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 : COTE D'IVOIRE

Janvier 1993

Mott MacDonald	BCEOM	SOGREAH	ORSTOM
International	Montpellier	Grenoble	Montpellier
Cambridge, UK	France	France	France

PREAMBULE

Cette étude constitue la troisième tranche de l'évaluation hydrologique régionale de l'Afrique Subsaharienne 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 Mac Donald International, du BCEOM, de SOGREAH, de l'ORSTOM et de plusieurs consultants nationaux. Dès le début, une attention particulière a été portée à la cohérence de l'approche et à l'homogénéité de l'évaluation.

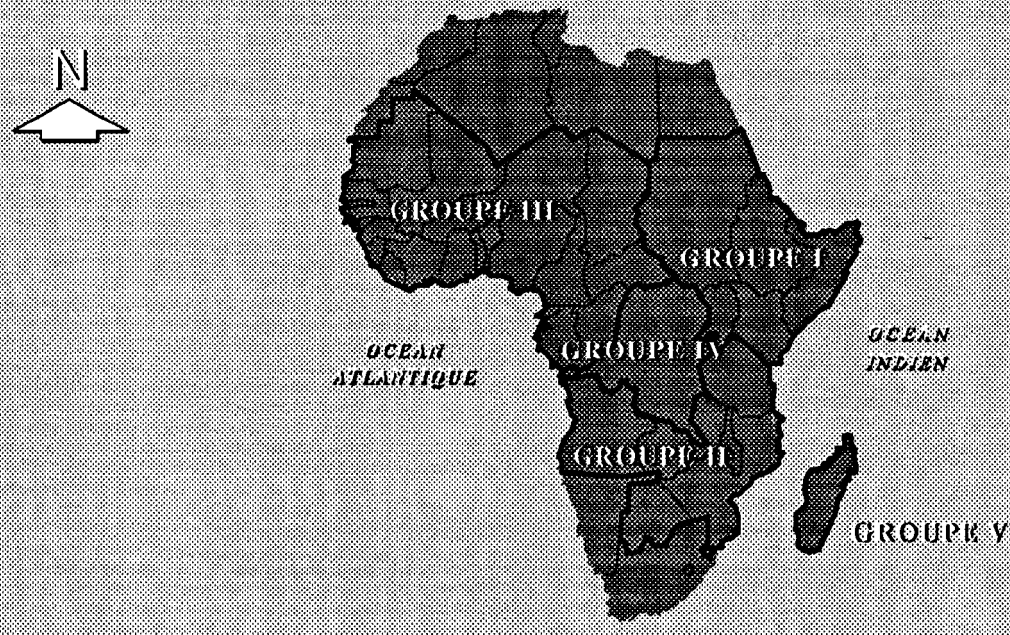
Le projet consistait à évaluer l'état des systèmes de collecte de données hydrologiques existants, et à formuler des recommandations nécessaires à leur amélioration, de manière à assister les pays dans l'établissement ou l'amélioration de bases de données hydrologiques fiables en vue de leur permettre 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 identifiés 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.

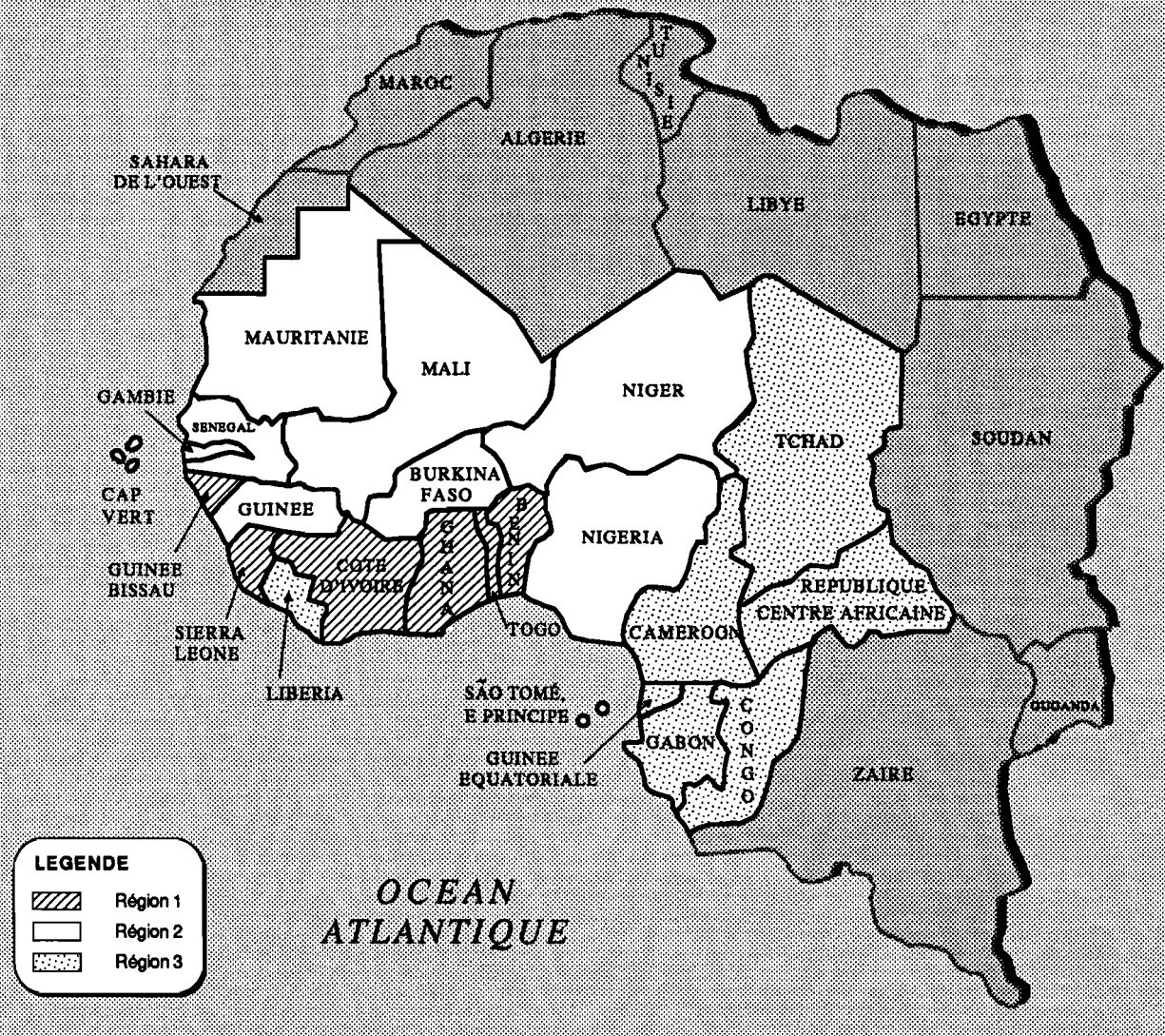
Le présent rapport a été réalisé par SOGREAH et l'ORSTOM à partir des informations et documents rassemblés durant la mission effectuée en Côte d'Ivoire du 7 au 28 janvier 1991.

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

Evaluation Hydrologique de l'Afrique Sub-Saharienne



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



CHAPITRE 1

INFORMATIONS GENERALES

1.1	**Géographie**		**I-1**
	1.1.1	Situation	I-1
	1.1.2	Relief	I-1
	1.1.3	Végétation	I-1
1.2	**Population**		**I-4**
	1.2.1	Caractéristiques	I-4
	1.2.2	Données	I-5
	1.2.3	Perspectives démographiques	I-8
1.3	**Santé**		**I-9**
1.4	**Education**		**I-11**
1.5	**Economie**		**I-11**
1.6	**Climat**		**I-14**
1.7	**Géologie**		**I-20**
	1.7.1	Cadre géologique général	I-20
	1.7.2	Aperçu sur la structure géologique de la Côte d'Ivoire	I-20
	1.7.3	Description des principales formations géologiques	I-21
1.8	**Hydrologie**		**I-28**
1.9	**Hydrogéologie**		**I-30**
	1.9.1	Caractéristiques hydrogéologiques des formations du socle	I-32

CHAPITRE 2

RESSOURCES EN EAUX

2.1	**Ressources en eaux disponibles en Côte d'Ivoire**		**II-1**
	2.1.1	Evaluation des ressources en eau de surface	II-1
	2.1.2	Evaluation des ressources en eau souterraine	II-7

2.2 Aménagements existants **II-23**
2.2.1 Utilisation actuelle des eaux de surface II-23
2.2.2 Utilisation actuelle des eaux souterraines II-29

2.3 Besoins en eau **II-38**
2.3.1 Alimentation des populations II-38
2.3.2 Besoins de l'agriculture II-39
2.3.3 Besoins en hydroélectricité II-40
2.3.4 Besoins industriels II-41
2.3.5 Récapitulatif des besoins en eau II-43

CHAPITRE 3

CLIMAT

3.1 Organisation et gestion **III-1**
3.1.1 Le Service météorologique III-1
3.1.2 Autres organisations III-4
3.1.3 Personnel et Formation III-4
3.1.4 Budget III-5

3.2 Données climatologiques **III-6**
3.2.1 Réseau synoptique III-6
3.2.2 Réseau agrométéorologique III-10
3.2.3 Réseau climatologique III-14
3.2.4 Traitement des données III-18
3.2.5 Disponibilité des données III-20
3.2.6 Qualité des données III-22

3.3 Données pluviométriques **III-24**
3.3.1 Réseau pluviométrique III-24
3.3.2 Equipement III-26
3.3.3 Entretien et soutien sur le terrain III-28
3.3.4 Traitement des données III-28
3.3.5 Qualité des données III-30
3.3.6 Disponibilité des données III-38

CHAPITRE 4

EAUX SUPERFICIELLES

4.1	**Organisation et Gestion**		**IV-1**
	4.1.1	Le Service Hydrologique	IV-1
	4.1.2	Autres organisations	IV-1
	4.1.3	Personnel et formation	IV-4
	4.1.4	Budget	IV-4
4.2	**Données hydrologiques**		**IV-6**
	4.2.1	Réseau hydrométrique	IV-6
	4.2.2	Méthode de mesure du débit	IV-10
	4.2.3	Equipement	IV-10
	4.2.4	Entretien et soutien sur le terrain	IV-11
	4.2.5	Traitement des données	IV-11
	4.2.6	Qualité des données	IV-13
	4.2.7	Disponibilité des données	IV-14
4.3	**Transport solide et qualité de l'eau**		**IV-16**

CHAPITRE 5

EAUX SOUTERRAINES

5.1	**Organisation et gestion**		**V-1**
	5.1.1	La SODEMI	V-1
	5.1.2	La Direction de l'Eau	V-2
	5.1.3	La SODECI	V-11
	5.1.4	La DCGTX	V-18
	5.1.5	L'Institut d'hygiène	V-18
	5.1.6	La Commission nationale de l'environnement	V-18
5.2	**Données géologiques**		**V-19**
	5.2.1	Cartographie géologique	V-19
	5.2.2	Documentation	V-19

5.3 Données hydrogéologiques **V-20**
5.3.1 Cartographie des aquifères V-20
5.3.2 Données de base hydrogéologiques V-20
5.3.3 Données piézométriques V-26

CHAPITRE 6

EXPERTISE ET EVALUATION

6.1 Besoins en données **VI-1**
6.1.1 Besoins en données pour l'évaluation des ressources en eaux souterraines VI-2
6.1.2 Besoins en données sur la qualité de l'eau VI-3
6.1.3 Problèmes soulevés par les différentes directions et services VI-4

6.2 Pluviométrie **VI-5**
6.2.1 Evaluation générale VI-5
6.2.2 Situation actuelle VI-6
6.2.3 Besoins à venir VI-7

6.3 Climat **VI-8**
6.3.1 Evaluation générale VI-8
6.3.2 Situation actuelle VI-9
6.3.3 Besoins à venir VI-10

6.4 Hydrologie **VI-11**
6.4.1 Evaluation générale VI-11
6.4.2 Situation actuelle VI-12
6.4.3 Besoins à venir VI-15

6.5 Hydrogéologie **VI-15**
6.5.1 Evaluation de la situation actuelle au niveau de l'organisation et de la gestion VI-15
6.5.2 Evaluation des données hydrogéologiques VI-18

CHAPITRE 7

RECOMMANDATIONS

7.1	**Description générale du niveau de changement nécessaire**		**VII-1**
	7.1.1	Législation actuelle du régime des eaux et cadre institutionnel	VII-1
	7.1.2	Récentes réformes de structure	VII-2
	7.1.3	Recommandations concernant le domaine de l'hydroclimatologie	VII-2
	7.1.4	Recommandations pour la coordination du domaine hydraulique	VII-4
7.2	**Pluviométrie et climat**		**VII-7**
	7.2.1	Structure organisationnelle	VII-7
	7.2.2	Réseau	VII-8
	7.2.3	Données	VII-11
7.3	**Eaux superficielles**		**VII-13**
	7.3.1	Structure organisationnelle	VII-13
	7.3.2	Réseau	VII-13
	7.3.3	Données	VII-15
7.4	**Eaux souterraines**		**VII-16**
	7.4.1	Structure organisationnelle	VII-16
	7.4.2	Recommandations concernant les données hydrogéologiques	VII-17
	7.4.3	Diffusion des données	VII-32
7.5	**Projets identifiés**		**VII-33**
7.6	**Remarques sur les projets proposés**		**VII-34**

