	6170.	4830.	3380.	3810.	5370.	4340.	3890.	2460.	1790.	1
2	2290.	3740.	7350.	6130.	4660.	3310.	3740.	5610.	4070.	3990.	2410.	1790.	2
3	2260.	3740.	7310.	6000.	4490.	3240.	3700.	5660.	4060.	3920.	2400.	1770.	3
4	2190.	3740.	7270.	6160.	4320.	3160.	3800.	5670.	4250.	4010.	2400.	1740.	4
5	2130.	3760.	7230.	6360.	4150.	3200.	3910.	5450.	4430.	4030.	2400.	1740.	5
6	2080.	3860.	7180.	6560.	3980.	3240.	4110.	5260.	4440.	3990.	2390.	1700.	6
7	2070.	3880.	7140.	6680.	3910.	3260.	4010.	5100.	4340.	3890.	2300.	1670.	7
8	2060.	3900.	7100.	6760.	4010.	3270.	4140.	5100.	4300.	3810.	2290.	1670.	8
9	1990.	4070.	7060.	6680.	3990.	3310.	4310.	5240.	4210.	3750.	2280.	1670.	9
10	1990.	4470.	7020.	6560.	3900.	3370.	4380.	5310.	4340.	3730.	2250.	1680.	10
11	2090.	4960.	6980.	6390.	3860.	3460.	4370.	5160.	4580.	3740.	2230.	1680.	11
12	2290.	5230.	6940.	6320.	3690.	3460.	4360.	4970.	4480.	3740.	2190.	1690.	12
13	2510.	5350.	6900.	6060.	3510.	3590.	4340.	4660.	4480.	3740.	2180.	1670.	13
14	2680.	5540.	6860.	5860.	3390.	3860.	4300.	4360.	4560.	3720.	2180.	1670.	14
15	2650.	5740.	6820.	5740.	3350.	4010.	4220.	4320.	4210.	3720.	2170.	1640.	15
16	2720.	5900.	6770.	5570.	3260.	4030.	4390.	4400.	4080.	3700.	2030.	1630.	16
17	2800.	5960.	6730.	5570.	3140.	3990.	4620.	5070.	4280.	3570.	1740.	1630.	17
18	2970.	6030.	6690.	5720.	3050.	3900.	4940.	5310.	4260.	3510.	1980.	1620.	18
19	3120.	5950.	6650.	5760.	2990.	3890.	4940.	5220.	4200.	3500.	2020.	1580.	19
20	3240.	5850.	6610.	5810.	2930.	3940.	4630.	4950.	4130.	3460.	1980.	1550.	20
21	3280.	5760.	6570.	5680.	2850.	3890.	4740.	4650.	4040.	3190.	1960.	1550.	21
22	3370.	5750.	6530.	5640.	2840.	3860.	4730.	4390.	4130.	3130.	1940.	1550.	22
23	3410.	5780.	6490.	5550.	2940.	3860.	4770.	4130.	4170.	3040.	1890.	1530.	23
24	3550.	5930.	6450.	5520.	3130.	3880.	4820.	4060.	4150.	2940.	1870.	1510.	24
25	3450.	5950.	6410.	5370.	3260.	4020.	4940.	4150.	4030.	2850.	1870.	1490.	25
26	3580.	6000.	6360.	5370.	3350.	4080.	4990.	4180.	3900.	2650.	1850.	1490.	26
27	3580.	6360.	6320.	5490.	3440.	4020.	5000.	4460.	3880.	2620.	1830.	1460.	27
28	3640.	6790.	6280.	5340.	3490.	3890.	5080.	4740.	3860.	2600.	1830.	1450.	28
29	3730.	7170.	6240.	5180.	3480.		5160.	4760.	3860.	2570.	1810.	1430.	29
30	3790.	7250.	6200.	5140.	3480.		5220.	4620.	3850.	2510.	1810.	1430.	30
31		7400.		5010.	3470.		5280.		3770.		1810.	1410.	31
Mo	2790.	5340.	6800.	5880.	3590.	3660.	4510.	4880.	4180.	3450.	2090.	1610.	Mo

- : lacune

+ : lacune due à une cote hors barème

MINIMUM INSTANTANE : 1430. M3/S LE 29 AOUT à 12H00

MAXIMUM INSTANTANE : 7430. M3/S LE 31 OCTO à 12H00

MINIMUM JOURNALIER : 1410. M3/S LE 31 AOUT

MAXIMUM JOURNALIER : 7400. M3/S LE 31 OCTO

DEBIT MOYEN ANNUEL : 4060. M3/S

**Tableau 4.2-12: Les débits journaliers de la décennie 80 à
Lambaréné (sorties Hydrom)**

DEBITS MOYENS JOURNALIERS - année 1986/1987

Station : 1141900120 LAMBARENE S H O (LMNG) Latit. -0.42.22
Rivière : OGOUUE Longit. 10.13.27
Pays : GABON Altit. 9M
Bassin : OGOUUE Aire 203500. km2
DEBITS EN M3/S

Jo	SEPT	OCTO	NOVE	DECE	JANV	FEVR	MARS	AVRI	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	Jo
1	1390.	1880.	6320.	7520.	4600.	2470.	4270.	2850.	5750.	4950.	2370.	2040.	1
2	1390.	1900.	6320.	7260.	4560.	2510.	4480.	3750.	5750.	4300.	2430.	2070.	2
3	1380.	1940.	5740.	7220.	4520.	2580.	4430.	4050.	5750.	3600.	2590.	2070.	3
4	1390.	1980.	6590.	7210.	4480.	2710.	3330.	4220.	5700.	3460.	2620.	2070.	4
5	1390.	2000.	6590.	7160.	4440.	2790.	3230.	3790.	5350.	3190.	2610.	2110.	5
6	1380.	2050.	6460.	7390.	4320.	2870.	3710.	3300.	5030.	3110.	2510.	2320.	6
7	1380.	2070.	6290.	7450.	4170.	2920.	3340.	3050.	4910.	2960.	2410.	2380.	7
8	1380.	2080.	6260.	7500.	4050.	2940.	3290.	2940.	4400.	2900.	2380.	2590.	8
9	1390.	2130.	6270.	7260.	4030.	3040.	3440.	2900.	4320.	2740.	2350.	2630.	9
10	1390.	2220.	6330.	7190.	3990.	3140.	3290.	2700.	4300.	2640.	2300.	2660.	10
11	1400.	2320.	6460.	6970.	3880.	3250.	3270.	2680.	4190.	2430.	2300.	2680.	11
12	1400.	2630.	6610.	6750.	3710.	3280.	3330.	2750.	4130.	2400.	2340.	2770.	12
13	1430.	3020.	6950.	6580.	3540.	3380.	3400.	2810.	4010.	2400.	2340.	2770.	13
14	1500.	3270.	7020.	6450.	3550.	3490.	3480.	2710.	4550.	2380.	2290.	2660.	14
15	1710.	3550.	7150.	6320.	3510.	3450.	3550.	2540.	4660.	2330.	2240.	2540.	15
16	1780.	3740.	7290.	6180.	3490.	3140.	3640.	2540.	4790.	2200.	2170.	2430.	16
17	1790.	3880.	7460.	6100.	3400.	3100.	3860.	2690.	4810.	2160.	2080.	2310.	17
18	1790.	4010.	7760.	5970.	3370.	3130.	4000.	2710.	4880.	2010.	2070.	2190.	18
19	1790.	4030.	7790.	5930.	3270.	3160.	4360.	2660.	5270.	1980.	2090.	2080.	19
20	1800.	4050.	7710.	5760.	3200.	3250.	4910.	2800.	5340.	1980.	2220.	2070.	20
21	1770.	4150.	7810.	5650.	3150.	3250.	4770.	2960.	5320.	1980.	2240.	2070.	21
22	1760.	4170.	7920.	5510.	3110.	3140.	3460.	3750.	5230.	1970.	2210.	2040.	22
23	1760.	4180.	7970.	5200.	3040.	3080.	3140.	3950.	5490.	1900.	2010.	2040.	23
24	1710.	4240.	8190.	5090.	2930.	3230.	3010.	4410.	5540.	1890.	1980.	2070.	24
25	1640.	4350.	8350.	5070.	2830.	3250.	2760.	4690.	5470.	1940.	1950.	2110.	25
26	1640.	4640.	8220.	4980.	2720.	3130.	2690.	5200.	5190.	2240.	1930.	2380.	26
27	1670.	4960.	8110.	4810.	2630.	2960.	2530.	5690.	5850.	2280.	1900.	2550.	27
28	1720.	5340.	7640.	4660.	2590.	3120.	2460.	5840.	5810.	2190.	1890.	2570.	28
29	1790.	5720.	7560.	4640.	2520.		2420.	5840.	5890.	2180.	1890.	2570.	29
30	1830.	5950.	7560.	4640.	2510.		2510.	5760.	5630.	2210.	1860.	2560.	30
31		6150.		4640.	2500.		2610.		5310.		1880.	2470.	31
Mo	1580.	3500.	7160.	6160.	3500.	3060.	3450.	3620.	5120.	2560.	2210.	2350.	Mo

- : lacune + : lacune due à une cote hors barème
 MINIMUM INSTANTANE : 1380. M3/S LE 3 SEPT à 12H00
 MAXIMUM INSTANTANE : 8400. M3/S LE 25 NOVE à 12H00
 MINIMUM JOURNALIER : 1380. M3/S LE 3 SEPT
 MAXIMUM JOURNALIER : 8350. M3/S LE 25 NOVE
 DEBIT MOYEN ANNUEL : 3690. M3/S

Tableau 4.2-12: Les débits journaliers de la décennie 80 à Lambaréné (sorties Hydrom)

DEBITS MOYENS JOURNALIERS - année 1987/1988

Station : 1141900120 LAMBARENE S H O (LMNG) Latit. -0.42.22
 Rivière : OGOUUE Longit. 10.13.27
 Pays : GABON Altit. 9M
 Bassin : OGOUUE Aire 203500. km2
 DEBITS EN M3/S

Jo	SEPT	OCTO	NOVE	DECE	JANV	FEVR	MARS	AVRI	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	Jo
1	2470.	3500.	10000	7030.	4560.	3890.	5140.	4660.	6210.	5590.	4380.	2500.	1
2	2500.	3490.	9680.	6760.	4480.	3860.	5160.	4620.	6170.	5740.	4330.	2410.	2
3	2520.	3450.	9510.	6730.	4400.	3760.	5140.	4500.	6120.	5850.	4320.	2390.	3
4	2620.	3440.	9060.	7540.	4320.	3730.	5010.	4640.	5900.	5980.	4310.	2350.	4
5	2710.	3450.	9690.	7680.	4300.	3640.	5010.	4740.	5950.	6260.	4250.	2320.	5
6	2730.	3490.	10100	7650.	4190.	3610.	5140.	4500.	6050.	6590.	4230.	2290.	6
7	2820.	3520.	10100	7440.	4150.	3560.	5170.	4440.	6120.	6970.	4180.	2270.	7
8	2860.	3640.	9680.	7250.	4030.	3480.	5240.	4300.	5960.	7170.	4160.	2240.	8
9	3010.	3740.	9600.	7190.	3890.	3290.	5260.	4070.	5830.	6970.	4100.	2170.	9
10	3050.	3250.	9710.	7000.	3820.	3230.	5290.	4010.	6160.	6610.	4070.	2080.	10
11	3080.	3870.	10300	6820.	3820.	3070.	5030.	3900.	6570.	6440.	4030.	2030.	11
12	3090.	4570.	9710.	6790.	3870.	3080.	4950.	3860.	6920.	6110.	4020.	1990.	12
13	3100.	4790.	9560.	6690.	3920.	3350.	4900.	3760.	6820.	5770.	3960.	1980.	13
14	3130.	4830.	9230.	6060.	4130.	3500.	4860.	3750.	6780.	5570.	3880.	1960.	14
15	3140.	4970.	8560.	5940.	4210.	3620.	4820.	3800.	6680.	5520.	3810.	1940.	15
16	3150.	5060.	8450.	5850.	4420.	3740.	4830.	3840.	6620.	5370.	3750.	1910.	16
17	3190.	5470.	8420.	5760.	4480.	3880.	4970.	4000.	6900.	5320.	3740.	1880.	17
18	3200.	5570.	8220.	5740.	4620.	4010.	5010.	4110.	7190.	5180.	3730.	1840.	18
19	3210.	5770.	8160.	5660.	4660.	4070.	5140.	4590.	7300.	5120.	3680.	1800.	19
20	3250.	6100.	7970.	5640.	4790.	4280.	5170.	4830.	7180.	5070.	3630.	1730.	20
21	3260.	6360.	8150.	5550.	4810.	4320.	5250.	5160.	6830.	4990.	3580.	1680.	21
22	3280.	6630.	9220.	5490.	4810.	4340.	5330.	5520.	6650.	4900.	3350.	1640.	22
23	3370.	7170.	8370.	5210.	4780.	4440.	5370.	5740.	6500.	4800.	3270.	1630.	23
24	3380.	7400.	8160.	5160.	4570.	4480.	5520.	5850.	6380.	4680.	3240.	1600.	24
25	3400.	7460.	7970.	5160.	4350.	4620.	5540.	5960.	6340.	4780.	3220.	1640.	25
26	3470.	7650.	7910.	5160.	4320.	4660.	5500.	6160.	6160.	4770.	3180.	1690.	26
27	3400.	7680.	7750.	5140.	4340.	4790.	5290.	6350.	5980.	4690.	3040.	1740.	27
28	3380.	7710.	7910.	4990.	4390.	4830.	5220.	6440.	5940.	4490.	2880.	1790.	28
29	3400.	7970.	7880.	4810.	4080.	4990.	5000.	6330.	5850.	4450.	2730.	1830.	29
30	3490.	8460.	7470.	4660.	4020.		4830.	6270.	5760.	4400.	2630.	1880.	30
31		9080.		4640.	3960.		4790.		5720.		2570.	1930.	31
Mo	3090.	5470.	8880.	6100.	4310.	3940.	5120.	4820.	6370.	5540.	3690.	1970.	Mo

- : lacune

+ : lacune due à une cote hors barème

MINIMUM INSTANTANE : 1590. M3/S LE 24 AOUT à 12H00

MAXIMUM INSTANTANE : 10500 M3/S LE 11 NOVE à 12H00

MINIMUM JOURNALIER : 1600. M3/S LE 24 AOUT

MAXIMUM JOURNALIER : 10300 M3/S LE 11 NOVE

DEBIT MOYEN ANNUEL : 4940. M3/S

**Tableau 4.2-12: Les débits journaliers de la décennie 80 à
Lambaréné (sorties Hydrom)**

DEBITS MOYENS JOURNALIERS - année 1988/1989

Station	: 1141900120 LAMBARENE S H O (LMNG)	Latit.	-0.42.22
Rivière	: OGOUE	Longit.	10.13.27
Pays	: GABON	Altit.	9M
Bassin	: OGOUE	Aire	203500. km2
DEBITS EN M3/S			

Jo	SEPT	OCTO	NOVE	DECE	JANV	FEVR	MARS	AVRI	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	Jo
1	1970.	3000.	7510.	12000	6880.	3630.	2500.	4510.	3800.	6610.	2330.	1980.	1
2	1960.	2930.	7670.	11100	6900.	3600.	2600.	4670.	3800.	6700.	2370.	1960.	2
3	1830.	2840.	7830.	10800	6920.	3500.	2860.	4800.	4010.	6570.	2400.	1900.	3
4	1810.	2840.	7980.	10400	7040.	3430.	2740.	4850.	4060.	6450.	2350.	1880.	4
5	1830.	2920.	8140.	9930.	7250.	3360.	2680.	5010.	4160.	6300.	2190.	1840.	5
6	1960.	2940.	8300.	9640.	7400.	3280.	2550.	5110.	4180.	5920.	2180.	1810.	6
7	1980.	3050.	8460.	9530.	7320.	3320.	2630.	5000.	4260.	5340.	2170.	1810.	7
8	1990.	3280.	8620.	9150.	7210.	3350.	2760.	4960.	4330.	5060.	2140.	1810.	8
9	2060.	3650.	8780.	9560.	7120.	3500.	2940.	4800.	4440.	4560.	2100.	1840.	9
10	2070.	4020.	8940.	9860.	7000.	3560.	3120.	4650.	4860.	4050.	2070.	1950.	10
11	2090.	4320.	9100.	9860.	6530.	3550.	3540.	4600.	5680.	3800.	2070.	1880.	11
12	2220.	4640.	9260.	9630.	6150.	3530.	3990.	4440.	5770.	3560.	2060.	1830.	12
13	2240.	5020.	9420.	9440.	5870.	3500.	4430.	4330.	5860.	3280.	2020.	1770.	13
14	2220.	5500.	9580.	8840.	5550.	3510.	4780.	4290.	5960.	3240.	1980.	1720.	14
15	2090.	5720.	9730.	9000.	5430.	3570.	4810.	4160.	6070.	3150.	1970.	1720.	15
16	2080.	5780.	9890.	9220.	5310.	3640.	4810.	4090.	6150.	3110.	1930.	1710.	16
17	2170.	5930.	10100	8940.	5130.	3690.	4810.	4030.	6190.	2980.	1890.	1700.	17
18	2180.	5960.	10200	8600.	4960.	3500.	4840.	4000.	6320.	2840.	1910.	1690.	18
19	2170.	6040.	10400	8430.	4820.	3370.	4970.	3890.	6360.	2730.	1960.	1690.	19
20	2080.	6060.	10500	8220.	4810.	3240.	4990.	3880.	6380.	2660.	1900.	1680.	20
21	2080.	6130.	10700	8160.	4810.	3130.	4950.	3850.	6480.	2420.	1890.	1670.	21
22	2170.	6070.	10800	7940.	4810.	3010.	4820.	3750.	6540.	2450.	1880.	1680.	22
23	2160.	6110.	11000	7710.	4770.	2990.	4850.	3740.	6450.	2610.	1850.	1720.	23
24	2010.	6200.	11200	7650.	4610.	3370.	4950.	3740.	6390.	2610.	1810.	1710.	24
25	2030.	6530.	11300	7450.	4450.	2680.	4840.	3740.	6480.	2560.	1810.	1670.	25
26	2390.	6710.	11500	7220.	4300.	2560.	4700.	3770.	6560.	2490.	1830.	1670.	26
27	2680.	6970.	11600	7020.	4150.	2490.	4570.	3900.	6570.	2410.	1870.	1670.	27
28	2730.	7100.	11800	6900.	4010.	2430.	4440.	4010.	6570.	2380.	1820.	1700.	28
29	2820.	7110.	12000	6800.	3870.		4300.	3950.	6560.	2300.	1860.	1800.	29
30	2860.	7190.	12100	6820.	3750.		4210.	3870.	6540.	2300.	1900.	1810.	30
31		7350.		6850.	3720.		4340.		6570.		1940.	1810.	31
Mo	2160.	5160.	9810.	8800.	5580.	3300.	4010.	4280.	5620.	3780.	2010.	1780.	Mo

- : lacune + : lacune due à une cote hors barème

MINIMUM INSTANTANE : 1670. M3/S LE 21 AOUT à 08H25

MAXIMUM INSTANTANE : 12200 M3/S LE 1 DECE à 00H00

MINIMUM JOURNALIER : 1670. M3/S LE 21 AOUT

MAXIMUM JOURNALIER : 12100 M3/S LE 30 NOVE

DEBIT MOYEN ANNUEL : 4700. M3/S

Tableau 4.2-12: Les débits journaliers de la décennie 80 à Lambaréné (sorties Hydrom)

DEBITS MOYENS JOURNALIERS - année 1989/1990

Station : 1141900120 LAMBARENE S H O (LMNG) Latit. -0.42.22
 Rivière : OGOUUE Longit. 10.13.27
 Pays : GABON Altit. 9M
 Bassin : OGOUUE Aire 203500. km2
 DEBITS EN M3/S

Jo	SEPT	OCTO	NOVE	DECE	JANV	FEVR	MARS	AVRI	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	Jo
1	1830.	3710.	10700	9900.	5550.	4890.	4950.	5520.	3460.	6370.	3170.	2060.	1
2	1910.	3740.	10900	9900.	5180.	4910.	4860.	5260.	3570.	6310.	3100.	2030.	2
3	2000.	3740.	11300	9900.	4810.	4930.	4350.	5400.	3850.	6000.	3020.	2000.	3
4	2060.	3770.	11900	9840.	4790.	4960.	4230.	5060.	3860.	5650.	2940.	2000.	4
5	2070.	3870.	12300	9620.	4730.	4990.	4150.	5150.	3740.	5360.	2930.	2090.	5
6	2140.	3830.	12600	9480.	4720.	4990.	4010.	5130.	3610.	5330.	2910.	2150.	6
7	2380.	3650.	12600	8970.	4720.	5150.	3890.	4990.	3460.	5260.	2810.	2080.	7
8	2420.	3620.	12400	8720.	4700.	5700.	3940.	4890.	3710.	5230.	2710.	2050.	8
9	2480.	3640.	12200	8630.	4650.	5790.	4170.	4820.	4190.	5170.	2630.	1990.	9
10	2560.	3720.	12100	8270.	4660.	6010.	4300.	4760.	4430.	5160.	2610.	1990.	10
11	2620.	3810.	11900	7910.	4710.	6520.	4420.	4430.	4940.	5090.	2570.	2030.	11
12	2640.	3900.	11700	7700.	4710.	6920.	4540.	4190.	5000.	4830.	2570.	2080.	12
13	2740.	4040.	11400	7680.	4690.	6760.	4670.	4150.	5080.	4740.	2560.	2130.	13
14	2840.	4140.	10900	7630.	4660.	6550.	4800.	4020.	5140.	4340.	2530.	2130.	14
15	2940.	4240.	10900	7450.	4640.	6370.	4850.	3880.	5100.	3770.	2500.	2120.	15
16	3010.	4340.	10900	7430.	4660.	6290.	4980.	3740.	5150.	3650.	2480.	2110.	16
17	3080.	4490.	10800	7430.	4660.	5970.	4990.	3630.	5230.	3570.	2450.	2100.	17
18	3150.	4740.	10500	7390.	4480.	5630.	5020.	3620.	5510.	3530.	2420.	2090.	18
19	3210.	5290.	10400	7190.	4460.	5360.	4980.	3560.	5560.	3660.	2400.	2080.	19
20	3260.	6000.	10200	6970.	4470.	5270.	4370.	3280.	5650.	3860.	2370.	2070.	20
21	3260.	6510.	9860.	6760.	4560.	4910.	4290.	3250.	5700.	4010.	2350.	2050.	21
22	3270.	7010.	9560.	6580.	4630.	4440.	4540.	3230.	5510.	4550.	2320.	1990.	22
23	3330.	7560.	9320.	6560.	4640.	4160.	5830.	3240.	5570.	4390.	2290.	1980.	23
24	3390.	8250.	9300.	6530.	4640.	4040.	6020.	3370.	6300.	3860.	2270.	2000.	24
25	3450.	8730.	9300.	6500.	4640.	4030.	6410.	3370.	6370.	3420.	2240.	2060.	25
26	3500.	8980.	9300.	6490.	4650.	4060.	6720.	3310.	6440.	3380.	2210.	2070.	26
27	3500.	9060.	9360.	6560.	4700.	4190.	6580.	3270.	6510.	3370.	2190.	2070.	27
28	3520.	9340.	9640.	6590.	4760.	4440.	6530.	3310.	6610.	3320.	2160.	2060.	28
29	3620.	9640.	9880.	6670.	4810.		6370.	3360.	6730.	3310.	2130.	2040.	29
30	3670.	10000	9900.	6300.	4810.		6300.	3410.	6580.	3240.	2110.	2070.	30
31		10500		5930.	4820.		5930.		6530.		2080.	2060.	31
Mo	2860.	5740.	10800	7730.	4720.	5290.	5030.	4090.	5130.	4460.	2520.	2060.	Mo

- : lacune

+ : lacune due à une cote hors barème

MINIMUM INSTANTANE : 1810. M3/S LE 1 SEPT à 08H40

MAXIMUM INSTANTANE : 12600 M3/S LE 6 NOVE à 08H30

MINIMUM JOURNALIER : 1830. M3/S LE 1 SEPT

MAXIMUM JOURNALIER : 12600 M3/S LE 6 NOVE

DEBIT MOYEN ANNUEL : 5030. M3/S

Annexe G
Inventaires des stations hydrométriques
du réseau historique

Tableau : Inventaire des stations hydrométriques du réseau historique (banque HYDROM) 6/6