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.1.1 : Type de culture selon la zone de végétation I-2
Tableau 1.2.1 : Population et croissance démographiques des centres urbains de Côte d'Ivoire I-6
Tableau 1.2.2 : Evolution de la population rurale en Côte d'Ivoire I-7
Tableau 1.2.3 : Estimation de la population jusqu'en 2010 I-9
Tableau 1.2.4 : Estimation des taux de croissance de la population I-9
Tableau 1.3.1 : Les maladies hydriques en Côte d'Ivoire I-10
Tableau 1.4.1 : Evolution du PIB en Côte d'Ivoire I-12
Tableau 1.6.1 : Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire - 1971 I-16
Tableau 1.7.1 : Synopsis des correspondances des unités géologiques I-24
Tableau 2.1.1 : Pluviométrie et déficit hydrique par région II-6
Tableau 2.1.2 : Potential hydrogéologique de la Côte d'Ivoire - Caractéristiques moyennes des forages par unité géologique II-10
Tableau 2.1.3 : Potentiel hydrogéologique de la Côte d'Ivoire - Caractéristiques moyennes des forages par cartes topographiques au 1/200 000 II-12
Tableau 2.1.4 : Influence de la pluviométrie sur l'alimentation des nappes II-13
Tableau 2.1.5 : Transmissivité et perméabilité des sables tertiaires II-19
Tableau 2.2.1 : Situation des périmètres irrigués (CIDT) II-26
Tableau 2.2.2 : Centrales hydroélectriques II-28
Tableau 2.2.3 : Caractéristiques des forages d'Abidjan II-30
Tableau 2.2.4 : Evolution de la capacité de production des forages exploitant la nappe d'Abidjan II-32
Tableau 2.2.5 : Capacité de production des forages alimentant les autres centres urbains II-33
Tableau 2.2.6 : Production d'eau pour les centres urbains (1989/90) II-33
Tableau 2.2.7 : Etat des réalisation en hydraulique villageoise au 31/5/90 II-35
Tableau 2.3.1 : Besoins en eau pour l'AEP II-38
Tableau 2.3.6 : Besoins agricoles en eau II-40
Tableau 2.3.7 : Besoins pastoraux II-40
Tableau 2.3.8 : Micro- et mini-centrales du projet II-42
Tableau 2.3.9 : Besoins industriels en eau II-43
Tableau 2.3.10 : Besoins globaux en eau II-43
Tableau 3.2.1 : Stations synoptiques III-7
Tableau 3.2.2 : Equipement des stations du réseau climatologique III-11
Tableau 3.2.3 : Stations agrométéorologiques III-12
Tableau 3.2.4 : Stations climatologiques III-16
Tableau 3.3.1 : Critique des hauteurs pluviométriques annuelles III-37
Tableau 4.1.1 : Détails des catégories professionnelles de la SDH IV-5
Tableau 4.2.1 : Nombre de stations par classe de superficie IV-8
Tableau 4.2.2 : Inventaire des stations limnimétriques équipées de balises ARGOS IV-8
Tableau 4.2.3 : Evolution du nombre annuel de jaugeages IV-14
Tableau 5.1.1 : Moyens en personnel de la Direction de l'Eau V-7

Tableau 5.1.2 : Budget de fonctionnement de la Direction de l'Eau V-11
Tableau 5.3.1 : Légende du catalogue informatique V-27
Tableau 5.3.2 : Réseau de surveillance des niveaux piézométriques de la nappe d'Abidjan V-29
Tableau 6.2.1 : Densité du réseau de mesures VI-7
Tableau 6.3.1 : Personnel VI-9
Tableau 6.4.1 : Besoins en main-d'oeuvre pour la collecte, le traitement et l'analyse des données hydrométriques VI-12
Tableau 6.4.2 : Niveaux d'activité pour la collecte des données hydrométriques VI-14
Tableau 7.5.1 : Récapitulatif des projets identifiés VII-33

LISTE DES FIGURES

Figure 1.1.1 : Carte du relief de la Côte d'Ivoire I-3
Figure 1.6.1 : Climats et végétation de la Côte d'Ivoire I-17
Figure 1.6.2 : Isohyètes interannuelles (1951-1980) I-19
Figure 1.7.1 : Carte géologique de la Côte d'Ivoire I-22
Figure 1.8.1 : Bassins versants - Réseau hydrographique I-29
Figure 1.9.1 : Analyse des campagnes de forages I-31
Figure 2.1.1 : Régimes hydrologiques de la Côte d'Ivoire II-2
Figure 2.1.2 : Potentiel hydrogéologique de la Côte d'Ivoire - Indices de productivité répartis par cartes topographiques au 1/200 000 II-11
Figure 2.1.3 : Région d'Abidjan - Extension de l'aquifère exploité pour l'alimentation en eau d'Abidjan II-15
Figure 3.1.1 : Organigramme général de l'ANAM III-2
Figure 3.1.2 : Organigramme de la Sous-Direction de la Météorologie III-3
Figure 3.2.1 : Réseau des stations synoptiques III-9
Figure 3.2.2 : Réseau des stations agrométéorologiques III-15
Figure 3.2.3 : Réseau des stations climatologiques III-17
Figure 3.2.4 : Comparaison de l'évaporation sur bac avec l'ETP Penman (station d'Adiopodoumé) III-23
Figure 3.3.1 : Evolution du nombre de stations pluviométriques en activité III-25
Figure 3.3.2 : Réseau des stations pluviométriques III-27
Figure 3.3.3 : Vecteur annuel - Critique des stations (station Guiglo) III-35
Figure 3.3.4 : Vecteur annuel - Critique des stations (station Abengourou-IRCC) III-36
Figure 4.1.1 : Organigrammes du Ministère de l'Equipement, des Transports et du Tourisme et de la Sous-Directeur de l'Hydrologie IV-2
Carte 4.2.1 : Réseau des stations hydrométriques IV-7
Figure 4.2.2 : Répartition des stations hydrométriques IV-9
Figure 4.2.3 : Evolution du nombre de jaugeages de juin 1977 IV-15
Figure 5.1.1 : Organigramme général de la Direction de l'Eau V-5
Figure 5.1.2 : Le secteur de l'eau potable V-14
Figure 5.1.3 : Organigramme de SODECI V-15

LISTE DES ABREVIATIONS UTILISEES DANS LE TEXTE

ABREVIATIONS D'INSTITUTIONS NATIONALES

ANAM	Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie
BNETD	Bureau National d'Etudes Techniques et de Développement
CIDT	Centre Ivoirien de Développement des Textiles
CIDV	Compagnie Ivoirienne pour le Développement des Cultures Vivrières
CIE	Compagnie Ivoirienne d'Electricité
DCGTX	Direction et Contrôle des Grands Travaux
DE	Direction de l'Eau
EECI	Energie Electrique de Côte d'Ivoire
EFB	Ecole Forestière de Bouaké
ENSA	Ecole Nationale Supérieure d'Agriculture
ENSTP	Ecole Nationale Supérieure des Travaux Publics
FNE	Fonds National de l'Eau
IAB	Institut Agricole de Bouaké
IGCI	Institut Géographique de Côte d'Ivoire
LANEMA	Laboratoire National d'Essai de qualité, de Métrologie, d'Analyse des pollutions
LCE	Laboratoire Central de l'Eau
METT	Ministère de l'Equipement des Transports et du Tourisme
MIME	Ministère de l'Industrie, des Mines et de l'Energie
SDH	Sous-Direction de l'Hydrologie

SEVE	Service d'Etude et de Valorisation Energétique
SODECI	Société de Distribution d'Eau de Côte d'Ivoire
SODESUCRE	Société de Développement Sucrier
SODEMI	Société pour le Développement Minier de la Côte d'Ivoire

ABREVIATIONS D'INSTITUTIONS INTERNATIONALES

ACDI	Agence Canadienne pour le Développement Industriel
AGRHYMET	Centre de Formation et d'Application en Agrométéorologie et Hydrologie Opérationnelle
ASECNA	Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne
BAD	Banque Africaine de Développement
CEAO	Communauté Economique de l'Afrique de l'Ouest
CIEH	Comité Interafricain d'Etudes Hydrauliques
ESIE	Ecole Supérieure Interafricaine d'Electricité
FAC	Fonds d'Aide et de Coopération de la République Française
OMM	Organisation Météorologique Mondiale
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
ONU	Organisation des Nations Unies
PNUD	Programme des Nations Unies pour le Développement
UNESCO	Organisation des Nations Unies pour l'Education, la Science et la Culture

ABREVIATIONS D'ORGANISMES EXTERIEURS

BRGM	Bureau de Recherches Géologiques et Minières
ORSTOM	Institut Français de la Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération

SOGREAH	Société Grenobloise d'Applications Hydrauliques

ABREVIATIONS DE TERMES TECHNIQUES

AEP	Alimentation en Eau Potable
BSIE	Budget Spécial d'Investissement et d'Equipement
CAO	Conception Assistée par Ordinateur
DIEPA	Décennie Internationale de l'Eau Potable et de l'Assainissement
ETP	Evapotranspiration Potentielle
PIB	Produit Intérieur Brut
PCAD	Plate-forme de Collecte Automatique de Données
PNHV	Programme National d'Hydraulique Villageoise

CHAPITRE 1

INFORMATIONS GENERALES

1.1 Géographie

1.1.1 Situation

La Côte d'Ivoire a une superficie de 322 462 km2.

Ce pays a des frontières communes avec plusieurs pays : Ghana (640 km), Burkina Faso (490 km), Mali (370 km), Guinée (610 km) et Libéria (580 km).

Au Sud, la façade atlantique représente 500 km de côtes s'ouvrant sur le golfe de Guinée.

La Côte d'Ivoire se situe entre les méridiens 2° et 9° Ouest et les parallèles 4° et 11°N.

1.1.2 Relief

Le relief du pays est généralement plat, descendant en pente douce vers la mer et, si l'on trouve des chaînes de collines peu élevées, les chaînes continues de montagnes sont rares. Ici et là, on trouve un groupe isolé de montagnes, en particulier près du point où la Côte d'Ivoire, le Libéria et la Guinée ont une frontière commune, et qui est la chaîne la plus importante et la plus élevée. Le point culminant de ce groupe de montagnes, situé au Nord-Ouest de Man et dont l'altitude est de 1840 m, est plus que deux fois plus élevé que toute autre montagne de la Côte d'Ivoire.

1.1.3 Végétation

Le pays a trois types généraux de couverture végétale : la zone forestière, la zone de savane ou terre herbeuse et la zone soudanienne dont la couverture végétale est clairsemée.

. La principale zone de forêt est située dans les départements du :

- Sud-Ouest,
- Ouest,
- Centre-Ouest,
- Sud,
- Centre Est.

. La zone de savane correspond aux départements du :

- Centre Nord,
- Centre Yamoussoukro,
- Nord-Ouest (partie Sud seulement),
- Nord-Est (partie Sud seulement).

. La zone soudanienne couvre les départements du :

- Nord,
- Nord-Ouest (moitié Nord),
- Nord-Est (moitié Nord).

La caractéristique principale de la zone soudanienne est la prédominance des prairies (graminées), mais on y trouve également des arbres et des buissons, que l'on rencontre en particulier dans les parties basses. Les principales cultures sont le millet et les arachides.

Située plus au Sud, la zone de savane recouvre la plus grande partie du territoire. On rencontre fréquemment des prairies, mais les buissons prédominent, leur hauteur et leur densité croissant progressivement lorsqu'on s'éloigne plus au Sud. Le long des rives des fleuves, on rencontre des zones de forêt dense. Au Sud de la Savane, la forêt tropicale recouvre le reste du bassin côtier. Une partie de cette forêt est une forêt secondaire qui a été en partie défrichée afin de pouvoir planter du cacao, du café et des bananes.

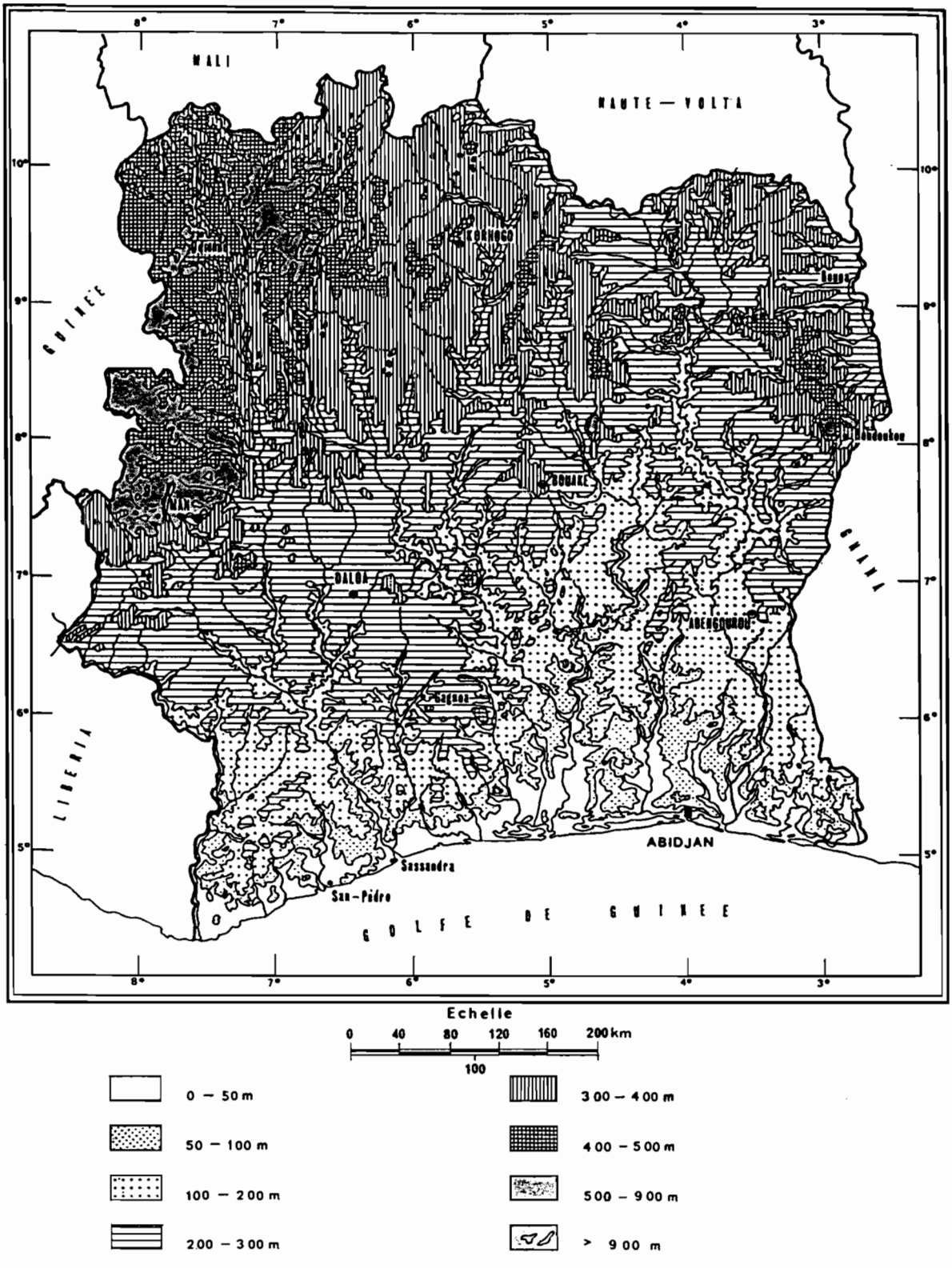
Tableau 1.1.1 - TYPE DE CULTURE SELON LA ZONE DE VEGETATION

Zone de végétation	Type de culture
Cordon littoral alluvionnaire	Bananier, palmier à huile, hévéa, cocotier
Forêt équatoriale	Café, cacao, ananas, igname, manioc
Savane	Mil, coton, riz

Actuellement, l'occupation du sol représente :

Terres arables	2770 milliers d'hectares
Terres cultivées	1160 milliers d'hectares
Pâturages	3000 milliers d'hectares
Forêt	9380 milliers d'hectares

Figure 1.1.1



Carte du relief de la Côte d'Ivoire.