LISTE DES STATIONS HYDROMETRIQUES		Edition du 17/06/1991 17H02					
GABON	INVENTAIRE(RESEAU ET B.REP.)						
Station	I Rivière	I Latitude I deg min sec	I Longitude I deg min sec	I Alt. I	I Sup. I (km2)	I Priodes I de I fonct.	I C I U I A I N I P I V
Bassin 60 NYANGA	I	I	I	I	I	I	I
1146000103 COTA-BOULINGUI	I NYANGA	I	I	I	I	I 1959/	I 03 0
1146000109 IBANGA (LYNG)	I NYANGA	I -02 45 50	I +010 43 10	I	I 20000.0	I 1964/1971	I 02 0
	I	I	I	I	I	I 1973/1976	I
1146000112 TCHIBANGA (LYNG)	I NYANGA	I -02 52 12	I +011 00 47	I 44	I 12400.0	I 1952/1976	I 02 0
1146001428 PONT RTE TCHIBANGA-DOUMANGA	I DOULI	I -03 21 45	I +011 33 55	I	I 904.000	I 1978/	I
1146004506 PONT RTE NDENDE-TCHIBANGA (LOUANGO)	I MOUKALABA-GANZI	I	I	I	I	I /	I 01
	I	I	I	I	I	I	I
Bassin 70 NZENE	I	I	I	I	I	I	I
1147001103 NTOUN PK 43.8	I NZENE	I	I	I	I 73.0000	I 1960/1966	I 01 0
1147001104 NTOUN USINE	I NZENE	I +00 23 22	I +009 46 28	I 3	I 73.6000	I 1966/1969	I 01 0
	I	I	I	I	I	I 1973/1981	I
1147004503 AKOK	I NEBE	I	I	I	I 149.000	I 1968/	I 01 0
1147004760 NEBA 2	I NEBA	I	I	I	I	I 1968/	I 01 0
1147004972 NTOUN STATION 2	I NZENE 2	I	I	I 6	I	I 1969/	I 02 0
1147005073 NTOUN STATION 3 PK 48	I NZENE 3	I	I	I 13	I	I 1970/	I 01 0
1147007565 PK 13 RTE NTOUN-AKOK	I MBOMO	I	I	I	I 57.0000	I 1968/	I 01 0
1147007962 NEBA 1	I SAZA	I	I	I	I 10.0000	I 1968/	I 01
1147099021 NZENE 1	I NZENE	I +00 23 22	I +009 46 24	I	I 73.6000	I 1969/1971	I 01 0
1147099022 NZENE 2	I NZENE	I +00 23 47	I +009 46 41	I	I 17.5000	I 1969/1971	I 01 0
1147099023 NZENE 3	I NZENE	I +00 22 43	I +009 47 39	I	I	I 1969/	I 01 0
	I	I	I	I	I	I	I
Bassin 80 MOLEU-RIO BENITO	I	I	I	I	I	I	I
1148002225 OYEN	I MEKAGA	I +01 32 00	I +011 35 00	I	I	I 1969/	I 01

Tableau : Inventaire des stations hydrométriques du réseau historique (banque HYDROM) 5/6

LISTE DES STATIONS HYDROMETRIQUES									
GABON		INVENTAIRE(RESEAU ET B.REP.)					Edition du 17/06/1991 17H02		
Station	Rivière	Latitude deg min sec	Longitude deg min sec	Alt. m	Sup. (km ²)	Priodes de fonct.	C	U	A N P V
1144002312 EDOUM	OYABE					1969/			
1144003322 PONT RTE ATOGAFINA-MALA	ESSIA	+00 31 07	+010 12 08		3.40000	1962/1964			01
1144004024 PONT RTE ATOGAFINA-MALA	NGONGOLA	+00 31 55	+010 12 48		11.7000	1962/1964			02
1144004216 NGOMEKI	NZINGOUN					1969/			
1144006503 NDOIGMAN	GRANDE AGOULA					1968/			01 0
1144006703 NFOAMEBE	PETITE AGOULA					1968/			01 0
1144006905 MOUILLAGE B D O (LUNG)	PETITE ABANGA					1968/			02 0
Bassin 47 NOYA									
1144799011 MALA	NZANG	+00 35 55	+010 15 53		9.20000	1962/1964			02 0
1144799012 MALA	NITZIBE	+00 35 29	+010 15 34		6.70000	1962/1964			02 0
Bassin 50 NTEM									
1145000110 EBOMANE	NTEM	-02 07 52	+012 03 19		3360.00	1961/1981			01 0
1145002005 PONT RTE OYEM-BITAM	OYE	+01 48 15	+011 36 50		580.000	1961/1969			01 0
						1974/1981			
1145004245 BITAM MISSION CATHOLIQUE	NVEZE					1961/			
1145004247 PK 4 RTE BITAM-OYEM CHITE	NVEZE					1961/			
1145004249 PK 5 RTE BITAM-OYEM PONT CHINDIS	NVEZE					1961/			01
1145004503 AKOK NZONOSSE BARRAGE	NVIE	+01 40 00	+011 37 00		115.000	1961/1963			01 0
1145004504 AKOK NZONOSSE AVAL BARRAGE	NVIE	+01 38 30	+011 36 28		115.000	1966/1971			01 0
						1974/1976			
1145004505 AKOK NZONOSSE AMONT BARRAGE	NVIE				115.000	1970/1971			01
						1973/1976			
1145004741 PK 16 RTE OYEM-BITAM	NGOUN	+01 42 00	+011 38 45			1961/			01
1145007552 OYEM DEVERSOIRS	NFOUA					1961/			

Tableau : Inventaire des stations hydrométriques du réseau historique (banque HYDROM) 4/6

LISTE DES STATIONS HYDROMETRIQUES							
GABON	INVENTAIRE(RESEAU ET B.REP.)					Edition du 17/06/1991 17H02	
Station	I Rivière	I Latitude I deg min sec	I Longitude I deg min sec	I Alt. I	I Sup. I (km2)	I Priodes I de I fonct.	I C U I A N I P V
Bassin 35 ASSANGO	I	I	I	I	I	I	I
1143501103 KOUGOULEU RTE DE KANGO (LWNG)	I ASSANGO	I +00 24 02	I +009 53 14	I	I 55.0000	I 1967/1975	I 02 0
1143503304 KOUGOULEU	I KOUGOULEU	I +00 24 20	I +009 54 12	I	I	I 1969/1969	I 01
	I	I	I	I	I	I	I
Bassin 40 KOMO	I	I	I	I	I	I	I
1144000102 CONFLUENT MOUJA (LWNG)	I KOMO	I +00 14 47	I +010 18 00	I	I 2300.00	I 1973/1976	I 02 0
1144000110 NZAMALIGUE	I KOMO	I	I	I	I	I 1966/	I 01 0
1144001203 ADZA	I AYEBE	I +00 20 20	I +010 10 10	I	I 258.000	I 1963/	I 01
1144001205 PONT RTE ATOGAFINA-NZAMALIGUE	I AYEBE	I +00 29 50	I +010 10 40	I	I 78.0000	I 1964/	I 01 0
1144001303 STATION A	I LOME	I	I	I	I	I 1969/	I
1144001304 STATION A2	I LOME	I	I	I	I	I 1969/	I
1144001306 STATION D	I LOME	I	I	I	I	I 1969/	I
1144001307 STATION E	I LOME	I	I	I	I	I 1969/	I
1144001308 STATION F	I LOME	I	I	I	I	I 1969/	I
1144001309 STATION G (LWNG)	I LOME	I	I	I	I 6.30000	I 1968/	I 02 0
1144001310 STATION H	I LOME	I	I	I	I	I 1969/	I
1144001311 STATION I	I LOME	I	I	I	I 10.470000	I 1968/	I 01 0
1144001312 STATION J	I LOME	I	I	I	I 2.23000	I 1968/	I
1144001503 ANDOK FOULA DEBARCADERE ECH. AVAL	I MBE ((MBE1))	I +00 22 22	I +010 13 33	I	I 1700.00	I 1959/1969	I 01 0
1144001504 KINGUELE ORIGINE 1962 (LWNG)	I MBE ((MBE1))	I	I	I	I 1700.00	I 1962/1962	I 02
1144001505 ANDOK FOULA (LWNG PK 10,3)	I MBE ((MBE1))	I +00 22 41	I +010 14 06	I	I 1700.00	I 1967/1975	I 02 0
1144001507 KINGUELE USINE S E E G (LWNG)	I MBE ((MBE1))	I +00 26 51	I +010 16 40	I	I 1580.00	I 1973/1977	I 02 0
1144001508 KINGUELE AMONT RESERVE (LWNG)	I MBE ((MBE1))	I	I	I	I	I 1977/	I 02 0
1144001510 TCHIMBELE (LWNG)	I MBE ((MBE1))	I +00 37 31	I +010 24 30	I	I 880.000	I 1969/1976	I 02 0
1144001511 TCHIMBELE AVAL	I MBE ((MBE1))	I	I	I 416	I 880.000	I 1974/	I 01
1144002004 ASSO	I ASSO	I	I	I	I	I 1969/	I
1144002115 NANG BANG	I BIYINE	I	I	I	I	I 1969/	I
1144002217 NTAN	I NIAKOGA	I	I	I	I	I 1969/	I

Tableau : Inventaire des stations hydrométriques du réseau historique (banque HYDROM) 3/6

LISTE DES STATIONS HYDROMETRIQUES									
GABON	INVENTAIRE(RESEAU ET B.REP.)						Edition du 17/06/1991 17H02		
Station	I Rivière	I Latitude I deg min sec	I Longitude I deg min sec	I Alt. I	I Sup. I (km2)	I Priodes I de I fonct.	I C I A I P I U I V		
1141902407 FOUGAMOU CHUTE 2	I NGOUNIE	I	I	I	I	I 1961/	I 01	0	
1141902408 FOUGAMOU CHUTE 3	I NGOUNIE	I -01 12 26	I +010 35 28	I	I 22150.0	I 1961/1961	I 01	0	
1141902411 BAC DE LEBAMBA (LWNG)	I NGOUNIE	I -02 13 30	I +011 28 26	I 112	I 7200.00	I 1962/1976	I 02	0	
1141902415 MOUILA VAL MARIE	I NGOUNIE	I -01 53 13	I +011 03 21	I 78	I 15900.0	I 1953/1957	I 01	0	
	I	I	I	I	I	I 1959/1975	I		
	I	I	I	I	I	I 1977/1981	I		
1141902418 SALANIE	I NGOUNIE	I -00 45 57	I +010 15 53	I 12	I 32500.0	I 1960/1981	I 01	0	
1141902420 SINDARA	I NGOUNIE	I -01 02 32	I +010 40 13	I 18	I 23000.0	I 1959/1978	I 01	0	
1141902506 BISSOBIAM	I NIKE	I	I	I	I	I 1981/1981	I		
1141902605 NIKONGO (LWNG)	I OFFOUE	I -00 21 28	I +011 45 20	I 168	I 6900.00	I 1967/1969	I 02		
	I	I	I	I	I	I 1973/1976	I		
1141902806 PONT D'OUSSA (LWNG)	I OKAND	I +00 19 36	I +011 27 21	I 244	I 8400.00	I 1966/1980	I 02	0	
1141902905 OKONDA BAC	I SEBE	I -00 38 43	I +013 40 43	I 320	I 4500.00	I 1977/	I 01	0	
1141902906 OKONDA VILLE	I SEBE	I -00 39 07	I +013 40 35	I 320	I 7450.00	I 1976/	I 01	0	
1141903118 PK 24 RTE NITZIC-OYEN	I AVOUNE ((MYOUN))	I +00 55 30	I +011 37 45	I	I	I 1961/1962	I 01	0	
1141903119 PK 28 RTE NITZIC-OYEN	I AVOUNE ((MYOUN))	I +00 57 50	I +011 38 00	I	I	I 1962/	I 01		
1141903503 KOULAMOUTOU (LWNG)	I BOUENGUEDI	I -01 07 58	I +012 27 58	I 262	I 2200.00	I 1964/1979	I 02	0	
1141903903 BAC D'ONKOUA (LWNG)	I DJOUNDOU	I -01 41 17	I +013 39 43	I 300	I 1400.00	I 1961/1981	I 02	0	
1141904503 NDJAKONAMBOYE (LWNG)	I LEBIYOU	I -01 00 52	I +012 31 40	I 245	I 2300.00	I 1961/1981	I 02	0	
1141904605 LEXILA	I LEKORI	I -00 58 52	I +013 47 53	I 320	I 720.000	I 1978/	I 01	0	
1141904803 BONGOLO BAC	I LOUETSIE	I -02 13 35	I +011 30 14	I	I 2700.00	I 1966/1981	I 01	0	
1141905105 NDANDA	I MBERESSE	I	I	I	I	I 1977/	I		
1141905203 MBIGOU (LWNG)	I MBOUNI	I -01 54 10	I +011 54 19	I	I 550.000	I 1964/1981	I 02	0	
1141905605 OYAN	I MYOUNG	I +00 18 21	I +012 11 26	I 400	I 8900.00	I 1961/1981	I 01	0	
1141905714 NKOUMBOZA	I NDAMBANG	I	I	I	I	I 1969/	I		
1141909503 NYONDJE AMONT	I LAC NYONDJE	I -00 53 00	I +009 54 52	I	I 11300.0	I 1941/1961	I 01		
	I	I	I	I	I	I	I		

Tableau : Inventaire des stations hydrométriques du réseau historique (banque HYDROM) 2/6

LISTE DES STATIONS HYDROMETRIQUES									
GABON		INVENTAIRE(RESEAU ET B.REP.)					Edition du 17/06/1991 17H02		
Station	I Rivière	I Latitude I deg min sec	I Longitude I deg min sec	I Alt. I	I Sup. I (km2)	I Priodes I de I fonct.	I C I	I U I A N I P V	
1141900142 NGOUMBI	I OGOOUE	I -00 56 20	I +009 36 15	I	I	I 1964/1967	I 01		
1141900143 POUBARA (LWNG)	I OGOOUE	I -02 13 00	I +013 33 00	I 346	I 8750.00	I 1970/1970	I 02 0		
	I	I	I	I	I	I 1973/1976	I		
1141900145 PETIT OKAND	I OGOOUE	I -00 03 22	I +011 52 27	I 142	I 130000.	I 1966/1981	I 01		
1141900148 PORTES DE L'OKANDA (LWNG)	I OGOOUE	I -00 05 55	I +011 35 39	I 111	I 140000.	I 1964/1981	I 02 0		
1141900151 SAKITA P H G	I OGOOUE	I -00 27 18	I +010 24 09	I	I 168900.	I 1957/1974	I 01 0		
1141901003 EBEL	I ABANGA	I -00 16 26	I +010 28 50	I 15	I 7800.00	I 1960/1978	I 01 0		
1141901203 BELINGA	I IVINDO	I +01 06 50	I +013 06 00	I	I 27000.0	I 1962/1981	I 01 0		
1141901206 LOA-LOA (LWNG)	I IVINDO	I +00 30 45	I +012 49 50	I	I 48500.0	I 1961/1981	I 02 0		
1141901209 MAKOKOU (LWNG)	I IVINDO	I +00 34 08	I +012 51 40	I 465	I 35800.0	I 1954/1981	I 02 0		
1141901212 TSINGUELELEDI AMONT	I IVINDO	I -00 07 52	I +012 11 40	I	I 62700.0	I 1961/1966	I 01		
1141901213 TSINGUELELEDI AVAL	I IVINDO	I -00 08 46	I +012 11 06	I	I	I 1961/1967	I 01		
1141901405 PONT DE MELLE (LWNG)	I LEBOMBI	I -01 38 15	I +013 23 46	I 280	I 3400.00	I 1970/1980	I 02 0		
1141901505 MASSENGO	I LEXEDI	I	I	I	I	I 1957/1958	I 01		
1141901508 MOUNANA	I LEXEDI	I	I	I	I	I 1970/1970	I		
1141901605 LINDEBASIKA (LWNG)	I LEYOU	I -01 19 10	I +013 06 15	I 295	I 1160.00	I 1961/1964	I 02 0		
	I	I	I	I	I	I 1966/1979	I		
	I	I	I	I	I	I 1981/1982	I		
1141901805 RTE KOULAMOUTOU-MIRAKA (LWNG)	I LOLO	I -01 07 39	I +012 27 14	I 260	I 1750.00	I 1966/1975	I 02 0		
1141901815 CONFLUENT LOLO/MAGNY (LWNG)	I LOLO	I -00 34 57	I +012 18 36	I 200	I 10000.0	I 1973/1981	I 02 0		
1141901903 AKIENI	I LECONI	I -01 11 00	I +013 53 33	I 380	I 4800.00	I 1974/1982	I 01 0		
1141901906 OLOUNGA ORVOURI	I LECONI	I -01 10 40	I +013 32 22	I 275	I 6650.00	I 1974/1978	I 01		
1141902003 ADAMNE	I MBINE	I -00 30 36	I +010 15 53	I 14	I 570.000	I 1956/1978	I 01 0		
1141902205 FRANCEVILLE (LWNG)	I NPASSA	I -01 37 08	I +013 36 40	I 285	I 6250.00	I 1959/1978	I 02 0		
	I	I	I	I	I	I 1981/1981	I		
1141902405 FOUGAMOU S H O (LWNG)	I NGOUNTE	I -01 12 56	I +010 35 27	I 65	I 22000.0	I 1953/1962	I 02 0		
	I	I	I	I	I	I 1964/1981	I		
1141902406 FOUGAMOU CHUTE 1	I NGOUNTE	I -01 12 27	I +010 35 29	I	I	I 1961/1963	I 01 0		

Tableau : Inventaire des stations hydrométriques du réseau historique (banque HYDROM) 1/6

LISTE DES STATIONS HYDROMETRIQUES									
GABON	INVENTAIRE(RESEAU ET B.REP.)							Edition du 17/06/1991 17H02	
Station	I Rivière	I Latitude	I Longitude	I Alt.	I Sup.	I de	I Priodes	I C U	I A N
	I	I deg min sec	I deg min sec	I	I (km2)	I	I fonct.	I	I P V
Bassin 19 OGOUE	I	I	I	I	I	I	I	I	
1141900103 ACHOUKA	I OGOUE	I -00 52 05	I +009 45 05	I	I	I	I 1964/1978	I	I 01
1141900106 AYEM ECH. 1966	I OGOUE	I -00 05 44	I +011 25 59	I	I	I	I 1966/1969	I	I 01
1141900107 AYEM 2 ECH. AMONT	I OGOUE	I	I	I	I	I	I 1961/1964	I	I 01
1141900108 AYEM 2 ECH. AVAL	I OGOUE	I -00 05 44	I +011 25 59	I	I 141000.	I	I 1961/1971	I	I 01 0
1141900109 AYEM CHANTIER S F B	I OGOUE	I	I	I	I	I	I 1971/1972	I	I 01
1141900112 BOQUE (LWNG)	I OGOUE	I -00 06 09	I +011 56 12	I 157	I 129600.	I	I 1954/	I	I 02 0
1141900116 FRANCEVILLE (LWNG)	I OGOUE	I -01 38 12	I +013 32 00	I 279	I 8800.00	I	I 1953/1978	I	I 02 0
	I	I	I	I	I	I	I 1980/1981	I	
1141900120 LAMBARENE S H D (LWNG)	I OGOUE	I -00 42 22	I +010 13 27	I 9	I 203500.	I	I 1957/1981	I	I 02 0
1141900121 LAMBARENE M C	I OGOUE	I -00 41 19	I +010 13 56	I 9	I 203500.	I	I 1929/1939	I	I 01 0
	I	I	I	I	I	I	I 1953/1956	I	
	I	I	I	I	I	I	I 1960/1977	I	
1141900122 LAMBARENE OPERATIONNEL	I OGOUE	I	I	I	I 9	I 203500.	I 1929/1953	I	I 02 0
	I	I	I	I	I	I	I 1956/1983	I	
1141900125 LASTOURSVILLE (LWNG)	I OGOUE	I -00 48 34	I +012 43 43	I 225	I 47700.0	I	I 1957/1982	I	I 02 0
1141900128 LENDENDOUNGOU (LWNG)	I OGOUE	I -02 11 50	I +013 38 09	I 455	I 6900.00	I	I 1960/1981	I	I 02 0
1141900131 LEYANI	I OGOUE	I -01 28 51	I +013 20 04	I 271	I 19750.0	I	I 1962/1976	I	I 01 0
1141900132 MBOND (LWNG)	I OGOUE	I -00 25 17	I +012 29 12	I 190	I 53900.0	I	I 1967/1980	I	I 02
1141900133 NDJOLE OPERATIONNEL	I OGOUE	I	I	I	I 20	I 158100.	I 1953/1980	I	I 02 0
1141900134 NDJOLE S H D (ANGOUNA)	I OGOUE	I -00 08 55	I +010 46 51	I 21	I 158000.	I	I 1953/1978	I	I 01 0
1141900135 NDJOLE (LWNG)	I OGOUE	I -00 27 18	I +010 24 09	I 20	I 158100.	I	I 1962/1969	I	I 02 0
	I	I	I	I	I	I	I 1973/1980	I	
1141900136 NDJOLE PORT	I OGOUE	I	I	I	I 20	I 158100.	I 1961/1962	I	I 01 0
1141900139 NGOMO	I OGOUE	I -00 50 02	I +009 59 02	I	I	I	I 1905/1914	I	I 01
	I	I	I	I	I	I	I 1933/1950	I	
	I	I	I	I	I	I	I 1959/1978	I	

Annexe H
Le Projet GAB/89/004
de Renforcement de la Météorologie

Projet du Gouvernement du Gabon

DESCRIPTIF DU PROJET

Code et titre : GAB/89/004 "Réhabilitation et renforcement du Service Météorologique"

Durée : 24 mois

Site du projet : Tout le territoire national

Secteur et sous-secteur :

Sciences et Technologie

Météorologie (1600)

: Contribution du PNUD et participation aux coûts Dollars

Organisme gouvernemental chargé de l'exécution :

Direction de la Météorologie Nationale

: Total de la contribution du PNUD et de la participation aux coûts (1) : 463.000

Agence d'exécution : Organisation Météorologique Mondiale (OMM)

Date prévue pour le début du projet : novembre 1990

Apports du Gouvernement :

En nature : 457.400.000 FCFA

(1) Source des fonds : CIP/Gouvernement (participation aux coûts du Programme)

Description succincte :

Le présent projet a pour but :

- la remise en état de fonctionnement normal du réseau météorologique national existant;
- l'implantation de nouvelles stations;
- le développement d'un système fiable de collecte de données;
- la création d'une banque de données par la mise en place d'un système informatique simple;
- la mise à disposition permanente des usagers d'informations de bonne qualité.

Pour le Gouvernement

Pour l'Agence d'Exécution

Pour le PNUD

DATE

NOM ET TITRE
ANGE HACHIN
Commissaire
au Plan

A. COFFE

RR ai

A. COFFE

RR ai

07/01/91

07/01/91

(Taux officiel de change de 1'ONU à la date de signature du descriptif de projet, 1 dollar = 262 FCFA)

A - CONTEXTE

1. Description du sous-secteur

Le Service Météorologique a pour mission de participer au développement économique du Gabon et à une meilleure connaissance des changements climatiques à l'échelle du globe par la collecte des données météorologiques, agrométéorologiques, l'interprétation de ces données et leur mise à disposition des usagers.

La Direction de la Météorologie fonctionne en étroite collaboration avec l'Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne en Afrique et à Madagascar (ASECNA). Au point de vue administratif, le personnel du Service Météorologique de l'ASECNA est constitué, en principe, du personnel technique de la Direction de la Météorologie Nationale détaché. Du point de vue technique, l'Agence gère 14 stations synoptiques dont deux fonctionnent sur contribution des activités communautaires (l'ensemble des Etats de l'ASECNA) et 12 stations sur financement, article 10 (budget de l'Etat). L'essentiel des informations météorologiques provient actuellement des 14 stations synoptiques étant donné que les stations agrométéorologiques, climatologiques et les postes pluviométriques de la Direction de la Météorologie ne fonctionnent pas.

2. Stratégie du Gabon

La finalité de la politique économique et sociale du Gouvernement gabonais est l'amélioration du niveau et du cadre de vie de la population. Or, la moitié de cette population dépend de l'agriculture. Cependant, jusqu'à une date récente, l'économie gabonaise reposait principalement sur l'exploitation du bois et des ressources minérales (uranium, manganèse, pétrole, entre autres).