Dressée par J.M. AVENARD d'après la minute A 1 de l'Atlas de Côte d'Ivoire à 1/2 000 000.

1.2 Population

1.2.1 Caractéristiques

Avec une population d'environ 11 200 000 habitants (10 810 201 au recensement de 1988), la Côte d'Ivoire (dont la superficie représente 1 % de celle du continent africain) a une densité de près de 35 habitants au km2. La population ivoirienne présente les caractéristiques fondamentales communes à la plupart des pays en voie de développement, à savoir :

. Une progression rapide

  En 35 ans (1920 à 1955), la population ivoirienne a triplé. Elle a doublé en 20 ans (1955 à 1975), et l'on prévoit un nouveau doublement en l'an 2000 (où elle devrait atteindre les 16 millions d'habitants). Le taux de progression démographique annuel est estimé actuellement à 3,6 % environ.

. Un fort pourcentage de jeunes, ce qui est évidemment la conséquence de la progression rapide.

. Une forte dominante rurale, assortie cependant d'une nette tendance à l'urbanisation. Actuellement, les deux tiers de la population totale ivoirienne est rurale, l'autre tiers vivant dans les villes de plus de 4000 habitants (en 1965, la population de ruraux représentait les trois quarts de la population totale ; en 1988, la population rurale est estimée à 6 582 260 contre 4 227 941 pour la population urbaine).

Les autres caractéristiques, plus spécifiques celles-là de la population ivoirienne, sont les suivantes :

. Une très inégale occupation de l'espace : la densité démographique est deux fois plus forte en région forestière qu'en région de savane (Centre et Nord) d'une part, et, d'autre part, il existe des zones de densité particulièrement élevée : régions de Man-Danané; de Korhogo, de Bouaké et, bien entendu, Abidjan.

. Des différences régionales notables dans la distribution de la population : alors qu'au Sud, en région forestière, les habitations sont localisées le long des voies de communication (route, piste, et même chemin de fer), en savane (Nord et Centre), elles sont dispersées en gros villages (500 à 1000 habitants) ou petits (moins de 250 habitants). Les localités de 4000 habitants sont très nombreuses dans les régions du Sud et Sud-Est.

. La présence d'une forte population d'origine étrangère, africaine ou non. La Côte d'Ivoire occupe en effet, dans les plantations de café, de cacao, de palmiers, d'hévéas, d'ananas, etc., un grand nombre d'ouvriers agricoles originaires du Burkina Faso. De même à Abidjan, la majorité du personnel domestique et des manoeuvres du secteur bâtiment-travaux publics est

de cette origine. Mais l'on trouve aussi en Côte d'Ivoire, et notamment à Abidjan, d'importantes colonies venant de la sous-région et deux importantes communautés non africaines : celle des Libanais et celle des Européens (10 000 environ, en majorité d'origine française).

1.2.2 Données

D'après le recensement effectué en 1988, la population de la Côte d'Ivoire est de 10 810 201 habitants, se répartissant en :

- population rurale : 6 582 260 habitants (60,9 %),
- population urbaine : 4 227 941 habitants (39,1 %).

Il est à noter qu'en 1975, la population rurale représentait 65,2 % de la population totale (qui était alors de 6 702 866 habitants).

Le taux d'accroissement de la population globale a été de 3,5 % entre 1975 et 1988, alors que le taux de la population urbaine a été de 5,21 %.

Il y a 8545 localités rurales en Côte d'Ivoire et les principaux centres urbains sont :

- Abidjan (agglomération au sens large) : 2 122 612 habitants
- Bouaké : 332 999 habitants
- Daloa : 122 933 habitants
- Korhogo : 109 655 habitants

En excluant le département Yamoussoukro, soit sur 8262 localités :

- 12 centres urbains ont plus de 100 000 habitants
- 6 centres urbains ont entre 50 et 100 000 habitants
- 63 centres urbains ont entre 10 et 50 000 habitants
- 122 localités ont entre 5000 et 1000 habitants
- 256 localités ont entre 3000 et 5000 habitants
- 7803 localités ont moins de 3000 habitants

La densité de population actuelle (en 1988) est de 33,5 habitants au km2.

Le tableau 1.2.1 donne la population de tous les centres urbains de Côte d'Ivoire (source : DCGTX). Les chiffres de population donnés pour 1984 sont à considérer avec prudence, ne résultant pas d'un recensement national.

Tableau 1.2.1

POPULATION ET CROISSANCE DEMOGRAPHIQUE DES CENTRES URBAINS DE COTE D'IVOIRE

VILLES	POPULATION 1975	POPULATION 1984	POPULATION 1988	TAUX MOYEN ANNUEL 75/84	TAUX MOYEN ANNUEL 84/88	TAUX MOYEN ANNUEL 75/88
ABENGOUROU	30028	46961	58974	4,82%	5,86%	5,33%
ABIDJAN	948000	1720000	1934342	6,47%	2,98%	5,64%
ABOISSO	13527	16650	21348	2,21%	6,41%	3,57%
ADIAKE	5663	4954	9372	-1,40%	17,28%	3,95%
ADZOPE	21147	36038	35085	5,77%	-0,67%	3,97%
AFFERY	11299	16352	16957	3,97%	0,91%	3,17%
AGBOVILLE	26914	35270	46359	2,89%	7,07%	4,27%
AGNIBILEKROU	13355	13599	24413	0,18%	15,77%	4,75%
AGOU	2009	3530	3737	6,11%	1,43%	4,89%
AKOUPE	10873	12712	20393	1,66%	12,54%	4,96%
ALEPE	1057	2387	3311	8,95%	8,52%	9,18%
ANYAMA	25400	27878	57055	0,98%	19,61%	6,42%
ARRAH	16015	13763	21222	-1,58%	11,43%	2,19%
AYAME	4680	7955	6982	5,74%	-3,21%	3,13%
AZAGUIE	5860	7593	14217	2,76%	16,98%	7,06%
BANGOLO	4078	4147	10042	0,18%	24,74%	7,18%
BASSAWA	896	1063	1368	1,82%	6,51%	3,31%
BEOUMI	10484	12107	13070	1,53%	1,93%	1,71%
BETTIE	1999	3100	6779	4,73%	21,60%	9,85%
BIANKOUMA	4533	8387	12966	6,69%	11,50%	8,42%
BIN-HOUYE	2767	3285	4346	1,82%	7,25%	3,53%
BINGERVILLE	19534	16174	28741	-1,97%	15,46%	3,02%
BLOLEQUIN	4501	5319	6877	1,77%	6,63%	3,31%
BOCANDA	6427	5637	7415	-1,37%	7,09%	1,11%
BODOKRO	1623	1069	2137	-4,30%	18,91%	2,14%
BONDOUKOU	19021	26287	33051	3,46%	5,89%	4,34%
BONGOUANOU	15459	18907	19506	2,14%	0,78%	1,80%
BONIEREDOUGOU	933	1109	1272	1,84%	3,49%	2,41%
BONOUA	17421	15626	13363	-1,14%	-3,84%	-2,02%
BOROTOU	1352	1382	1352	0,23%	-0,55%	0,00%
BOTRO	5770	5107	7583	-1,28%	10,39%	2,12%
BOUAFLE	17118	24729	34562	3,95%	8,73%	5,55%
BOUAKE	175264	324487	332999	6,70%	0,65%	5,06%
BOUNA	5397	9572	13363	6,22%	8,70%	7,22%
BOUNDIALI	9910	17213	22042	5,98%	6,38%	6,34%
BROBO	2837	2214	3134	-2,58%	9,08%	0,77%
DABAKALA	3311	4313	7777	2,82%	15,86%	6,79%
DABOU	23134	24014	39494	0,39%	13,24%	4,20%
DALOA	60837	99900	122933	5,36%	5,32%	5,56%
DANANE	19608	16708	30506	-1,67%	16,24%	3,46%
DAOUKRO	12575	16882	22777	3,15%	7,78%	4,68%
DIABO	2352	2628	3596	1,17%	8,16%	3,32%
DIAWALA	3987	5348	5193	3,14%	-0,73%	2,05%
DIDIEVI	1017	2030	4304	7,55%	20,67%	11,74%
DIKODOUGOU	4289	5903	7465	3,42%	6,04%	4,36%
DIMBOKRO	31073	31870	38183	0,27%	4,62%	1,60%
DIVO	35610	40952	72494	1,48%	15,34%	5,62%
DUEKOUE	13297	20367	26759	4,59%	7,06%	5,53%
FACOBLY	1993	2137	4196	0,74%	18,37%	5,89%
FERKESSEDOUGOU	24662	24787	35155	0,05%	9,13%	2,76%
FRESCO	1865	3350	3356	6,36%	0,04%	4,62%
FRONAN	1959	6951	8240	14,26%	4,34%	11,68%
G'BON	4193	6307	6098	4,39%	-0,84%	2,92%
GAGNOA	42285	87219	85094	7,92%	-0,61%	5,53%
GOHITAFLA	6867	5241	6933	-1,18%	7,24%	1,29%
GRAND-BASSAM	27273	23970	41825	-1,35%	14,93%	3,34%
GRAND-LAHOU	3788	2638	5824	-3,74%	21,90%	3,36%
GUIBEROUA	5281	4861	7476	-0,83%	11,25%	2,71%
GUIGLO	9283	16216	22187	6,05%	8,15%	6,93%
GUITRY	4500	5072	5870	1,27%	3,72%	2,07%
HIRE	10253	9232	14551	-1,10%	12,05%	2,73%
ISSIA	10863	13240	28525	2,10%	21,15%	7,71%
JACQUEVILLE	1776	5223	7614	12,02%	9,88%	11,85%
KANI	2576	3428	5180	3,05%	10,87%	5,52%

VILLES	POPULATION 1975	POPULATION 1984	POPULATION 1988	TAUX MOYEN ANNUEL 75/84	TAUX MOYEN ANNUEL 84/88	TAUX MOYEN ANNUEL 75/88
KASSERE	2671	3791	3328	3,75%	-3,20%	1,71%
KATIOLA	18625	21970	33813	1,75%	11,38%	4,69%
KOUA	3675	5922	5802	5,15%	-0,51%	3,58%
KORHOGO	45250	84395	109655	6,78%	6,76%	7,05%
KOUASSI-DATEKRO	1931	2040	2519	0,58%	5,41%	2,07%
KOUASSI-KOUASSIKRO	1876	1802	2937	-0,42%	12,99%	3,51%
KOUIBLY	2864	2499	4768	-1,42%	17,53%	4,00%
KOUN-FAO	1560	2621	2295	5,69%	-3,27%	3,07%
KOUTO	4009	6787	5298	5,70%	-6,00%	2,17%
LAKOTA	12958	14662	21575	1,31%	10,14%	4,00%
LOGOUALE	5300	4866	5628	-0,90%	3,70%	0,46%
M'BAHIAKRO	10208	7077	10782	-3,78%	11,10%	0,42%
M'BATTO	10057	9259	15814	-0,87%	14,32%	3,54%
M'BENGUE	4800	6070	5097	2,50%	-4,27%	0,46%
MADINANI	1715	3081	2818	6,36%	-2,21%	3,89%
MAN	50288	54464	88294	0,84%	12,84%	4,43%
MANKONO	6524	9068	10826	3,53%	4,53%	3,97%
MINIGNAN	2869	5088	5296	6,22%	1,01%	4,83%
NAPIELEDOUGOU	2014	3349	3025	5,50%	-2,51%	3,18%
NASSIAN	1073	3237	1414	12,33%	-18,70%	2,15%
NIABLE	7921	6816	11196	-1,57%	13,21%	2,70%
NIAKARAMADOUGOU	3145	4072	5502	2,76%	7,81%	4,40%
NIELLE	3119	5561	9395	6,26%	14,06%	8,85%
ODIENNE	13911	15720	28266	1,30%	15,80%	5,61%
OUANGOLODOUGOU	5400	7195	12175	3,07%	14,05%	6,45%
OUANINOU	2157	2570	3087	1,86%	4,69%	2,80%
OUELLE	3209	4088	4768	2,58%	3,92%	3,09%
OUME	14032	21837	29521	4,77%	7,83%	5,89%
OURAGAHIO	1887	1881	3539	-0,03%	17,12%	4,96%
PRIKRO	3979	3925	4901	-0,14%	5,71%	1,62%
RUBINO	8700	5297	9569	-5,09%	15,90%	0,73%
SAIOUA	8082	7670	23362	-0,55%	32,11%	8,51%
SAMATIGUILA	2069	3586	3842	5,96%	1,74%	4,88%
SAN-PEDRO	31606	45458	70601	3,90%	11,63%	6,38%
SASSANDRA	8401	8354	13195	-0,06%	12,11%	3,53%
SATAMA-SOKORO	920	2456	1863	10,89%	-6,80%	5,53%
SEGUELA	12692	14646	29003	1,52%	18,63%	6,56%
SIKENSI	3289	5441	8312	5,44%	11,17%	7,39%
SINEMATIALI	1874	4525	4667	9,72%	0,78%	7,27%
SINFRA	17569	24111	33971	3,39%	8,95%	5,20%
SIPILOU	2698	3868	4760	3,86%	5,32%	4,46%
SIRASSO	2579	3586	4406	3,53%	5,29%	4,21%
SOUBRE	7016	15584	33162	8,76%	20,78%	12,69%
TABOU	6520	7130	9714	0,95%	8,04%	3,11%
TAFIRE	3860	6111	8690	4,95%	9,20%	6,44%
TANDA	6835	6357	11430	-0,76%	15,80%	4,03%
TEHINI	1175	1139	1685	-0,33%	10,29%	2,81%
TIASSALE/NDOUCI	18702	13222	19894	-3,58%	10,75%	0,48%
TIEBISSOU	5588	4163	9985	-3,05%	24,45%	4,57%
TIEME	2539	3929	3421	4,70%	-3,40%	2,32%
TIENINGBOUE	2167	3461	2726	5,05%	-5,79%	1,78%
TINGRELA	8794	17482	22268	7,50%	6,24%	7,41%
TOUBA	5262	9563	15593	6,48%	13,03%	8,72%
TOULEPLEU	5195	5576	7993	0,75%	9,42%	3,37%
TOUMODI	13113	13558	22114	0,35%	13,01%	4,10%
VAVOUA	6957	7956	17717	1,42%	22,16%	7,46%
YAKASSE	3221	4066	4172	2,48%	0,65%	2,01%
YAMOUSSOUKRO	37253	62367	110013	5,57%	15,25%	8,69%
ZIKISSO	1125	4100	2613	14,58%	-10,65%	6,70%
ZOUAN-HOUNIEN	5599	4812	8494	-1,58%	15,26%	3,26%
ZOUKOUGBEU	1571	1885	2967	1,94%	12,01%	5,01%
ZUENOULA	9286	11533	19523	2,31%	14,06%	5,88%
	2333932	3622054	4514388	4,73%	5,66%	5,21%