Une nouvelle orientation vient d'être imprimée à l'économie gabonaise par suite de la diminution de la production pétrolière, de l'insécurité du marché minier tant du point de vue de la production que de la demande et des coûts. Cette nouvelle orientation a pour stratégie générale :

- d'accroître la production agricole ;
- de développer l'énergie hydro-électrique qui, dans le Plan 1984-88, devait représenter un cinquième des investissements totaux. Une étude sur l'inventaire des ressources hydro-électriques a montré qu'il y a un potentiel considérable pour assurer le remplacement d'énergie des hydrocarbures :

- . le potentiel hydro-électrique de la Vallée M'Bei a été augmenté par extensions au système Kinguele et par de nouvelles installations à Tchimbélé,
- . les projets hydro-électriques actuels sont prévus pour augmenter la capacité de la production électrique de 24.000 KW,
- . l'étude de faisabilité des différentes sources d'énergie (notamment nucléaires) a montré que la production hydro-électrique pourra constituer la meilleure utilisation des ressources ;
- de continuer les recherches minières ;
- de développer la petite et moyenne industrie et, en particulier, l'agro-industrie ;
- d'accroître l'alimentation en eau potable. Il existe des centaines de petits projets d'utilisation des eaux de surface pour l'alimentation en eau potable des centres peuplés et du monde paysan ;
- de contrôler les crues des fleuves : aux mois d'octobre/novembre 1988, les crues du fleuve Ogooué et de ses affluents ont causé des dégâts importants dans les villes de Lambaréné , Ndjolé, Makokou et Mouila.

D'une façon générale, les activités humaines sont tributaires du temps et du climat. Partout dans le monde les services météorologiques et hydrologiques ont diversifié leurs activités pour répondre aux besoins exprimés. Au Gabon, ces services n'ont pas échappé à cette règle générale et disposent donc de services agro-météorologiques, climatologiques, hydro-météorologiques et hydrologiques dans le but de soutenir les activités déployées au niveau des sociétés d'état (SEEG entre autres), des sociétés d'économie mixte (AGRO-GABON pour ne citer que celle-ci).

3. Assistance antérieure ou en cours

Depuis près de vingt ans, le réseau météorologique du Gabon ne cesse de se détériorer. Actuellement, aucune station (agro-météorologique, climatologique et pluviométrique) ne fonctionne. La cause de cette situation est la mise à la disposition du Service d'un budget qui ne couvre même pas les frais de fonctionnement du Service Central, à fortiori les tournées d'inspection et de maintenance et les indemnités aux observateurs. Plusieurs missions d'experts sous l'égide du PNUD, de l'OMM, de la CEA (M. H. Singh, 1973 - M. I. Panait, mai 1982 - M. J.A. Bedel, décembre 1984 - M. C. Baldy, décembre 1984, entre autres) ont eu lieu au Gabon pour pallier aux difficultés de fonctionnement du Service, mais les résultats auxquels elles sont parvenues n'ont pas permis de changer notablement la situation.

Actuellement, le Gabon ne reçoit aucune assistance extérieure dans le domaine de la météorologie, si ce n'est indirectement par le biais de l'ASECNA, ou occasionnellement par le canal du Programme de Coopération Volontaire (PCV) de l'OMM.

Cette situation préoccupante a amené les autorités nationales à lancer une invitation au Secrétaire Général de l'Organisation Météorologique Mondiale à se rendre au Gabon. Cette visite a eu lieu du 30 juillet au 3 août 1989.

Le Secrétaire Général s'est effectivement rendu compte de la mauvaise situation dans laquelle se trouve le Service Météorologique gabonais. Sur la base d'un document préparé par la Direction de la Météorologie, les propositions suivantes ont été acceptées par les trois parties (Gouvernement, OMM, PNUD) et concernent :

- des actions à court terme tendant à réhabiliter le réseau par le biais de fournitures d'équipement et de formation ;
- des actions à moyen et long termes en vue du redressement et du développement du Service Météorologique. Chaque partie s'engage à explorer un certain nombre de voies pour mobiliser les moyens requis, notamment :
 - . fourniture par le Gouvernement de véhicules pour l'inspection des stations et financement des charges récurrentes pour le fonctionnement du Service Météorologique ;
 - . formations de courte durée et fourniture d'équipements dans le cadre PNUD/OMM par le biais du PCV.
- un projet d'appui devant être formulé par une mission de consultants en météorologie et hydrologie (septembre/octobre 1989) permettant aux trois parties de mobiliser les ressources nécessaires pour le renforcement et le développement du Service Météorologique.

4. Cadre institutionnel du sous-secteur

La Direction de la Météorologie Nationale, placée sous la tutelle technique du Ministère des Transports, de l'Aviation Civile et Commerciale et de la Marine Marchande, a été créée par le décret 12457/PR/MACC du 26 Août 1983 avec les attributions suivantes :

Article 20 - Placée sous l'autorité d'un Directeur, la Direction de la Météorologie Nationale est chargée :

- de veiller à l'exploitation des données météorologiques pour les besoins de l'aéronautique et, à ce titre, de contrôler l'activité de l'Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne en Afrique et à Madagascar (ASECNA) dans le domaine de la météorologie ;
- de préparer et d'exploiter les statistiques pour les besoins de l'ensemble de la Météorologie Nationale et d'en assurer la diffusion ;
- de recruter le personnel de la Météorologie ;
- d'implanter et d'entretenir les stations pluviométriques, climatologiques et agrométéorologiques, en collaboration avec les autres départements ministériels et organismes intéressés ;
- d'assurer l'assistance météorologique à tous les secteurs économiques tributaires du climat, notamment l'agriculture ;
- d'assurer la mise en oeuvre des accords internationaux et inter-Etats en liaison avec les organismes dont l'activité concerne la discipline météorologique.

Article 21 - Le Directeur de la Météorologie Nationale est nommé par décret pris en Conseil des Ministres sur proposition du Ministre de l'Aviation Civile et Commerciale. Il est choisi dans le corps des Ingénieurs de Météorologie.

Article 22 - La direction de la Météorologie Nationale comprend :

- le Service de la Climatologie,
- le Service de l'Agrométéorologie,
- le Service des Réseaux Météorologiques

B - JUSTIFICATION DU PROJET

1. Problèmes à résoudre et situation actuelle

Le problème à résoudre est le renforcement du Service Météorologique National. Ce renforcement doit se faire sur la base du diagnostic de la situation présente dont la description succincte est présentée comme suit.

Faute d'inventaire, il est difficile de quantifier d'une façon exhaustive les différentes catégories de stations existantes. Cependant, l'historique du Service Météorologique montre qu'il existait :

- 14 stations synoptiques,
- 4 stations agro-météorologiques,
- 1 station climatologique,
- 80 postes pluviométriques.

Il semble que l'infrastructure existe pour certaines stations dont on ne connaît pas le nombre exact.

Cette situation est due :

- à la mise à disposition d'un service pourtant bien étoffé en personnel (2 cl. I directeur, 19 cl. III 13 cl. IV et 6 personnels de soutien) mais d'un budget de fonctionnement dérisoire (2 millions FCFA/an.
- à l'inexistence d'un budget d'investissement ;
- au manque de moyens logistiques, notamment des véhicules pour l'inspection du réseau et sa maintenance.

Une conséquence de cette situation est l'inexistence de publications. Le Service Météorologique ne peut donc plus jouer son rôle d'assistance aux usagers.

Pour ce qui concerne les bâtiments, le Service Météorologique possède des bâtiments suffisants au sein du Ministère des Transports et de l'Aviation Civile.

2. Situation escomptée à la fin du projet

Le projet se propose de mettre en place un Service Météorologique opérationnel par la remise en état de tout le réseau météorologique, l'implantation de stations nouvelles (agro-météorologiques, climatologiques, pluviométriques), des inspections systématiques et une maintenance appropriée de ce réseau, la collecte de l'information météorologique par des moyens adéquats, sa mise à jour, son informatisation et sa mise à la disposition des usagers nationaux et étrangers.

Pour conserver ces résultats, le Gouvernement doit continuer à fournir le budget nécessaire pour le fonctionnement des services et la formation du personnel.

3. Bénéficiaires cibles

Le personnel technique des services météorologiques (2 cl.I, 3 cl.II, 19 cl.III, 25 cl.IV) pourra acquérir des connaissances scientifiques et techniques à travers une formation adaptée et par le travail quotidien.

Des informations météorologiques hiérarchisées doivent être mises à la disposition des usagers. La définition des types d'informations dépendant des niveaux de traitement (données brutes, données élaborées), celle-ci se fera en relation avec les usagers concernés.

Quelques bénéficiaires indirects ont été identifiés dans le domaine de l'agriculture :

- Irrigation d'environ 10.000 ha pour la production de riz et d'autres cultures alimentaires.
- Projet rizicole de N'Dendé.
- Projet à Lekoni de culture de maïs en relation avec le monde rural.
- Opération café (Ogooué-Ivindo).
- Opération zonale intégrée à Moabi (palmier à huile et cultures vivrières : banane plantin, taro) par Agro-Gabon.
- Opération arachide (Lebamba-N'Dendé).
- Projet fruitier (Franceville).
- Projet cocotier.
- Ranch d'élevage bovin de la Nyanga (100.000 ha aménagés en pâturage - 30.000 têtes à terme en 1993/94), Agrogabon.
- Ranch de Lakabi (65.000 ha, élevage de 12.000 têtes de bétail - actuellement 6.000), Agrogabon.
- Création et développement de fermes d'élevage traditionnel pour l'augmentation de la production animale (40.000 têtes).
- Ranch de la Ngounié (40.000 ha - 5.000 têtes), Agrogabon.
- Projet de palmier à huile (7.500 ha - Makokou), Agrogabon.
- Plantation de palmier à huile (6.100 ha près de Lambaréné)

- Station portuaire de Port-Gentil - bois (7.500 ha - exportation vers le Portugal), Agrogabon.
- Projet d'hévéa-culture de Kango (4.000 ha à terme en 1990 - 2.500 actuellement), Agrogabon.
- Reboisement de 3.000 ha/an pour production de bois.
- Section arboriculture fruitière CIAM. *
- Section culture vivrière (manioc, maïs, arachides, soja, gombo), CIAM.
- Section culture in vitro CIAM.
- Section semences et cultures maraîchères CIAM.

Dans les trois dernière sections, on pratique la défense des cultures.

4. Stratégie du projet et modalités d'exécution

Un premier stade d'utilisation de l'informatique simple sera institué par la mise en place d'un micro-ordinateur et d'un logiciel.

Une formation sur le tas du personnel technique en agrométéorologie et en climatologie, de la Direction Centrale, devra être envisagée en même temps que la formation spécialisée. Une stratégie d'économie des coûts de formation en informatique est conçue en prévoyant l'utilisation des possibilités de formation en informatique existant dans le pays (Institut Africain d'Informatique, IAI).

L'effort de formation PNUD sera renforcé par l'assistance de coopération bilatérale en s'appuyant sur le PCV/OMM. En cas de besoin, il est indiqué d'explorer l'utilisation de bourses gouvernementales.

Les modalités proposées consistent en outre :

- en la participation d'un expert en agrométéorologie pour une durée de 24 mois, durée minimale pour atteindre les objectifs de réhabilitation du réseau,
- au recrutement d'un consultant en informatique pour une durée de 4 mois, durée courte mais suffisante eu égard à la simplicité du système informatique qui sera mis en place,
- au recrutement pour 2 mois d'un consultant en climatologie.

 * CIAM : Centre d'Introduction, d'Adaptation et de Multiplication de Matériel Végétal, Vivrier et Fruitier.

- au recrutement pour un mois d'un consultant en formation CLICOM
- au recrutement pour un mois d'un consultant en organisation de la Direction de la Météorologie Nationale

Tous les aspects évoqués ici tiennent compte de la situation avant-projet et d'un plan réaliste d'exécution du projet sur la base d'une assistance extérieure sous forme de personnel, de formation, d'équipement et de contribution financière pour arriver au résultat escompté qui est la mise à disposition des utilisateurs d'informations météorologiques compétitives.

5. Raisons justifiant l'assistance du PNUD et de l'OMM

La détérioration du réseau météorologique avait entraîné l'envoi par le PNUD et l'OMM de plusieurs missions d'experts. Les résultats auxquels ces missions sont parvenues n'étant pas satisfaisants, le Gouvernement gabonais a fait appel au Secrétaire Général de l'OMM qui a répondu favorablement à cette demande vu la mauvaise situation dans laquelle se trouvait le Service Météorologique. Le redressement du Service demanderait des investissements importants. La conjoncture économique nationale et internationale n'étant pas favorable, un appui de la communauté internationale, du PNUD et de l'OMM en particulier, s'avère nécessaire.

Bien qu'aucune intervention spécifique n'ait été prévue au titre du 4ème Programme du PNUD, il est apparu au cours de l'examen de la situation actuelle du Service Météorologique National qu'il était souhaitable qu'une assistance soit entreprise dans ce domaine, d'autant que le Service Météorologique doit, d'une façon générale, contribuer au processus de développement rural et à l'augmentation de la production agricole qui figure parmi les objectifs de ce 4ème Programme.

6. Considérations particulières

Une coopération avec le secteur privé (ASECNA), étatique, para-étatique (Agrogabon) ou d'autres secteurs potentiels, sera développée. En outre, le projet fournira les éléments relatifs et nécessaires aux activités envisagées au Centre AGRHYMET et au Centre Africain pour l'Application de la Météorologie au Développement (ACMAD) dont les Sièges se trouvent à Niamey, Niger.

7. Accords de coordination

Une concertation devra s'établir entre le projet et d'autres projets ou programmes menés par le PNUD et l'OMM :

projet RAF/87/126 d'assistance à l'Institut Africain d'Informatique, Programme de Coopération Volontaire de l'OMM et projet GAB/85/001 Ecole Nationale de Développement Rural.

Le projet entretiendra aussi des liaisons étroites avec le Centre AGRHYMET de Niamey pour les aspects de formation.

8. Capacité de soutien de la contrepartie

Pour une bonne exécution du projet, l'Etat s'engage à maintenir en place le personnel technique et administratif du Service Météorologique existant et à payer leurs salaires et indemnités.

L'Etat s'engage par ailleurs à recruter 3 cadres cl II et 12 techniciens cl IV devant être employés à l'intérieur du pays, le personnel actuel étant très insuffisant.

L'Etat s'engage à cet effet à mettre en place un budget de 457.400.000 FCFA pour le personnel et l'équipement dont 8 véhicules au total pour la durée du projet, à savoir 26 mois.

Des locaux adaptés pour les centres régionaux et un terrain de quatre hectares pour l'implantation future de la Direction de la Météorologie Nationale seront mis à la disposition du projet. Une station agrométéorologique de référence sera installée sur ce terrain au cours du projet.

Certaines dispositions juridiques seront également prises, à savoir :

- engagement obligatoire de 10 ans pour le personnel technique formé aux fins du projet ;
- prise en compte par la Fonction Publique d'un système de bonification appliqué aux agents formés tenant compte de la durée et du contenu de la formation.

C - OBJECTIF DE DEVELOPPEMENT

La réhabilitation et le renforcement des activités météorologiques au Gabon s'inscrivent dans le cadre des objectifs fondamentaux et prioritaires de la politique gouvernementale, qui visent à promouvoir le bien-être des citoyens par la gestion et l'exploitation des ressources naturelles sur des bases scientifiques à partir d'études fondées sur des données de qualité.

D - OBJECTIFS IMMEDIATS, PRODUITS ET ACTIVITES

1. Premier objectif immédiat

La réhabilitation et le développement du réseau météorologique.

Critère de succès

Collecte de données météorologiques de bonne qualité.

Produits

1.1 14 stations synoptiques réhabilitées.

Activités

1.1.1 Mise en place d'un budget adéquat.

1.1.2 Implantation d'un parc automobile : 1 véhicule tout terrain par province et 2 véhicules pour les services centraux (Direction + 3 services).

1.1.3 Acquisition de matériel météorologique. Entretien et révision du matériel existant à partir d'un stock de pièces de rechange fourni.

1.1.4 Remplacement dans les stations d'éléments d'équipement manquants ou détériorés.

1.2 4 nouvelles stations agrométéorologiques, 2 nouvelles stations climatologiques, 80 nouveaux postes pluviométriques implantés.

Activités

1.2.1 Reconnaissance et choix des sites.

1.2.2 Acquisition d'un terrain de 4 ha et implantation de la station agrométéorologique de référence.

1.2.3 Implantation de 5 stations.

1.2.4 Officialisation ou semi-officialisation des stations de certains organismes de développement (AGROGABON, CIAM).

1.2.5 Recrutement et formation en station des observateurs manquants au niveau des stations agrométéorologiques, climatologiques et des postes pluviométriques (1 titulaire et 1 suppléant par station).

1.2.6 Observation phénologique près de la station de référence.

(1 titulaire et 1 suppléant par station).

1.3 12 techniciens, cl IV (inspection du réseau météorologique) et deux techniciens de maintenance, 1 cl II et 1 cl III formés.

Activités

1.3.1 Recrutement de 12 brevetés et 3 cadres cl II.

1.3.2 Formation de classe IV (9 à 12 mois) à Libreville sur bourse nationale. L'enseignement technique sera assuré en relation avec la Direction de la Météorologie et l'ASECNA.

1.3.3 Formation de deux techniciens de maintenance, cl III à l'étranger pour la météorologie.

1.4 Un système d'exploitation des données météorologiques fiables à terme du projet.

Activités

1.4.1 Mise en place d'un dispositif de transmission régulière des informations météorologiques.

1.4.2 Inspection et maintenance régulière des stations (au moins une fois par an pour les stations synoptiques, deux fois par an pour les stations agrométéorologiques et climatologiques et au moins une fois par an pendant la saison sèche pour les postes pluviométriques).

1.5 Un Service Météorologique National restructuré et plus performant.

Activités

1.5.1 Analyse de l'organisation administrative actuelle (identification des points forts et des lacunes).

1.5.2 Proposition de restructuration.

1.5.3 Conditions de mise en place d'une organisation administrative plus performante.

1.5.4 Suivi.

2. Deuxième objectif immédiat

La valorisation et mise à disposition de l'information météorologique produite par les réseaux nationaux.

Critère de succès

Disponibilité de fichiers de données météorologiques à jour, facilement consultables et cessibles.

Produits

- 2.1 Des cadres formés : 6 cl III, 2 cl IV, personnel agrométéorologie et climatologie formé sur le tas en traitement de données.

Activités

- 2.1.1 Formation de 4 techniciens informatiques à l'Institut Africain de l'Informatique (IAI) dont 2 opérateurs (cl IV) et 2 programmeurs (cl III).
- 2.1.2 Formation de 3 techniciens en traitement de données cl III à Niamey (Niger) au Centre Technique de la Météorologie.
- 2.1.3 Formation d'un agro-météorologie cl III à Niamey.
- 2.1.4 Formation sur le tas par l'expert en traitement de données du personnel agrométéorologique et climatologique.
- 2.1.5 Formation sur le tas par l'expert du personnel n'ayant pas reçu une formation spécifiques.
- 2.2 Une banque de données opérationnelles pour le traitement et l'analyse des données de base produites par le réseau.

Activités

- 2.2.1 Choix et commande de l'équipement informatique et des logiciels.
- 2.2.2 Installation du matériel informatique et des logiciels.
- 2.2.3 Contrôle de vraisemblance et de cohérence des données.
- 2.2.4 Tableaux statistiques et publications.
- 2.2.5 Présentation des données pour des applications définies.

- 2.3 Des rapports périodiques : Bulletin agrométéorologique décadaire (quelques données de 14 stations synoptiques), bulletins climatologiques mensuels (30 stations et stations d'organismes de développement) et annuels (180 stations) ; rapport du GTP (Groupe de Travail Pluridisciplinaire : météorologie/agriculture) sur une station de référence dans l'enceinte de la Direction Météo ; comptes-rendus d'activités pour la sauvegarde de données climatologiques en rapport avec le siège central de Genève.

Activités

- 2.3.1 Préparation, publication et diffusion d'un bulletin décadaire dans un délai de 4 jours après décade.
- 2.3.2 Publication et diffusion d'un bulletin mensuel dans un délai de 15 jours après fin du mois.
- 2.3.3 Publication et diffusion d'un bulletin annuel dans un délai de 3 mois.
- 2.3.4 Création d'un groupe de travail pluridisciplinaire (GTP): météorologie/agriculture
- 2.3.5 Formation du groupe de travail pluridisciplinaire (agrométéorologistes et agronomes) qui élabore un bulletin décadaire sur la base des données agrométéorologiques de la station de référence et phénologiques de champs voisins dans le but d'orienter les travaux agricoles. Des calculs de rendement faits à la fin de la saison devraient permettre d'identifier les relations plantes/climat.
- 2.3.6 Préparation des données météorologiques pour la publication des bulletins semestriels et des annuaires.
- 2.3.7 Rédaction et publication des bulletins semestriels et des annuaires hydrologiques (depuis le dernier paru) jusqu'en 1990.
- 2.3.8 Des activités de plusieurs types doivent être menées pour l'installation, l'utilisation et la maintenance des systèmes CLICOM (traitement informatique des données climatologiques) qui conduiront à la production des comptes-rendus d'activités pour la sauvegarde de données climatologique en rapport avec le siège central OMM.

- (a) Analyse du volume et du type (quotidien, mensuel ou annuel) des données historiques n'ayant pas été exploitées par le Service National et de la fréquence des flux de données, y compris les données provenant des réseaux et d'autres agences (premier mois).
- (b) Sur la base de l'analyse précédente, déterminer les besoins en hardware, y compris système de base, besoin possible en stations de travail, noyau, mémoire et périphériques (septième mois).
- (c) Préparation et dispatching de ce qui sera nécessaire (deuxième mois).
- (d) Réception et installation du hardware (cinquième mois).
- (e) Séminaire à l'intention des spécialistes du CLICOM par le consultant international (sixième mois).
- (f) Séminaire à l'intention des techniciens pour l'entrée des données par le consultant local (neuvième mois).
- (g) Production continue de bulletins sur le climat (dixième-douzième mois et continuellement par la suite).

2.4 Des études spécifiques entreprises à la demande de services ou d'entreprises parmi les domaines suivants : agriculture, élevage, ressources en eau, produits industriels, urbanisme, architecture, constructions et travaux publics, transports maritimes et pêches, transports aériens, environnement.

Activités

- 2.4.1 Enquête auprès des utilisateurs sur des thèmes d'intérêts spécifiques.
- 2.4.2 Sélection de 3 ou 4 thèmes en tenant compte des plus représentatifs
- 2.4.3 Exécution de 3 ou 4 études par an en relation avec les usagers.

D - APPORTS

1. Apports du Gouvernement (en nature)

1.1 Personnel

- 2 cl. I, Directeur national du projet
- 3 cl. II
- 19 cl. III
- 25 cl. IV

- salaires personnel : 283,560 millions FCFA
- indemnités observateurs : 34,840 millions FCFA
- indemnités inspection : 27,000 millions FCFA

- formation : 6,0 millions FCFA.

1.2 Equipement

- Frais de main d'oeuvre
pour stations 6,7 millions

- 8 véhicules tout terrain
- 2 photocopieurs
- 2 machines à écrire
- 10 calculatrices

- consommables : 50 millions
 - . pièces détachées véhicules
 - . carburant et lubrifiants
 - . entretien

1.3 Bâtiment (p.m.)

1.4 Eau, électricité, téléphone, climatisation, produits d'entretien, petit matériel.

2. Apports du PNUD et du Gouvernement (Participation aux coûts du Programme)

2.1 Experts et consultants

- 1 expert agrométéo 24 m/h
- 1 consultant en organisation de la DMN 1 m/h
- 1 consultant en traitement de données 4 m/h
- 1 consultant en climatologie 2 m/h
- 1 consultant en formation CLICOM 1 m/h

2.2 10 bourses

2.3 Personnel d'appui 45 m/h

2.4 Equipement

- véhicules : 1 véhicule tout terrain	17.000 \$ E.U.
1 véhicule léger	10.000 \$ E.U.
- équipement des stations météo	13.500 \$ E.U.
- matériel de traitement de données	21.500 \$ E.U.
- matériel (CLICOM)	20.000 \$ E.U.

2.5 Frais divers pour la participation au fonctionnement.

3. Apports du Programme de Coopération Volontaire de l'OMM

3.1 La République Populaire de Chine vient de faire don au Gabon, au titre du Programme de Coopération Volontaire de l'OMM, de 80 pluviomètres, de 4 stations agrométéorologiques et de 2 stations climatologiques.

3.2 D'autres apports sont escomptés d'autres bilatéraux pour la fourniture d'équipement météorologique complémentaire dont la liste figure en Annexe IX.

F - RISQUES

- Délai d'acquisition par l'Etat des équipements et véhicules ;
- Délai dans la mise en place du personnel technique à recruter ;
- Disponibilité et motivation des observateurs, disponibilité liée au paiement des indemnités ;
- Difficultés de réaliser des inspections systématiques du réseau. Ce risque peut être minimisé par le choix judicieux de la localisation ;
- Difficultés de trouver des experts et des consultants qualifiés et disponibles en temps voulu.

G - OBLIGATIONS PREALABLES ET CONDITIONS SUSPENSIVES

1. Obligations préalables

Il n'y a pas d'obligations préalables pour la réalisation du projet.