Tableau 1.2.2 - EVOLUTION DE LA POPULATION RURALE EN COTE D'IVOIRE				
	1980		1988	
Département	Nombre de localités	Population	Nombre de localités	Population
Abengourou	119	131 262	80	155 188
Abidjan	407	392 400	257	369 915
Aboisso	168	106 900	68	164 830
Adzope	59	133 800	163	188 180
Agboville	71	106 460	80	157 371
Agnibilekrou			32	59 991
Bangolo			76	70 332
Beoumi			147	77 992
Biankouma	116	67 577	133	86 466
Bondoukou	438	261 620	214	142 581
Bongouanou	115	85 207	114	168 890
Bouafle	209	157 666	103	129 355
Bouake	1177	537 360	347	112 492
Bouna	239	78 682	634	121 193
Boundiali	107	82 242	112	105 189
Dabakala	176	51 412	210	74 317
Daloa	277	210 341	137	238 539
Danane	320	155 744	333	191 389
Daoukro			78	63 648
Dimbokro	336	190 946	202	96 336
Divo	229	154 000	158	302 485
Duekoue			41	74 692
Ferkessedougou	192	47 038	202	137 695
Gagnoa	194	109 466	171	183 195
Grand Lahou			49	46 821
Guiglo	175	112 428	130	137 365
Issia	134	95 450	125	166 449
Katiola	90	66 448	83	97 408
Korhogo	841	219 363	906	278 292
Lakota	174	64 000	162	94 373
Man	300	220 425	233	198 566
Mankono	186	83 568	202	112 987
M'Bahiakro			150	91 992
Odienne	221	96 446	244	141 167
Oumé	117	80 663	54	110 645
Sakassou			154	50 951
San Pedro			129	97 573
Sassandra	175	73 836	114	94 421
Seguela	196	77 613	210	92 117
Sinfra			40	86 330
Soubre	143	91 166	126	276 145
Tabou			117	49 994
Tanda			236	191 699
Tiassale			59	98 434
Tingrela	48	26 955	49	32 983
Touba	253	97 995	307	93 223
Toumodi			86	58 795
Vavoua			73	151 737
Yamoussoukro			283	164 615
Zuenoula	135	83 269	132	94 917
Total	8137	4 549 748	8545	6 582 260

En 1988, la population comportait 51 % d'hommes et 49 % de femmes et la répartition par tranches d'âge était la suivante :

- < 15 ans : 45,1 %,
- 15 à 29 ans : 25,4 %
- 30 à 59 ans : 24,8 %
- > 60 ans : 4,7 %

1.2.3 Perspectives démographiques

Les données actuelles et l'évolution prévisible de la démographie montrent que la population de Côte d'Ivoire connaîtra, dans les années à venir, une croissance rapide, ceci grâce à la combinaison de trois facteurs :

- un taux d'accroissement naturel parmi les plus élevés d'Afrique,
- un apport migratoire très important,
- une forte propension à l'urbanisation, marquée singulièrement par une concentration sur Abidjan.

Les projections de populations jusqu'en 2010 sont les suivantes (source : Projet de Plan de Développement Economique, Social et Culturel, 1986-1990, Ministère de l'Economie et des Finances) :

Tableau 1.2.3 - ESTIMATION DE LA POPULATION JUSQU'EN 2010 (en milliers d'habitants)					
	1990	1995	2000	2005	2010
Population urbaine					
Zones de savanes	929	1 136	1 362	1 610	1 876
(dont Bouaké)	443	560	695	845	1 009
Zones de forêts	4 391	5 766	7 394	9 258	11 372
(dont Abidjan)	2 146	2 674	3 301	4 035	4 910
Sous-total	5 320	6 902	8 756	10 868	13 248
Population rurale					
Zones de savanes	1 658	1 658	1 675	1 700	1 726
Zones de forêts	4 239	4 914	5 724	6 604	7 582
Sous-total	5 897	6 572	7 399	8 304	9 308
Population totale	11 217	13 474	16 155	19 172	22 556

Les taux de croissance globale qui ont été adoptés pour cette évaluation sont les suivants :

Tableau 1.2.4 - ESTIMATION DES TAUX DE CROISSANCE DE LA POPULATION				
	1990/1995	1995/2000	2000/2005	2005/2010
Population urbaine	5,3 %	4,9 %	4,4 %	4,0 %
Population rurale	2,2 %	2,4 %	2,3 %	2,3 %
Population totale	3,7 %	3,7 %	3,5 %	3,3 %

1.3 Santé

La Côte d'Ivoire présente aujourd'hui encore le profil socio-sanitaire d'un pays en développement.

Le système sanitaire se caractérise par :

- une carence du système d'information,
- une réduction sensible des budgets d'investissement et de fonctionnement ralentissant le développement des infrastructures et entravant considérablement le fonctionnement des formations existantes,
- des dépenses en personnel (environ 76 % du BGF), ne laissant que peu de place aux fournitures médicales.

En gros, même si les infrastructures sanitaires existent, le manque de matériel et de médicaments est évident dans toutes les formations du pays.

Au niveau épidémiologique, un programme élargi de vaccinations (PEV) a eu lieu en vue de lutter contre la trypanosomiase, le pian, la dracunculose, l'onchocercose, etc.

En ce qui concerne les maladies hydriques, les seules informations qui permettent de se faire une idée relativement précise sur leur importance sont les rapports de morbidité traités par le Service Epidémiologique de l'Institut National de Santé Publique.

Les données que nous avons pu recueillir auprès de ce Service figurent dans le tableau suivant :

Tableau 1.3.1 - LES MALADIES HYDRIQUES EN COTE D'IVOIRE

	1986		1987		1988		1989	
Maladies hydriques	n	%	n	%	n	%	n	%
Dysenterie	34 535	0,89	34 841	0,48	38 116	0,92	35 011	0,86
Diarrhée infectieuse	101 804	2,62	89 380	1,25	106 771	2,58	94 987	2,34
Diarrhée aiguë	140 197	3,62	128 842	1,80	139 443	3,37	127 311	3,14
Dracunculose	1 907	0,04	1 272	0,01	1 443	0,03	1 570	0,04
Ascaridiase	57 939	1,49	52 225	0,73	60 387	1,46	57 273	1,31
Hématurie	10 610	0,27	9 012	0,12	9 342	0,22	9 005	0,22
Ictère	6 344	0,16	5 105	0,07	6 942	0,16	6 354	0,16
Vomissements, nausées	76 889	1,98	69 545	0,97	85 876	2,08	82 102	2,02
Douleurs abdominales	104 597	2,70	90 740	1,27	105 577	2,55	100 550	2,48
Malaria	554 639	14,32	550 670	7,72	636 111	15,40	641 618	15,82
Total consultations*	3 872 578		7 124 016		4 128 013		4 054 724	

% = pourcentage par rapport à l'ensemble des consultations

(Source : Service d'Epistémiologie Statistique)

* : total des consultations comprenant entre autres celles citées dans le tableau

. Le taux de natalité est de 50/1000 en 1988 (52 en 1965).

. Le taux de mortalité est de 14/1000 en 1988 (22 en 1965).

. L'espérance de vie est de 53 ans en 1988.

. En 1989, le pourcentage des cas de maladies d'origine hydrique est de 28,4 % (pourcentage par rapport à l'ensemble des consultations).

En 1985, le pourcentage des maladies hydriques correspondait à 13,5 % des états morbides. Les maladies diarrhéiques représentent, à elles seules, 7 % environ des états morbides : c'est le deuxième état morbide après le paludisme.

1.4 Education

Le système éducatif ivoirien connaît depuis plusieurs années un développement spectaculaire, tant en nombre des établissements d'enseignement qu'en effectifs d'élèves. L'Etat, ayant des difficultés à faire les investissements nécessaires, a cédé la place aux privés, surtout au niveau de l'enseignement primaire et secondaire. Cependant, il consacre près de 35 % en moyenne de son budget à l'enseignement dont 70 % sont imputables à la rémunération du personnel enseignant.

Le taux d'alphabétisation était de 43 % en 1985.

En 1987, le taux de scolarisation était :

- dans le primaire : 70 %
- dans le secondaire : 19 %
- dans le supérieur : 1 %

Le taux de scolarisation dans le primaire peut être estimé à 80 % en 1990.

Au niveau de l'enseignement supérieur, la Côte d'Ivoire dispose d'une seule Université, qui a largement dépassé sa capacité d'accueil, et de grandes écoles techniques et professionnelles.

Globalement, toutes les filières classiques de formation existent en Côte d'Ivoire. Ainsi, l'Etat n'accorde des bourses que pour des doctorats, des stages de perfectionnement ou des formations de pointe.

Dans le secteur du bâtiment et des travaux publics, les ingénieurs et les techniciens supérieurs sont formés à l'Ecole Nationale Supérieure des Travaux Publics (ENSTP) de Yamoussoukro, qui dispose d'un centre de formation continue pour le perfectionnement des agents de l'Etat et du privé.

Il a été ouvert en janvier 1989 deux cycles d'ingénieurs foreurs. Cette formation est financée par le PNUD pour une période de 5 ans. Elle est conçue par le CIEH et exécutée par l'ENSTP. Elle accueille des ressortissants de 13 pays du CIEH, plus le Congo.

1.5 Economie

Depuis son accession à l'indépendance, la Côte d'Ivoire n'a cessé de pratiquer une politique économique de conception libérale et soutenue par une large ouverture sur l'extérieur.

Les grandes orientations économiques de la Côte d'Ivoire peuvent se résumer ainsi :

- diversification agricole et équilibre régional,

- ivoirisation progressive des cadres et des capitaux, tout en maintenant une ouverture aux hommes, aux capitaux et aux techniques en provenance de l'étranger,

- maintien du régime libéral et de l'initiative privée, le Gouvernement jouant le rôle de soutien provisoire.

Le pourcentage de la population en âge de travailler (15-64 ans) était de 53 % (en 1983, selon la Banque Mondiale), se répartissant en :

- agriculture : 79 %
- industrie : 4 %
- services : 17 %

L'économie ivoirienne repose essentiellement sur deux produits : le café et le cacao. Cependant, d'autres cultures : bananes, ananas, coton, hévéas et palmier à huile apportent leur soutien aux précédents, dont la production, par ailleurs, ne cesse de croître.

Depuis plusieurs années, l'économie ivoirienne est entrée dans une phase de récession dont elle a du mal à sortir. En témoignent le produit intérieur brut global et le produit intérieur brut par habitant indiqués par la Direction de la statistique et de la comptabilité nationale.

Tableau 1.4.1 - EVOLUTION DU PIB EN COTE D'IVOIRE

	En 10^6 FCFA	
Année	PIB	PIB/hab.
1984	2 989 423	321 271
1985	3 134 838	324 887
1986	3 171 670	316 945
1987	3 121 043	

Le PIB a été de 10,3 milliards de US$ en 1989, avec un taux annuel de croissance de 2,2 % entre 1980 et 1989.

La décomposition du PIB est (pour 1988) :

- agriculture : 36 %
- industrie : 35 %
- services : 39 %

Le PNB a été de 7,85 milliards de US$ en 1990, soit 620 US$ par habitant (710 US$/habitant en 1983).

Les budgets nationaux ivoiriens votés en novembre ou décembre, pour l'exercice correspondant à l'année calendaire suivante, sont toujours équilibrés en recettes et en dépenses. Ces budgets se composent, pour chaque exercice (1er janvier - 31 décembre) d'un budget de fonctionnement qui finance la marche des services de l'Etat, d'un budget spécial d'investissement et d'équipement (BSIE) qui finance le développement économique et de budgets annexes.