2. Conditions suspensives

Conformément à ses engagements, le Gouvernement garantira un budget de fonctionnement suffisant à la Direction de la Météorologie Nationale (DMN) pendant la durée du projet. Au terme de celui-ci, le Gouvernement mettra en place dans

les budgets normaux de la DMN les ressources nécessaires pour la prise en charge des activités ou des charges nouvelles induites par le projet (entretien du matériel informatique, fourniture des consommables, etc).

Le descriptif de projet sera signé par le PNUD et l'aide du PNUD sera fournie au projet sous réserve que le PNUD reçoive l'assurance que les conditions énumérées ci-dessus ont été remplies ou sont sur le point de l'être. Si une ou plusieurs de ces conditions ne sont finalement pas remplies, le PNUD pourra, à son gré, suspendre son aide ou y mettre fin.

H - EXAMEN, EVALUATION DU PROJET ET RAPPORTS

1. Examen tripartite

Le projet fera l'objet d'un examen tripartite (examen conjoint par des représentants du Gouvernement, de l'Agence d'Exécution et du PNUD) au moins une fois tous les douze mois suivant le démarrage du projet proprement dit.

2. Rapports

2.1. Le Coordonnateur National du projet et/ou l'Administrateur Principal du projet de l'Agence d'Exécution des Nations Unies devra préparer un rapport d'évaluation des résultats du projet (RERP) en vue de chaque réunion d'examen tripartite. D'autres RERP pourront être demandés, si besoin est, pendant la durée du projet.

2.2. Un projet de rapport final sera établi en vue de la réunion d'examen tripartite final. Un avant-projet sera établi suffisamment à l'avance pour que l'Agence d'Exécution puisse l'étudier et l'approuver du point de vue technique au moins quatre mois avant l'examen tripartite final.

3. Evaluation

Le projet fera l'objet d'une évaluation sept mois avant la date prévue pour son achèvement. L'organisation, les modalités et les dates de cette opération seront arrêtés en consultation entre les parties citées au descriptif du projet ainsi que tout organisme des Nations Unies associé au projet.

I - CONTEXTE JURIDIQUE

Le présent descriptif de projet constitue l'instrument visé à l'article premier de l'Accord de Base d'assistance conclu entre le Gouvernement de la République Gabonaise et le PNUD, signé le 11 Novembre 1974 par les parties en cause.

Aux fins dudit Accord, l'organisme du pays hôte chargé de l'exécution sera l'organisme coopérant du Gouvernement visé dans l'Accord.

Les révisions suivantes peuvent être apportées au présent descriptif de projet même si elles ne sont revêtues que de la signature du Représentant Résident du PNUD, à condition que ce dernier ait l'assurance que les autres signataires du

descriptif de projet n'ont pas d'objection à formuler à propos des changements envisagés :

- a) les révisions ou compléments apportés aux annexes du descriptif de projet ;
- b) les révisions n'ayant pas pour effet d'apporter des modifications majeures aux objectifs immédiats, aux produits et aux activités du projet, mais qui sont dues à un réaménagement des apports déjà convenus, ou à des hausses de coûts entraînées par l'inflation, etc.. ;
- c) les révisions annuelles obligatoires ayant pour objet de réaménager la fourniture d'apports déjà prévus, de refléter une hausse du coût des services d'experts ou d'autres coûts par suite de l'inflation ou de tenir compte du traitement préférentiel accordé pour le remboursement des dépenses des agences d'exécution.

COUNTRY : GABON | DATE PRINTED: 14/09/90 | PAGE 1 |

PROJECT NUMBER : GAB/89/004/ /01/16 | SHADOW BUDGET | LAST REV: 14/09/90 |

PROJECT TITLE : RENFORCEMENT DE LA METEO

PROJECT BUDGET COVERING UNOP CONTRIBUTION (in U.S. dollars)

PROJECT COMPONENTS	TOTAL AMT	1990 AMT	1991 AMT	1992 AMT	1993 AMT
	M/M	M/M	M/M	M/M	M/M
*010 PROJECT PERSONNEL					
*11 Experts:					
011-001 EXPERT AGRO-METEO	167,262		83,631	83,631	
	24.0		12.0	12.0	
011-051 CONSULTANT TRAITEMT. DONNEES	29,600		14,800	14,800	
	4.0		2.0	2.0	
011-052 CONSULTANT- CLIMATOLOGIE	15,200		7,600	7,600	
	2.0		1.0	1.0	
011-053 CONSULTANT-FORMATION CLICOM	9,000		9,000		
	1.0		1.0		
011-054 CONSULTANT-ORGANISATION OHM	10,000	10,000			
	1.0	1.0			
11-99 Subtotal (*)	231,062	10,000	115,031	106,031	
	32.0	1.0	16.0	15.0	
*13 Admin support personnel:					
013-001 APPUI ADMINISTRATIF	21,855		10,087	10,087	1,681
13-99 Subtotal (*)	21,855		10,087	10,087	1,681
*15 Official travel:					
015-001 DEPLACEMENTS OFFICIELS	8,000		4,200	3,800	
15-99 Subtotal (*)	8,000		4,200	3,800	
*16 Mission costs:					
016-001 FRAIS DE MISSION	21,000		18,000	3,000	
16-99 Subtotal (*)	21,000		18,000	3,000	
019 COMPONENT TOTAL (**)	281,917	10,000	147,318	122,918	1,681
	32.0	1.0	16.0	15.0	

COUNTRY : GABON		DATE PRINTED: 14/09/90 PAGE 2			
PROJECT NUMBER : GAB/89/004/ /01/16		SHADOW BUDGET LAST REV: 14/09/90			
PROJECT TITLE : RENFORCEMENT DE LA METEO					
PROJECT BUDGET COVERING UNDP CONTRIBUTION (in U.S. dollars)					
PROJECT COMPONENTS	TOTAL AMT	1990 AMT	1991 AMT	1992 AMT	1993 AMT
	M/M	M/M	M/M	M/M	M/M
*030 TRAINING					
031 001 BOURSE-TRAITEMENT DE DONNEES	7,179		7,179		
031 002 BOURSE-TRAITEMENT DE DONNEES	7,179		7,179		
031 003 BOURSE-TRAITEMENT DE DONNEES	7,180		7,180		
031 004 BOURSE-TECHNICIEN AGRO-METEO	7,000			7,000	
031 005 BOURSE-TECHNICIEN INFORMATIQUE	7,000		7,000		
031 006 BOURSE-TECHNICIEN INFORMATIQUE	7,000		7,000		
031 007 BOURSE-TECHNICIEN INFORMATIQUE	7,000		7,000		
031 008 BOURSE-TECHNICIEN INFORMATIQUE	7,000		7,000		
031 009 BOURSE-TECHNICIEN MAINTENANCE	7,000		7,000		
031 010 BOURSE-TECHNICIEN MAINTENANCE	7,000		7,000		
039 COMPONENT TOTAL (**)	70,538		63,538	7,000	
*040 EQUIPMENT					
041 001 EQUIPEMENT FONGIBLE	5,000		5,000		
042 001 EQUIPEMENT NON-FONGIBLE	84,000		52,000	32,000	
049 COMPONENT TOTAL (**)	89,000		57,000	32,000	
*050 MISCELLANEOUS					
053 001 DIVERS	21,545		9,045	8,000	4,500
059 COMPONENT TOTAL (**)	21,545		9,045	8,000	4,500
099 BUDGET TYPE TOTAL (***)	463,000	10,000	276,901	169,918	6,181
	32.0	1.0	16.0	15.0	
999 UNDP TOTAL (***)	463,000	10,000	276,901	169,918	6,181
	32.0	1.0	16.0	15.0	

COUNTRY : GABON | DATE PRINTED: 14/09/90 | PAGE 3 |

PROJECT NUMBER : GAB/89/004/ /01/16 | SHADOW BUDGET | LAST REV: 14/09/90 |
PROJECT TITLE : RENFORCEMENT DE LA METEO

PROJECT BUDGET COVERING GOVERNMENT CONTRIBUTION (in local Currency)

PROJECT COMPONENTS	TOTAL AMT M/M	1990 AMT M/M	1991 AMT M/M	1992 AMT M/M	1993 AMT M/M
*010 PROJECT PERSONNEL					
*17 National Professionals:					
017 001 PERS. NAT'L CLASSE I	15,000		5,000	5,000	5,000
017 002 PERS. NAT'L CLASSE II	27,000		9,000	9,000	9,000
017 003 PERS. NAT'L CLASSE III	90,000		30,000	30,000	30,000
017 004 PERS. NAT'L CLASSE IV	126,000		28,560	42,000	55,440
017 005 PERS. NAT'L DACTYLO	14,400		4,800	4,800	4,800
017 006 PERS. NAT'L CHAUFFEUR MECANIC.	3,600		1,200	1,200	1,200
017 007 PERS. NAT'L MAGASINIER	3,240		1,080	1,080	1,080
017 008 PERS. NAT'L PLANTON	2,160		720	720	720
017 009 PERS. NAT'L MANOEUVRE	2,160		720	720	720
017 010 PERS. NAT'L INDEMNITES TOTAL:	57,840		19,280	19,280	19,280
17 99 Subtotal (*)	341,400		100,360	113,800	127,240
019 COMPONENT TOTAL (**)	341,400		100,360	113,800	127,240
*030 TRAINING					
032 001 FORMATION DE GROUPE	6,000		6,000		
039 COMPONENT TOTAL (**)	6,000		6,000		

.....

COUNTRY	: GABON	DATE PRINTED:	14/09/90	PAGE	4
---------	---------	---------------	----------	------	---

.....

PROJECT NUMBER	: GAB/89/004/ /01/16	SHADOW BUDGET	LAST REV: 14/09/90
----------------	----------------------	---------------	--------------------

.....

PROJECT TITLE	: RENFORCEMENT DE LA METEO

.....

PROJECT BUDGET COVERING GOVERNMENT CONTRIBUTION (in local Currency)

.....

PROJECT COMPONENTS		TOTAL AMT	1990 AMT	1991 AMT	1992 AMT	1993 AMT
		M/M	M/M	M/M	M/M	M/M
*040 EQUIPMENT						
041 001 EQUIPEMENT FONGIBLE		50,000		12,000	12,000	26,000
042 001 EQUIPEMENT NON- FONGIBLE		60,000		30,000	30,000	
049 COMPONENT TOTAL (**)		110,000		42,000	42,000	26,000
099 BUDGET TYPE TOTAL (***)		457,400		148,360	155,800	153,240

.....

ANNEXES

- ANNEXE 1. Plan de travail
- ANNEXE 2. Calendrier des rapports et des évaluations du projet
- ANNEXE 3. Liste des équipements
- ANNEXE 4. Termes de référence de l'expert en agro-météorologie
- ANNEXE 5. Termes de référence du consultant en traitement de données
- ANNEXE 6. Termes de référence du consultant en climatologie
- ANNEXE 7. Termes de référence du consultant en formation CLICOM
- ANNEXE 8. Termes de référence du consultant en organisation de la Direction de la Météorologie Nationale
- ANNEXE 9. Etat du réseau météorologique avant et après la réalisation du projet
- ANNEXE 10. Organigramme de la Direction de la Météorologie Nationale.

ANNEXE I

Plan de travail

Un plan de travail détaillé sera établi par le Directeur National du projet et l'expert dès le lancement des activités du projet.

ANNEXE II

Calendrier des rapports et des évaluations du projet

1991 Août : Rapport d'évaluation des résultats du projet

Novembre : Révue tripartite

1992 Avril : Evaluation

Août : Rapport d'évaluation des résultats du projet,
version préliminaire du rapport final

Novembre : Revue tripartite final.

ANNEXE III

DETAIL DES EQUIPEMENTS FOURNIS PAR LA CHINE

Equipement de toutes les autres stations nouvelles et dont l'acquisition est en cours (PCV/OMM/CHINE)

Ref. lettre OMM n° 24.876/T/V/GAB/OB2 du 02/1/1990

Pour 2 stations climatologiques principales

- 2 abris météorologiques grand modèle
- 2 pluviomètres
- 2 évaporomètres piche
- 2 jeux de thermomètres extrêmes
- 2 jeux de thermomètres dans le sol
- 2 thermomètres au sol à minima
- 2 psychromètres
- 2 pluviographes
- 2 thermo-hygrographes
- 2 anémo-girouettes
- 2 héliographes Campbell-Stokes

Pour 4 stations agrométéorologiques

- 4 abris météorologiques grand modèle
- 4 pluviomètres avec éprouvettes
- 4 jeux de thermomètres extrêmes
- 4 thermomètres au sol à minima
- 4 jeux de thermomètres dans le sol
- 4 psychromètres
- 4 pluviographes
- 4 thermo-hygrographes
- 4 anémomètres totalisateurs
- 4 héliographes Campbell Stokes
- 4 pyranographes totalisateurs
- 4 bacs d'évaporation classe A
- 4 jeux d'équipement pour la mesure de l'humidité du sol (tarière, boîtes d'échantillonnage, étuve, balance, pelles).