Les principales ressources budgétaires de la Côte d'Ivoire proviennent des droits et taxes à l'importation, de l'impôt sur le revenu, du droit unique de sortie et de taxes intérieures.

Le budget de l'état ivoirien était de 619 milliards de FCFA (en 1990). Les dépenses de fonctionnement représentent 79 %, celles de l'équipement 21 %. Les recettes fiscales correspondent à 82 %.

Les différents domaines d'activités économiques de la Côte d'Ivoire peuvent être caractérisés par les chiffres suivants :

. Agriculture

Le cheptel est évalué à 4 millions de têtes (en 1988)

. Produits agricoles :

Ignames	$2{,}45.10^6$ tonnes (1988)
Canne à sucre	$1{,}5.10^6$ tonnes
Manioc	$1{,}3.10^6$ tonnes
Banane plantain	$1{,}1.10^6$ tonnes
Cacao fève	824 000 tonnes (1989)
Riz, paddy	580 000 tonnes (1988)
Coton graine	291 000 tonnes (1989)
Café	239 000 tonnes
Ananas	150 000 tonnes
Pêche	107 000 tonnes
Bois	3.10^6 m3 (1988)

. Exportations :

Cacao	$624 . 10^6$ US$ (1988)
Café	319 US$
Ananas	180 US$
Banane	78 US$ (1987)

. Energie :

Electricité	$2,2 . 10^9$ kWh (1989) dont 1,5 hydro
Pétrole	$350 . 10^6$ tonnes
Produits pétroliers	$1,7 . 10^6$ tonnes
Diamants	600 000 carats (1988)

. Industrie :

Sucre	145 000 tonnes (1988)
Latex	51 000 tonnes (1988)
Ciment	770 000 tonnes (1986)
Bière	$1,3 . 10^6$ hl
Boissons gazeuses	495 000 hl

. Tourisme :

200 000 visiteurs en 1988 - Recettes : 53.10^6 US$ (1987)

. Commerce extérieur :

Importations	$1,5.10^9$ US$ (1989)
Exportations	$2,75.10^9$ US$

1.6 Climat

La Côte d'Ivoire présente deux zones climatiques principales en correspondance avec les deux types de paysages naturels rencontrés : savane et forêt claire au Nord, forêt dense et humide au Sud.

La détermination du climat apparaît étroitement liée au déplacement du Front Intertropical (FIT), zone de confluence entre une masse d'air humide, d'origine océanique, de secteur Sud-Ouest qui est l'alizé de l'hémisphère austral dévié par la force de Coriolis après franchissement de l'équateur, et une masse d'air sec, d'origine continentale, de secteur Nord-Est qui est l'alizé de l'hémisphère boréal.

Le tableau 1.6.1, proposé par M. Eldin (Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire - 1971), regroupe les différents types de climats définis à partir du tracé des lignes d'isodéficits hydriques mensuels cumulés, c'est-à-dire des cumuls des différences :

Evapotranspiration potentielle (ETP) - Précipitations (P),

Pour les mois où P < ETP, ce paramètre a été choisi pour que la classification climatique soit en relation avec la végétation (figure 1.6.1.).

Tableau 1.8.1 - LE MILIEU NATUREL DE LA COTE D'IVOIRE - 1971									
Climats	Régime climatique* et correspondance botanique	P (mm)	Df (mm)	Dgss (mois)	Dai (heures)	Tam (°C)	Tmax Tmin moy. (°C)	ew moy. (mbar)	ew max ew min moy. (mbar)
A	2 saisons- Harmattan pendant 5 à 6 mois Secteur soudanais	1100 à 1700	≥ 850	≥ 8	2500 à 2900	27	15 à 37	22 à 23	11 à 27
B	2 saisons- Harmattan pendant 3 à 5 mois Secteur subsoudanais	1100 à 1700	600 à 850	7 à 8	2200 à 2700	26 à 27	16 à 36	22 à 23	12 à 27
C1	2 ou 4 saisons- Harmattan pendant 1 à 3 mois Secteur mésophile	1100 à 1600	400 à 600	5 à 6	1800 à 2300	25 à 28	19 à 34	23 à 27	18 à 28
C2	4 saisons- Harmattan pendant 15 jours à 2 mois Secteur mésophile	1200 à 1800	250 à 400	4 à 5	1800 à 2000	25 à 28	19 à 33	26 à 27	25 à 28
D1	4 saisons- Harmattan pendant 0 à 1 mois Secteur ombrophile	1600 à 2500	150 à 250	3 à 4	1800 à 2100	26 à 27	21 à 33	27 à 28	25 à 30
D2	4 saisons- Harmattan pendant 0 à 1 mois Secteur ombrophile	> 1900	< 150	2 à 3	1900 à 2000	26	22 à 31	30	28 à 31
E	2 ou 4 saisons- Harmattan pendant 2 à 5 mois Secteur montagnard	1700 à 2500	< 300	4 à 5	-	20 à 25	12 à 30	-	-

Tableau 1.6.1 - LE MILIEU NATUREL DE LA COTE D'IVOIRE - 1971 (suite)									
Climats	Régime climatique* et correspondance botanique	P (mm)	Df (mm)	Dgss (mois)	Dai (heures)	Tam (°C)	Tmax Tmin moy. (°C)	ew moy. (mbar)	ew max ew min moy. (mbar)
F	4 saisons-Harmattan pendant 0 à 15 jours	1500 à 2000	> 250	5	2100 à 2300	26	31 à 31	29	26 à 31
	Secteur littoral								

P : Pluviométrie (mm)
Df : Déficit hydrique cumulé (mm)
Dgss : Durée de la grande saison sèche (mois)
Dai : Durée annuelle d'insolation (heures)
Tam : Moyenne annuelle de température (°C)
Tmax-Tmin : Valeurs annuelles limites des temps mini et maxi mens. moy. (°C)
ew : Moyenne annuelle de tension de vapeur d'eau (mbar)
ew max-ew min : Valeurs annuelles limites des moyennes mensuelles de tension de vapeur d'eau (mbar)

* d'après M. ELDIN

L'évaporation sur bacs "Colorado" enterrés varie de 1000 mm/an au Sud, où le taux d'humidité dépasse 90 % avec des pluies abondantes, à 2000 mm/an au Nord, où l'harmattan souffle durant plusieurs mois dans l'année. L'influence de l'altitude est très sensible (1460 mm/an seulement, dans la région de Man).

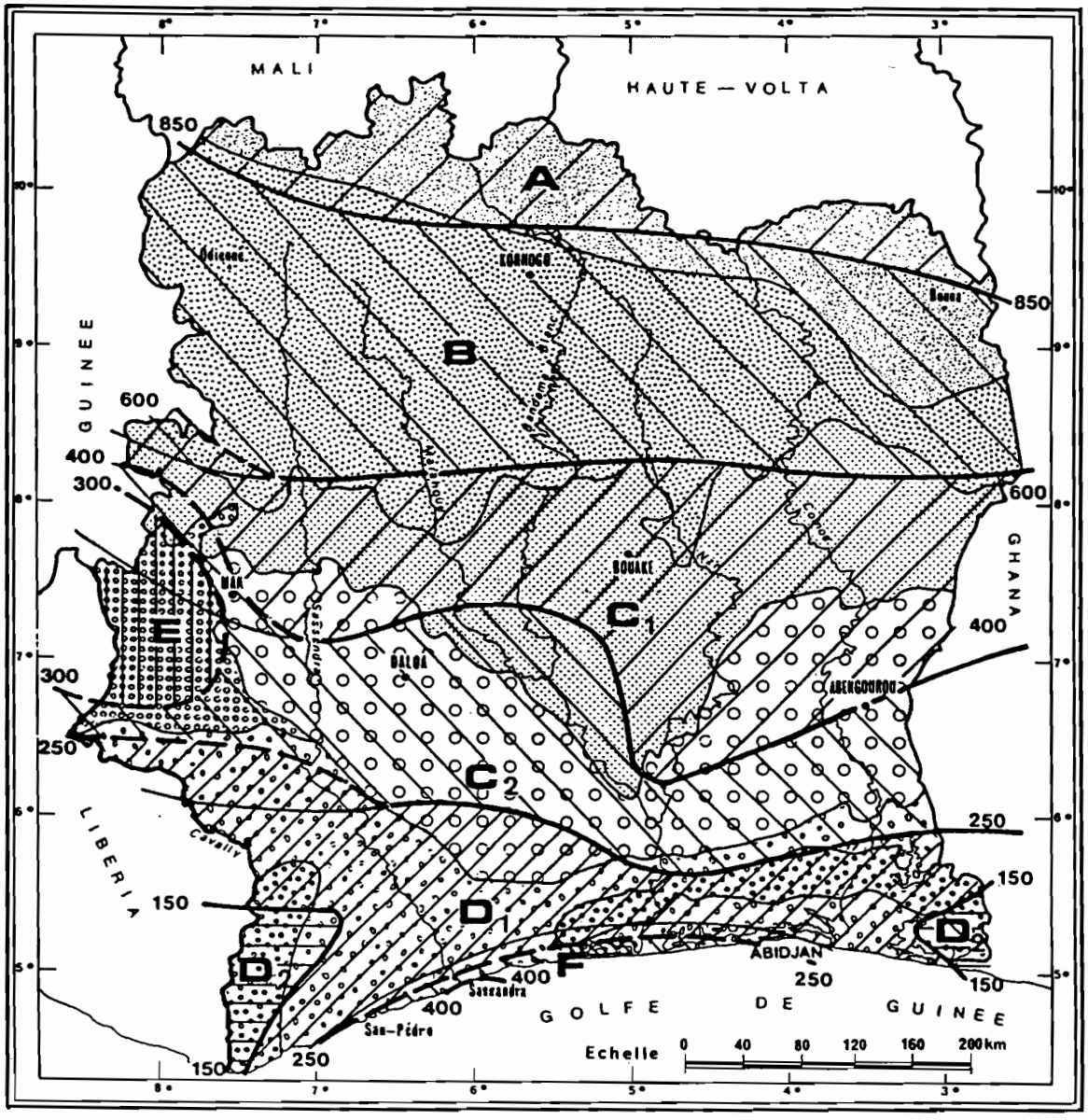
La connaissance des précipitations et de leur régime représente le fondement de l'analyse des ressources hydriques : eaux superficielles et eaux souterraines y trouvent leur origine.

En année moyenne, les hauteurs précipitées varient entre 2400 mm (2325 mm à Tabou dans l'extrême Sud-Ouest) et 950 mm (dans l'extrême Nord-Est et à l'Est de Bouaké dans le centre du pays). Les isohyètes interannuelles affectent, dans l'ensemble, la forme de U inclinés vers le Nord-Est et axés sur une ligne qui traverse la Côte d'Ivoire en diagonale en passant par Tabou, Gagnoa, Bouaké et Doropo (figure 1.6.2). Les précipitations diminuent progressivement du Sud-Ouest vers le Nord-Est en suivant cet axe et augmentent lorsqu'on s'en éloigne, aussi bien vers le Nord-Ouest que vers le Sud-Est.

Suivant l'abondance de ces précipitations et surtout leur répartition saisonnière, plusieurs régimes pluviométriques peuvent être différenciés :

Figure 1.6.1

M. ELDIN - LE CLIMAT



DOMAINE SOUDANAIS

SECTEUR SOUDANAIS

1 Savane boisée, arborée ou arbustive et/ou forêt claire

SECTEUR SUB SOUDANAIS

2 Savane boisée, arborée ou arbustive et/ou forêt claire et forêt dense sèche

Ligne d'isodéficit hydrique climatique cumulé (en mm)

Corrections apportées en fonction de la végétation naturelle par rapport au tracé initial

D_1 Zone climatique (déficit hydrique climatique cumulé compris entre 150 et 250mm)

DOMAINE GUINEEN

SECTEUR MESOPHILE (forêt dense humide semi-décidue)

3 Savane guinéenne et forêt à *Aubrevillea kerstingii* et *Khaya grandifolia*

4 Type fondamental à *Celtis* spp. et *Triplochiton scleroxylon* et sa variante à *Nesogordonia papaverifera* et *Khaya ivorensis*

SECTEUR OMBROPHILE (forêt dense humide sempervirente)

5 Type fondamental à *Eremospatha macrocarpa* et *Diospyros mannii* et type à *Turraeanthus africanus* et *Heisteria parvifolia*

6 Type à *Diospyros* spp. et *Mapania* spp.

7 Type à *Uapaca esculenta, U. guineensis* et *Chidlowia sanguinea* et type à *Tarrietia utilis* et *Chrysophyllum perpulchrum*

Climats et végétation de la Côte d'Ivoire

- Régime tropical de transition (climat soudanais) englobant les zones climatiques A et B, limité par le 8e parallèle puis par l'axe Katiola-Bouna. Il est représenté par les stations de Ferkessédougou, Boundiali et Odienné. Les précipitations annuelles varient de moins de 1000 mm à 1700 mm. Elles surviennent, en majeure partie, pendant les mois de juillet, août et septembre. Les premières pluies d'avril à juin sont espacées et faibles. De novembre à mars-avril, la sécheresse est absolue.