Tout ce matériel est estimé à plus de 60 millions de Francs CFA.

LISTE DES EQUIPEMENTS METEOROLOGIQUES
REQUIS PAR LE SERVICE METEOROLOGIQUE DU GABON

1. Quatre-vingt (80) postes pluviométriques

- 80 pluviomètres avec éprouvettes

2. Quatre (4) stations agrométéorologiques

- 4 abris météorologiques grand modèle
- 4 pluviomètres avec éprouvettes
- 12 jeux de thermomètres extrêmes
- 12 thermomètres au sol à minima
- 12 jeux de thermomètres dans le sol
- 4 psychromètres
- 4 pluviographes
- 4 thermohygrographes
- 4 anémomètres totalisateurs
- 4 héliographes
- 4 pyranographes totalisateurs
- 4 bacs d'évaporation classe A
- 4 évaporomètres Piche
- 4 jeux d'équipement pour la mesure de l'humidité du sol (tarière, boîtes d'échantillonnage, étuve, balance, pelles).

3. Deux (2) stations climatologiques

- 2 abris météorologiques
- 2 pluviomètres avec éprouvettes
- 2 jeux de thermomètres extrêmes
- 2 psychromètres
- 2 anémomètres totalisateurs
- 2 pluviographes
- 2 héliographes
- 2 bacs d'évaporation classe A
- 2 évaporomètres Piche

4. Quatorze (14) stations synoptiques

- 10 abris météorologiques grand modèle
- 14 barographes avec accessoires
- 2 baromètres à échelle compensée
- 6 pluviographes à augets avec accessoires
- 2 héliographes avec accessoires
- 12 pylônes anémométriques avec haubannage
- 2 générateurs d'hydrogène électrolytiques pour deux (2) stations de sondage Pilot
- 2 théodolites de sondage vent.

5. Moyen de traitement des données

- 1 micro-ordinateur avec périphérique.

(en dollars E.U.)

a) Matériel manquant ou détérioré dans les stations synoptiques existantes (14) :

NOMENCLATURE	QUANTITE	PRIX TOTAL
01 Abri g.m.	2	4.500
02 Barographe	2	1.330
03 Baromètre	2	1.530
04 Thermographe	2	1.000
05 Hygrographe	2	1.000
06 Pluviographe	2	2.640
07 Hétrographe	2	1.500
08 Bac classe		
09 Anémo-girouette		
10 Pluviomètre		
11 Evaporomètre Piche		
12 Thermo s/abri		
13 Thermo max s/abri		
14 Thermo min s/abri		
15 Thermo max/sol		
16 Thermo min/sol		
17 Thermo sol/100 cm		
18 Thermo sol/50 cm		
	TOTAL	13.500

b) Matériel de traitement de données

1 Micro-ordinateur, type IBM	6.000
1 Imprimante à laser	4.000
1 Ondulateur	3.500
1 Plotteur	2.500
Consommables	3.000
Maintenance (15 % coût équipement)	2.500

Total partiel 21.500

c) Moyens de transports

1 véhicule tout terrain	17.000
1 véhicule léger	10.000
1 lot de pièces détachées	2.000

Total partiel	29.000
---------------	--------

TOTAL EQUIPEMENT METEO	64.000
------------------------	--------

AFFECTATION DES VEHICULES DU PROJET

1 - Nombre de véhicules

- 8 véhicules tout terrain payés par l'Etat,
- 1 véhicule tout terrain payé par le PNUD,
- 1 véhicule léger payé par le PNUD.

2 - Affectation

1 véhicule tout terrain sera affecté pour
toutes les stations et postes pluviomé-
triques de l'
et du

			Estuaire Moyen-Ogooué
1	"	"	Haut-Ogooué
1	"	"	Nyanga
1	"	"	Ngounié
1	"	"	Ogooué Ivindo
1	"	"	Ogooué Lolo
1	"	"	Ogooué Marit.
1	"	"	Woleu Nem

1 véhicule tout terrain basé à la direction Centrale,
destiné aux visites d'inspection sur le terrain.

1 véhicule léger pour l'expert principal du projet.

ANNEXE IV

TERMES DE REFERENCE DE L'EXPERT EN AGRO-METEOROLOGIE (Expert Principal)

Le candidat doit être titulaire d'un titre d'ingénieur avec spécialisation en agrométéorologie. Il devra avoir une expérience d'au moins dix ans comportant l'organisation et l'exploitation d'un service agrométéorologique, des connaissances pratiques du traitement des données sur micro-ordinateur, et l'expérience des pays tropicaux serait un avantage.

Une excellente connaissance du français est indispensable.

En collaboration avec le Directeur national, les autres experts du projet et le personnel national de contrepartie, il aura les tâches suivantes :

- a) Coordonner et mettre en oeuvre les activités du projet et établir un plan de travail détaillé;
- b) Etablir un programme détaillé visant à l'organisation du Service Météorologique National ;
- c) Planifier les activités de réhabilitation du réseau;
- d) Mettre en place un système de rassemblement ;
- e) Superviser la mise en place et l'opération du système informatique ;
- f) Participer à la sélection des candidats aux bourses de formation à l'étranger ;
- g) Formation en traitement de données du personnel agrométéorologique et climatologique;
- h) Participation à la formation des cadres du projet;
- i) Rédiger les rapports pour l'évaluation des résultats du projet;
- j) Elaborer les termes de référence des consultants en formation CLICOM et en organisation de la Direction de la Météorologie Nationale.

ANNEXE V

TERMES DE REFERENCE DU CONSULTANT EN TRAITEMENT DE DONNES

Le consultant en traitement de données doit être titulaire d'un diplôme d'ingénieur avec spécialisation en informatique. Il devra avoir une expérience en traitement de données d'au moins cinq ans. Les connaissances acquises en programmation doivent être essentiellement en langage FORTRAN 77 et BASIC. Des connaissances en météorologie de base seraient un avantage.

Une excellente connaissance du français est indispensable.

Placé sous l'autorité de l'expert principal agrométéorologue, le consultant devra s'acquitter des tâches suivantes :

- a) effectuer la réception de l'équipement informatique et en assurer l'installation ;
- b) installer les logiciels météorologiques sur l'équipement acquis ;
- c) assurer la mise en place des fichiers de données météorologiques sur le système informatique ;
- d) créer un système de banques de données météorologiques ;
- e) former le personnel technique à l'utilisation du système informatique mis en place.

ANNEXE VI

TERMES DE REFERENCE DU CONSULTANT EN CLIMATOLOGIE

Le candidat doit être titulaire d'un titre d'ingénieur avec spécialisation en climatologie. Il devra avoir une certaine expérience de l'organisation et de l'exploitation d'un service de climatologie.

Une excellente connaissance du français est indispensable.

En collaboration avec le Directeur national, les autres experts du projet et le personnel national, il assumera les tâches suivantes :

- a) mettre en place une banque de données climatologiques ;
- b) mettre en place un programme de dépouillement des pluviogrammes ;
- c) programmer la publication régulière d'un bulletin climatologique mensuel ;
- d) mettre en oeuvre tous les sous-programmes du PCM (Programme Climatologique Mondial) qui sont :
 - . Programme Mondial des données climatologiques,
 - . Programme Mondial des applications climatologiques,
 - . Programme Mondial des recherches sur le climat.

ANNEXE VII

Termes de référence du consultant en formation CLICOM

Les termes de référence seront établis par l'expert en collaboration avec le Directeur National du projet dès le lancement des activités du projet.

ANNEXE VIII

Termes de référence du consultant en organisation de la Direction de la Météorologie Nationale

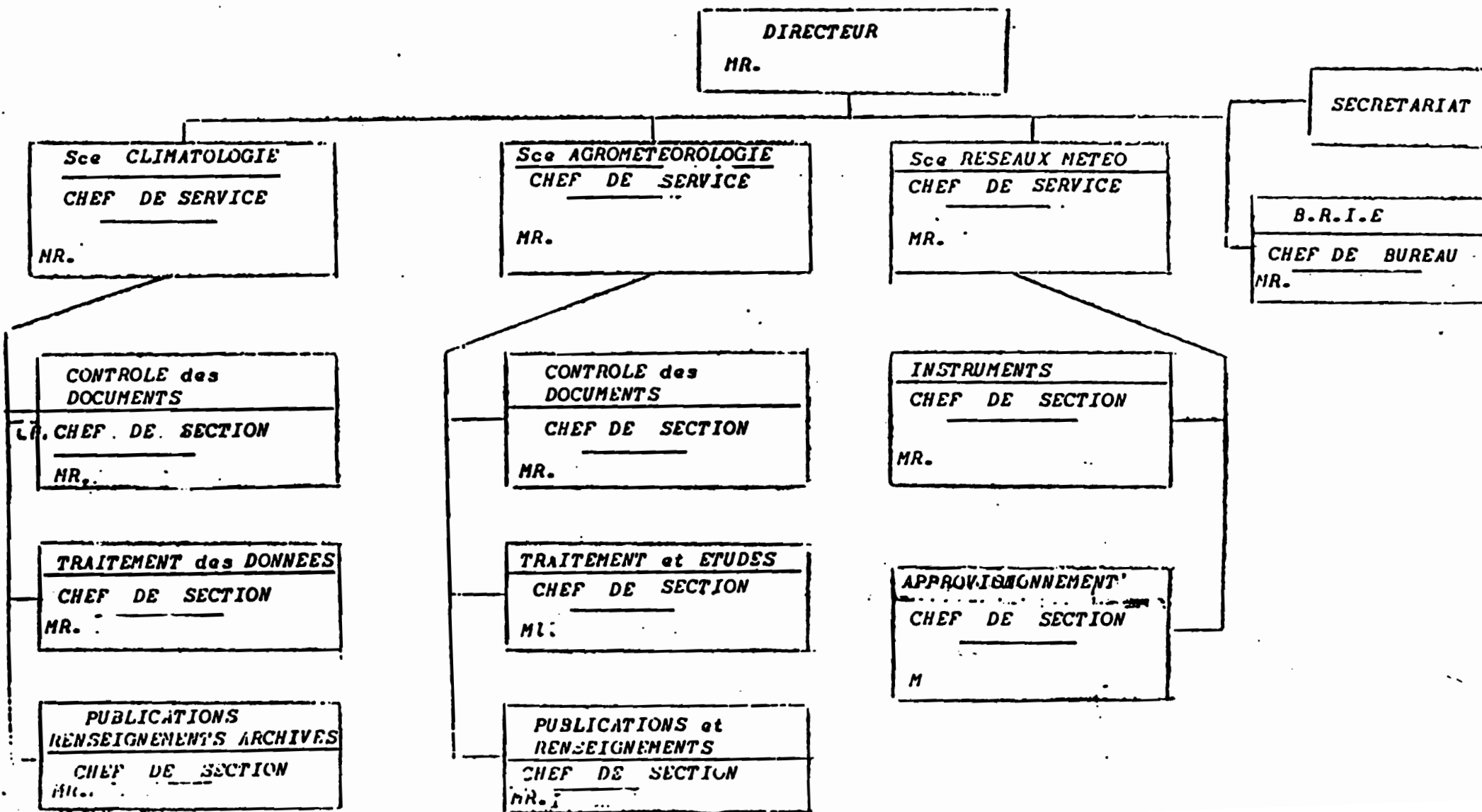
Les termes de référence seront établis par l'expert en collaboration avec le Directeur National dès le lancement des activités du projet.

ANNEXE IX

ETAT DU RESEAU METEOROLOGIQUE NATIONAL
AVANT ET APRES LA REALISATION DU PROJET

	Stations existantes	Nombre de sta- tions qu'il faut selon normes OMM	Nombre de sta- tions fonction- nelles après le projet
Stations cli- matologiques ..	0	4	2
Stations agro- météorologiques	0	15	4
Stations synop- tiques	14	20	14 (stations ren- forcées)
Postes pluvio- métriques	0	200	80

O R G A N I G R A M M E
DIRECTION DE LA METEOROLOGIE NATIONALE



**Banque Mondiale
Programme des Nations Unies
pour le Développement
Banque Africaine de Développement
Ministère Français de la Coopération**