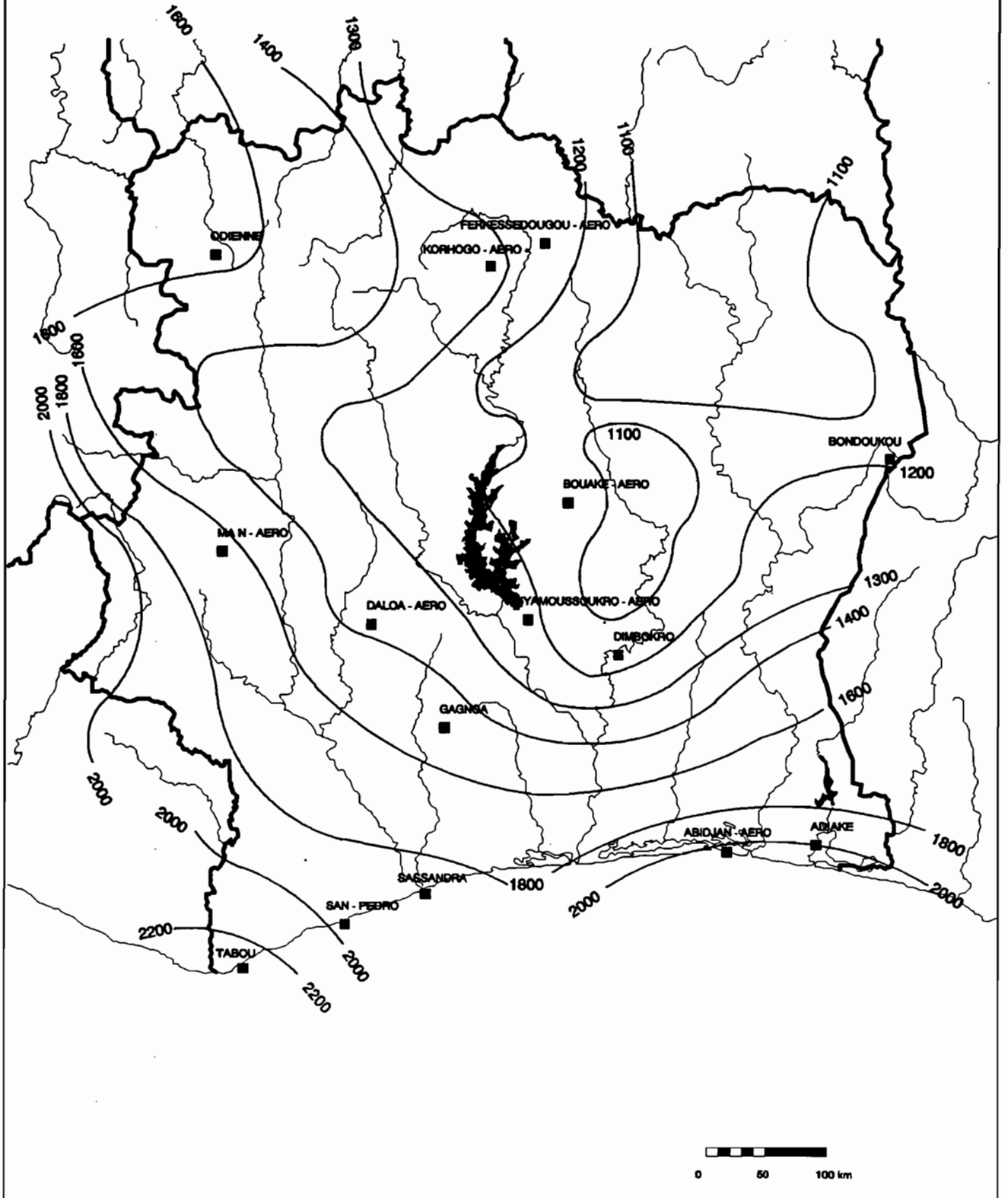
- Régime équatorial de transition atténué (climat baouléen) correspondant aux zones climatiques C1 et C2, limité au Sud par l'axe Abengourou-Toumodi-Soubré. Il est caractérisé par une première saison des pluies de mars à juin (150 à 200 mm/mois), un ralentissement des précipitations en juillet-août ; une seconde saison des pluies en septembre et octobre, plus irrégulière que la première au sud, et plus abondante au Nord ; une saison sèche, très marquée de novembre à février, comportant quelques précipitations isolées. La pluviosité annuelle varie de moins de 1000 mm à l'Est, à 1600 mm à l'Ouest.

- Régime équatorial de transition (climat attien) correspondant aux zones climatiques D1, D2 et F, localisé entre la côte et la ligne Abengourou-Toumodi-Soubré. Il se caractérise par une saison des pluies d'avril à juillet, qui contrairement à ce que l'on observe dans le régime précédent, est toujours plus importante que la seconde ; une petite saison sèche généralement de juillet à septembre ; une seconde saison des pluies, très irrégulière, de septembre à novembre ; une grande saison sèche de décembre à mars. Lorsqu'on se rapproche de la côte, le maximum de juin s'accentue, la petite saison sèche devient plus marquée et se décale légèrement sur août-septembre. La deuxième saison des pluies est alors un peu plus tardive. Les hauteurs de précipitations annuelles varient de 1300 à 2400 mm.

- Régime de montagne, couvrant la zone climatique E, limité aux massifs montagneux de l'Ouest du pays dans la région de Man, Danane, Toulépleu. Malgré sa situation méridionale, il se rattache davantage au régime soudanais qu'au régime baouléen car il ne comporte que deux saisons : une saison sèche assez courte (novembre à février), une saison des pluies de mars à octobre avec un paroxysme en septembre. Les chutes de pluies annuelles sont plus abondantes qu'en régime soudanais : 1500 à 2200 mm.

Dans les différentes zones, le début de saison des pluies est marqué par des averses orageuses dont le corps présente de fortes intensités auxquelles fait suite une traîne de plusieurs heures à faibles intensités. En milieu de saisons des pluies et plus particulièrement de la seconde, les précipitations journalières correspondent à des pluies continues qui durent plusieurs heures, avec des intensités modérées qui se prolongent, souvent, par une pluie fine. Dans la partie septentrionale, les précipitations intenses sont les plus fréquentes et le nombre de jours de pluie se situe entre 90 et 120 (très souvent aux alentours de 100 - 110). Dans la partie méridionale, il varie entre 125 et 150 jours, durant lesquels les pluies continues sont importantes. En régime de montagne le nombre de jours pluvieux est voisin de 130.

Fig 1.6.2 : Isohyètes interannuelles (1951-1980)



Les précipitations journalières maximales, de fréquence décennale, présentent une certaine relation avec la hauteur moyenne des précipitations annuelles :

- 115 mm correspond grossièrement aux isohyètes 1200-1300 mm ;
- 125 mm à l'isohyète 1600 mm (sauf dans la région de Man où le relief crée une augmentation sensible de la hauteur annuelle avec peu de répercussions sur les précipitations journalières de fréquence rare) ;
- 130 mm correspond à l'isohyète 2000 mm.

Sur une frange littorale de 10 à 20 km de large, les hauteurs atteignent 200 à 230 mm.

1.7 Géologie

1.7.1 Cadre géologique général

La Côte d'Ivoire appartient au noyau cratonique Ouest-Africain. La quasi-totalité de son sous-sol est constituée de roches métamorphiques et de granitoïdes d'âge Précambrien.

Les seules formations sédimentaires importantes sont d'âge Secondaire et Tertiaire et constituent un étroit ruban côtier, depuis Sassandra à l'Ouest jusqu'à la frontière avec le Ghana, couvrant 3 % de la superficie du pays (environ 9700 km2).

1.7.2 Aperçu sur la structure géologique de la Côte d'Ivoire

Le territoire ivoirien est marqué par quatre accidents structuraux majeurs :

- A l'Est, l'accident de Dimbokro qui sépare le domaine des schistes birrimiens du Sud-Est des granites éburnéens au centre du pays.
- A l'Ouest, l'accident de Sassandra et celui de Danané qui séparent le domaine scharnockitique de Man, où l'orientation des structures est Nord-Nord-Ouest, de celui des migmatites et granitoïdes du Centre du pays où l'orientation des structures est Nord-Nord-Est.
- Au Sud, la faille des lagunes qui est le prolongement de la faille d'Accra. Elle affecte le socle sous les terrains sédimentaires et correspond à la ligne de décollement continental entre l'Afrique et l'Amérique vers la fin du Jurassique.

1.7.3 Description des principales formations géologiques

1.7.3.1 Bassin sédimentaire côtier

Les terrains secondaires (Jurassique supérieur à Paléocène) sont développés au Sud d'un grand accident Est-Ouest de 3500 m de rejet passant au droit de la bordure Nord des lagunes.

Ils sont extrêmement réduits au Nord, et seul le Crétacé supérieur sableux apparaît localement.

Les dépôts tertiaires (Continental Terminal) peuvent être schématiquement assimilés à deux séquences sableuses séparées par une couche argileuse.

A proximité de la mer, les terrains sédimentaires sont recouverts de façon irrégulière par des dépôts quaternaires qui constituent localement des cordons dunaires sableux.

1.7.3.2 Socle cristallin

Le socle cristallin, qui représente une surface inclinée du Nord au Sud, s'abaisse de la cote +30 m à la limite Nord des affleurements du Continental Terminal jusqu'à la cote -170 m, au droit de la bordure Nord des lagunes.

Il est formé par des roches grenues (granites, diorites), parfois métamorphiques, se trouvant à relativement faible profondeur sous la carapace latéritique, ainsi que par des roches d'origine sédimentaire ou volcano-sédimentaire métamorphisées.

Les roches grenues qui affleurent sur environ 75 % de la superficie du pays constituent des massifs alternant avec des bandes de terrains généralement étroites, orientées du Nord-Nord-Est au Sud-Sud-Ouest, couvrant le reste du pays, comme le montre l'esquisse géologique de la Côte d'Ivoire (voir figure 1.7.1).

Les roches qui constituent ces bandes de terrain : grès, schistes, sédiments volcanodétritiques et laves, ont subi un métamorphisme plus ou moins intense et sont fortement plissées et parfois redressées à la verticale. Elles sont désignées sous le terme de Birrimien.

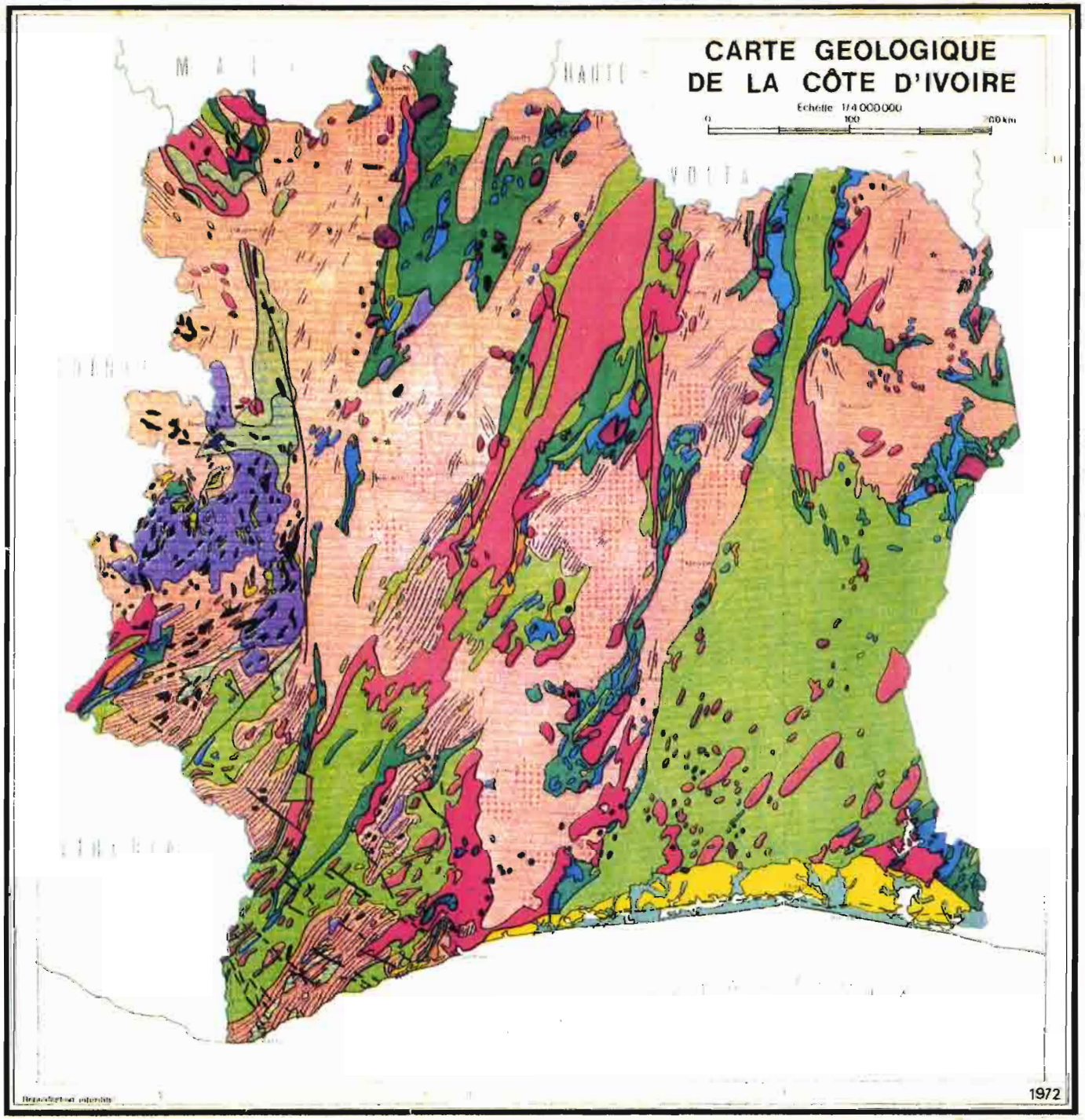
1.7.3.3 Unités géologiques

Les formations géologiques de la Côte d'Ivoire peuvent être regroupées en quatre grands ensembles :

CARTE GEOLOGIQUE DE LA CÔTE D'IVOIRE

Échelle 1/4 000 000

0 100 200 km



1972

SODEMI
SOCIETE POUR LE DEVELOPPEMENT MINIER DE LA CÔTE D'IVOIRE
BP 7816 ABIDJAN Tel. 31 17 66

Carte établie par B.TAGINI, Dr ès-sciences, directeur des recherches, et M. GOBERT, cartographe,

G. BERTHOUMIEUX étant directeur général

avec la participation de R CASANOVA, Université d'Abidjan

LEGENDE

QUATERNAIRE: Sédiments côtiers

TERTIAIRE et SECONDAIRE: Sédiments sableux, argileux

PERMIEN et plus ancien (280 - 2400 M.a.): Dolérites, ★ Kimberlites

PROTEROZOÏQUE MOYEN et INFERIEUR (Mégacycle éburnéen, 1500 - 2300 M.a.)

Complexe granitoïde beaulé

Granitoïdes à biotite homogènes et hétérogènes

Granitoïdes subalcalins à deux micas

Complexe plutonique abronien

Granitoïdes discordants: Granodiorites, monzonites..

Granitoïdes concordants: Granodiorites, granites

Plutonites basiques et ultrabasiques: Gabbros..

Birrimien

Supergroupes de comblement: Conglomérats, grès, schistes

Supergroupes volcano-sédimentaires:

Métasédiments: Schistes, quartzites, roches à manganèse

Métavulcanites quartziques: Rhyolites..

Métavulcanites non quartziques: Basaltes, andésites

ARCHEEN ou Antébirrimien (Mégacycle libérien, supérieur à 2300 M.a.)

Granitoïdes

Migmatites, granites migmatitiques

Anorthosites, norites, charnockites

Itabirites, quartzites à magnétite

Amphibolites, pyroxénites

Gneiss divers

Roches à hypersthène

Accidents, failles, mylonites

Figure 1.7.1

a. Ensemble (A) d'âge archéen

Il est constitué principalement de granitoïdes, de gneiss et migmatites avec, secondairement, des amphibolites et pyroxénites et des quartzites à magnétite. Cet ensemble a été affecté par l'orogénèse libérienne.

b. Ensemble (B) d'âge protérozoïque inférieur

Il est constitué principalement de roches métamorphisées (schistes) associées à des roches volcaniques métamorphisées.

c. Ensemble (P) d'âge protérozoïque inférieur

Cet ensemble regroupe des plutonites de composition pétrographique variable. Il a été affecté, comme l'ensemble (B), par l'orogénèse éburnéenne.

d. Ensembles (T) et (Q) d'âge tertiaire et quaternaire

Ces terrains sont constitués de sédiments détritiques : sable, gravier, argile pour le Tertiaire, sable avec amas coquilliers pour le Quaternaire.

Les 4 tableaux suivants donnent les principaux faciès pour les différentes formations géologiques. Ce découpage et cette description font référence à deux études de Tagini (1972) et à celle de Kenting (1978).

Tableau 1.7.1

SYNOPSIS DES CORRESPONDANCES DES UNITES GEOLOGIQUES

ERE	PERIODE	DIVISION	OROGENESE	INVENTAIRE HYDROGEOLOGIQUE		TAGINI (1972)	KENTING (Caldini et Azuelos) (1978)		PROPORTION DE LA SURFACE DU PAYS (%)
				Symbole	DESCRIPTION	NOMENCLATURE DE LA LEGENDE	Symbole	DESCRIPTION	
QUATERNAIRE	PLEISTOCENE	—	—	Q1	SEDIMENTS CÔTIERS Ils sont localisés principalement entre la ville de Sassandra et la frontière du Ghana.	- SEDIMENTS CÔTIERS		NON DECRIT	0,8
SECONDAIRE ET TERTIAIRE	PLIOCENE	—	—	T1	SABLES, ARGILES, GRAVIERS ET CONGLOMERATS Ces sédiments constituent un bassin sédimentaire divisé en deux parties par la "faille des lagunes" qui correspond à la ligne de décollement entre l'Afrique et l'Amérique vers la fin de Jurassique. La puissance de ces sédiments dépasse rarement 300 mètres sur la bordure continentale alors que sur le côté océanique de la faille, elle peut atteindre 4,000 à 5,000 mètres.	- SEDIMENTS ARGILEUX - SEDIMENTS SABLEUX - GRES FERRUGINEUX - GRAVIERS, CONGLOMERATS - ARGILES, GLAUCONITES, CALCAIRES, BITUMES		NON DECRIT	1,5
	CRETACE								
PRECAMBRIEN A PERMIEN	PROTEROZOIQUE MOYEN A PERMIEN	PLUTONITES POST-OROGENIQUES	EBURNEENNES	N1	DOLERITES Situées presque exclusivement dans l'Ouest du pays (carte de Touba, Man et Danané) les émissions doléritiques se présentant surtout sous forme de gros dykes pouvant atteindre quelques dizaines de kilomètres de longueur.	- DOLERITES, GABBROS - KIMBERLITES (1400 M.a.)	δ	DOLERITE	0,2
PRECAMBRIEN	PROTEROZOIQUE INFERIEUR			O1	SYENITES, GRANODIORITES ET GRANITES ALCALINS Cette unité, de très faible extension, a été cartographiée dans les parties Sud et Ouest de la Côte d'Ivoire.	- SYENITES, GRANODIORITES, GRANITES ALCALINS, ETC. (environ 1550 M.a.)		NON DECRIT	< 0,1
				P1	GRANITES HOMOGENES A BIOTITE Des massifs importants sont présents dans les parties Centrale et Nord du pays.	- GRANITOIDES HOMOGENES A BIOTITE (environ 1830 M.a.)		NON DECRIT	2,7
				P2	GRANITES HETEROGENES A BIOTITE Cette unité couvre près du quart de la surface totale de la Côte d'Ivoire; elle est caractérisée par la présence d'enclaves de roches granitoïdes libériennes.	- GRANITOIDES HETEROGENES A BIOTITE (1850-2000 M.a.)	γb	GRANITE A BIOTITE	22,4

SYNOPSIS DES CORRESPONDANCES DES UNITES GEOLOGIQUES

Tableau 1.7.1 (suite 1)

ERE	PERIODE	DIVISION	OROGENESE	INVENTAIRE HYDROGEOLOGIQUE		TAGINI (1972)	KENTING (Caldini et Azuelos) (1978)		PROPORTION DE LA SURFACE DU PAYS (%)
				Symbole	DESCRIPTION	NOMENCLATURE DE LA LEGENDE	Symbole	DESCRIPTION	
PRECAMBRIEN	PROTEROZOIQUE INFERIEUR	PLUTONITES POST-OROGENIQUES	EBURNEENNES	P3	MIGMATITES Selon Kenting (1978), les migmatites sont fréquentes dans le Nord du pays (étude par photo-interprétation).	- MIGMATITES GENERALEMENT EMBRECHITIQUES	M(sv) M(s) M M(sv)q M(s)q Mq	MIGMATITE post-birrimienne MIGMATITE post-birrimienne indifférenciée QUARTZITE dans contexte migmatitique	6,4
				P4	GRANITES A DEUX MICAS Ils sont associés aux schistes birrimiens (B13) avec lesquels ils est en contact de transition. Ils se présentent sous forme de massifs allongés dans la même direction que les schistes; le plus grand de ces derniers s'étend de Ferkéssédougou à Daloa.	- GRANITOIDES SUB-ALCALINS A DEUX MICAS (1850-2010 M.a.)	γbm	GRANITE A DEUX MICAS de type Ferké	6,6
				P5	GRANITES INTRUSIFS, SYENITES, MONZONITES, DIORITES Faisant partie du complexe abronien cet ensemble pétrographique est très varié; la composition minéralogique des roches va de la monzonite au granite. De façon générale, ces intrusions sont disperées sur toute la Côte d'Ivoire sauf sur la frange Ouest.	- SYENITES, MONZONITES - GRANITES ALCALINS - GRANITES CALCO-ALCALINS ET GRANITOIDES INDIFFERENCIES - GRANITES, AKERITIQUES - GRANODIORITES, DIORITES		NON DECRIT	0,8
				P10	GRANODIORITES Ces rochee finement grenues, à hornblende et biotite, sont en concordance avec les zones géosynclinales plissées. Elles se situent en bordure des terrains birrimiens et les massifs sont généralement allongés. Les plus importants sont localisés au Centre-Sud du pays.	- GRANODIORITES (2020-2100 M.a.)	$\gamma\delta^d$ $\gamma\delta^c$ $\gamma\delta$	GRANODIORITE s.l. discordante GRANODIORITE s.l. concordante GRANODIORITE s.l. à caractère incertain	4,0
				P11	GRANITES AKERITIQUES Cette unité géologique discordante qui se manifeste surtout en massifs circonscrits de faible extension est présente seulement dans l'Est du territoire ivoirien.	- GRANITES AKERITIQUES		NON DECRIT	0,4

Tableau 1.7.1 (suite 2)

SYNOPSIS DES CORRESPONDANCES DES UNITES GEOLOGIQUES

ERE	PERIODE	DIVISION	OROGENESE	INVENTAIRE HYDROGEOLOGIQUE		TAGINI (1972)	KENTING (Caldini et Azuelos) (1978)		PROPORTION DE LA SURFACE DU PAYS (%)
				Symbole	DESCRIPTION	NOMENCLATURE DE LA LEGENDE	Symbole	DESCRIPTION	
PRECAMBRIEN	PROTEROZOIQUE INFERIEUR	PLUTONITES POST-OROGENIQUES	EBURNEENNES	P12	GABBROS Ne dépassant par dix (10) kilomètres de diamètre, cinq (5) corps sont connus en Côte d'Ivoire; les deux plus importants sont situés au Sud-Ouest de Korhogo.	- GABBRO A HYPERSTHENE	G	GABBRO	0,1
				P13	BASITES ET ULTRABASITES Ces roches se présentent sous forme de stocks peu étendus et sont cartographiés surtout au Centre-Sud du pays.	- ULTRABASITES, BASITES	B	BASITE ET ULTRABASITE	0,2
		BIRRIMIEN		B1	GRES, ARKOSES, METASEDIMENTS (PARAMOLASSES) Appartenant au supergroupe de comblement, cette unité se retrouve dans le quart Nord-Est du pays.	- GRES, ARKOSES - CONGLOMERATS A CIMENT ARKOSIQUE	SP SPc	GRES ET ARKOSE CONGLOMERAT	0,2
				B3	SCHISTES, GRAUWACKES, METASEDIMENTS INDIFFERENCIES (FLYSCHS) Cet important assemblage de sédiments détritiques métamorphisés ou faciès schiste vert couvre toute la partie Sud-Est du pays et se retrouve en bandes orientées Nord-Nord-Est dans les autres parties du pays. Les séquences formées de bancs de grès résistants et de schistes facilement altérables sont de faibles épaisseurs.	- SCHISTES ET GRAUWACKES - FORMATION DE METAMORPHISME PLUS INTENSE - CONGLOMERAT POLYGENIQUE A CIMENT GRAUWACKEUX	S Sq Sc	SCHISTE ET GRAUWACKE QUARTZITE CONGLOMERAT	20,7
				B7	ROCHES METAMORPHIQUES D'ÂGE INCERTAIN Ces formations sont localisées seulement dans la partie Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire.	- FORMATIONS MESOZONALES DE POSITION STRATIGRAPHIQUE INCERTAINE		NON DECRIT	2,6
				B8	METASEDIMENTS Les sédiments associés au volcanisme sous-marin forment des bandes parallèles de roches de nature variée. Ces métasédiments sont généralement métamorphisés au faciès schiste vert et se retrouvent en larges bandes orientées Nord-Nord-Est dans toutes les régions du pays.	- SCHISTES ET ROCHES INDIFFERENCIES - FORMATION DE METAMORPHISME PLUS INTENSE - MICROQUARTZITES, GONDITES - CONGLOMERATS	SV SVq SVr SVc	SCHISTE ET BRECHE VOLCANIQUE QUARTZITE, ARKOSE, SUB-GRAUWACKE TUF CONGLOMERAT	7,9

Tableau 1.7.1 (suite 3)

SYNOPSIS DES CORRESPONDANCES DES UNITES GEOLOGIQUES

ERE	PERIODE	DIVISION	OROGENESE	INVENTAIRE HYDROGEOLOGIQUE		TAGINI (1972)	KENTING (Caldini et Azuelos) (1978)		PROPORTION DE LA SURFACE DU PAYS (%)
				Symbole	DESCRIPTION	NOMENCLATURE DE LA LEGENDE	Symbole	DESCRIPTION	
PRECAMBRIEN	PROTEROZOIQUE INFERIEUR	BIRRIMIEN	EBURNEENNES	B13	METAVULCANITES Constituée de roches volcaniques acides ou basiques, cette unité se caractérise par un métamorphisme de faciès schiste vert ou épidote-amphibolite. Elle se présente sous forme de crêtes aux pentes raides et est toujours associée aux formations schisteuses (unité B8).	- RHYOLITES, DACITES, KERATOPHYRES - ANDESITES, SPILLITES, BASALTES, AMPHIBOLITES	Va Vb A V	METAVULCANITES ACIDES: RHYOLITE ET DACITE METAVULCANITES BASIQUES ET NEUTRES: BASALTE ET ANDESITE AMPHIBOLITE METAVULCANITE INDIFFERENCIEE	3,3
	ARCHEEN	ANTEBIRRIMIEN	LIBERIANNES	A3	MIGMATITES ANCIENNES ET GRANITES MIGMATITIQUES Cette unité est la formation archéenne la plus répandue en Côte d'Ivoire. Elle comprend des anatéxites et des granites d'anatexie et forme des massifs épars au sein des granites éburnéens. Leur abondance croît du Nord-Est au Sud-Ouest.	- GRANITES DIVERS - MIGMATITES	YMA MA	GRANITE MIGMATITIQUE MIGMATITE ANCIENNE	13,1
				A4	ANORTHOSITES, NORITES ET CHARNOCKITES Ces roches plutoniques et métasomatiques sont d'origine cataxonales et sont localisées seulement dans la région de Man et Touba.	- ANORTHOSITES, NORITES, CHARNOCKITES	Ch	ANORTHOSITE, NORITE, CHARNOCKITE (complexe charnockitique)	2,8
				A5	ITABIRITES ET QUARTZITES A MAGNETITE Les itabirites se distinguent des quartzites à magnétite par leurs grains plus fins et leur texture litée. Associés aux amphibolo-pyroxénites (A6), cette unité forme parfois des reliefs vigoureux. Leur zone d'occurence se situe seulement dans l'Ouest du pays.	- ITABIRITES, QUARTZITES A MAGNETITE	I	ITABIRITE	0,6
				A6	AMPHIBOLITES ET PYROXENITES Ces roches basiques métamorphisées, au faciès amphibolite à granulite, se présentant en petites surfaces éparses dans la région occidentale de la Côte d'Ivoire.	- AMPHIBOLITES, PYROXENITES	A-P	AMPHIBOLO-PYROXENITE	0,6
				A7	GNEISS Cette unité géologique est constituée de roches quartzo-feldspathiques dont le métamorphisme varie du faciès amphibolite au faciès granulite. Elle occupe de grandes surfaces dans l'Ouest du territoire ivoirien.	- GNEISS - ROCHES A HYPERSTHENE	Gn	GNEISS de la région d'Odienné	2,0

1.8 Hydrologie

Le réseau hydrographique de la Côte d'Ivoire comprend (figure 1.8.1) :

- Quatre bassins principaux : le Cavally à l'Ouest, long de 700 km avec un bassin versant de 28 800 km2 de superficie, dont seulement 15 000 km2 en Côte d'Ivoire ; le Sassandra long de 650 km pour un bassin de 75 000 km2 ; le Bandama formé du Bandama Blanc et du Bandama Rouge ou Marahoué, d'une longueur maximum de 1050 km avec un bassin versant total de 97 000 km2 ; la Comoé à l'Est, qui prend sa source au Burkina Faso, dont le lit d'une longueur de 1160 km draine un bassin versant de 78 000 km2.

- Des petits fleuves côtiers qui, d'Ouest en Est, sont le Tabou, le San Pedro, le Niouniourou, le Boubo (5100 km2), l'Agnéby (8900 km2, pour 200 km de lit), la Mé (4300 km2 pour une longueur de 140 km) et la Bia qui prend sa source au Ghana (sur 290 km de son cours, seulement 120 km sont en Côte d'Ivoire).

- Des affluents du Niger : le Baoulé qui coule sur 330 km en Côte d'Ivoire avant d'entrer au Mali, la Bagoé dont le bassin ivoirien dépasse 5000 km2 et le Gbanhala.

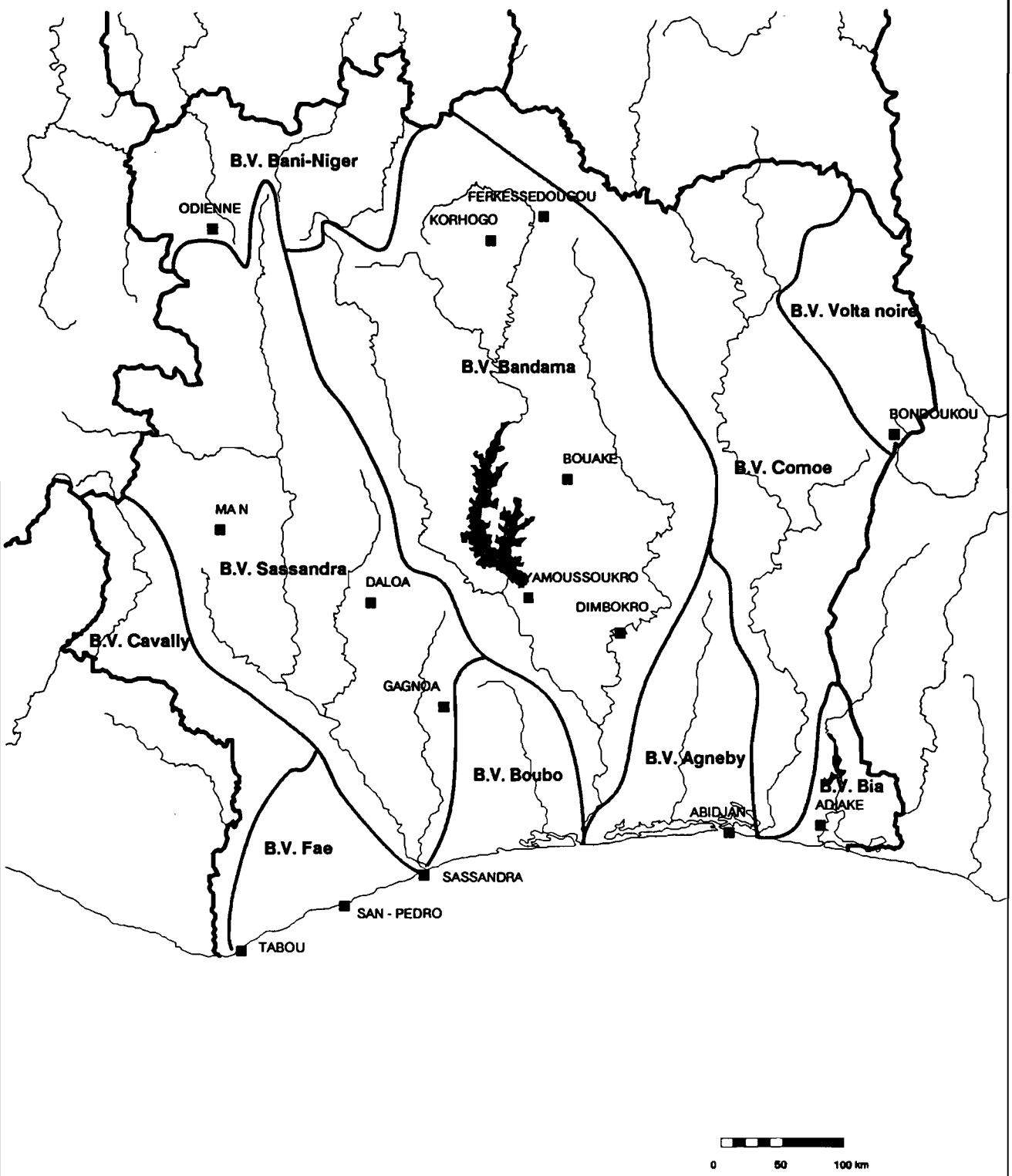
- Un petit affluent de la Volta Noire, le Koulda.

La Direction de l'Eau du Ministère de l'Equipement a estimé la disponibilité moyenne en eau superficielle de l'ensemble du pays, à une quarantaine de milliards de mètres cubes par an. Cette estimation, qui correspond à la période 1969-1986, est à rapprocher de celle faite sur une période d'une quinzaine d'années, antérieure à 1969, qui chiffrait grossièrement les apports annuels à l'Océan à une soixantaine de milliards de m3 y compris les contributions extérieures du Cavally et de la Comoé.

Les six plus grandes retenues à usage hydroélectrique ont, à elles seules, une capacité de stockage de 37,6 milliards de m3, sans commune mesure avec la consommation actuelle, évaluée pour les différents usages à 1,1 milliard de m3/an. Il faut cependant préciser que si ces grands barrages perturbent le régime des eaux, ils n'altèrent globalement la ressource que par les pertes dues à l'évaporation qu'ils engendrent. Ces pertes sont, probablement, du même ordre de grandeur que la demande en eau actuelle, tous usages confondus.

Aujourd'hui, l'irrigation représente plus de 85 % de la consommation totale et l'alimentation en eau potable, moins de 12 %.

Fig 1.8.1 : Bassins versants / Réseau hydrographique



1.9 Hydrogéologie

Les eaux souterraines sont disponibles partout en Côte d'Ivoire, mais dans des conditions très variables :

- de stockage,
- d'accès à la ressource.

La connaissance des eaux souterraines s'est nettement améliorée ces dernières années avec l'interprétation des nombreuses données obtenues lors de différentes campagnes de forages réalisées pour l'alimentation en eau du pays. L'analyse de ces données est présentée sur la figure 1.9.1.

Les trois formations hydrogéologiques principales sont :

- le socle granito-gneissique,
- le sédimentaire ancien métamorphisé (schistes),
- le bassin sédimentaire côtier.

Les formations sédimentaires du bassin côtier s'épaississent graduellement du Nord au Sud vers les lagunes côtières.

Au Nord de ces lagunes, les formations détritiques du Continental Terminal, sollicitées entre autres pour l'AEP d'Abidjan, contiennent des ressources renouvelables et des réserves exploitables considérables.

Le socle cristallin et métamorphique : longtemps considéré comme imperméable et peu productif, les recherches d'eau souterraine entreprises dans le socle ont montré qu'il était possible de mobiliser des quantités d'eau suffisantes pour l'alimentation des villages et des centres secondaires.

Dans les formations de socles de type granitique, on distingue :

- des nappes d'altération ou d'arènes,
- des nappes de fissures.

L'altération des roches schisteuses d'âge birrimien conduit généralement à la formation d'arènes argileuses, parfois épaisses, très peu perméables.

Par contre, les 30 premiers mètres de la roche saine par un phénomène de décompression sont, d'une façon générale, aquifères et exploitables par forage.

Descripteur Accessibilité

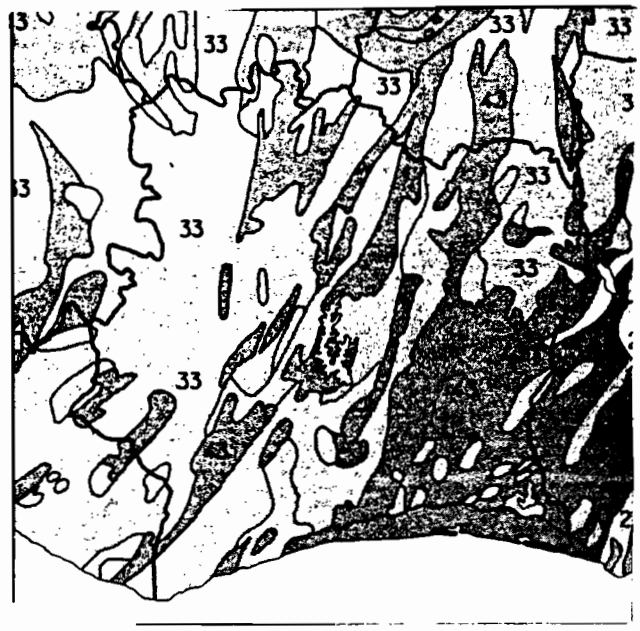
Notion de coût d'ouvrage

Probabilité de succès(%) pour un débit cible de 0,7m³/h
Success probability(%) minimum yield target:0,7m³/h

80	41	42	43	44
65	31	32	33	34
50	21	22	23	24
	11	12	13	14

AQUIFERES DISCONTINUS *DISCONTINUOUS AQUIFERS*	85	65	45
AQUIFERES GENERALISES *GENERALIZED AQUIFERS*	250	100	50

Profondeur des ouvrages (m)
Depth of works (m)



Descripteur Exploitabilité

Notion de coût d'exploitation

Débit potentiel(m³/h)
Potential yield(m³/h)

10	41	42	43	44
5	31	32	33	34
2	21	22	23	24
(0,7)	11	12	13	14
	50	25	10	

Profondeur d'extraction ou de puisage(m/sol)
Extraction or bailing depth (m.b.g.l.)

Descripteur Sécurité

Notion de pérennité de l'exploitation

Index d'apport : pluie efficace moyenne annuelle (mm/an)
Index of intake : mean annual efficient rainfall (mm/year)

450	41	42	43	44
325	31	32	33	34
150	21	22	23	24
	11	12	13	14
	75	150	225	

Réserve locale de l'aquifère ($10^3 m^3/km^2$)
Local aquifer reserve ($10^3 m^3/km^2$)

1.9.1 Caractéristiques hydrogéologiques des formations du socle

1.9.1.1 Généralités

Les formations du socle ne renferment pas d'aquifère continu en raison de l'absence de porosité d'interstice.

Les roches cristallines et métamorphiques ainsi que les quartzites, les grès massifs et les schistes sont quasi imperméables s'ils ne sont pas fissurés ou altérés.

L'altération des roches se développe le long des fissures. Les produits de l'altération sont inégalement répartis ; ils forment des milieux poreux recelant des aquifères "en poches".

Dans la roche non altérée, l'eau circule et est emmagasinée dans les fissures.

Représentant 97 % de la superficie du pays, les possibilités aquifères des formations du socle sont de ce fait fondamentales.

Le comportement hydrogéologique, différent des roches grenues et des roches schisteuses du Birrimien, conduit à distinguer l'hydrogéologie de ces deux types de formations géologiques.

a. Hydrogéologie des roches grenues

Dans ce type de roche, deux possibilités aquifères peuvent être mises en évidence :

- les nappes d'altération ou d'arènes,
- les nappes de fissures.

A l'exception de certaines zones particulières (Ségula, Mankono, Touba), où les roches grenues saines sont pratiquement subaffleurantes, la présence d'arènes sablo-argileuses est généralisée en Côte d'Ivoire.

L'épaisseur de cette couche d'altération varie d'une dizaine de mètres à 60 m et plus.

D'une façon générale, les couches les plus sableuses, voire graveleuses, au niveau desquelles ont été mises en évidence les venues d'eau les plus importantes, sont situées à proximité du contact de la couche d'altération et de la roche saine, contact qu'il convient donc d'atteindre lors de l'exécution des ouvrages de captage, puits et forages.

Les fluctuations annuelles du niveau piézométrique (battement des nappes) ont une amplitude différente suivant les zones et sont généralement comprises entre quelques mètres et 6 à 10 m, les plus faibles ayant lieu à proximité des thalwegs.

Enfin, il existe fréquemment une fracturation majeure importante de la roche saine décelable grâce à l'examen des photos aériennes jointes aux observations géomorphologiques de terrain (axe des marigots, tracé des cours d'eau, allure des cuirasses latéritiques lorsqu'il y en a, végétation, etc.).

Cette fracturation, accompagnée d'une fissuration importante, permet la circulation des eaux souterraines qui peuvent ainsi être exploitées dans de nombreux secteurs dépourvus d'arènes, les débits obtenus étant souvent plus élevés que ceux fournis par les nappes d'arènes.

b. Hydrogéologie des formations d'âge birrimien

L'altération des roches schisteuses d'âge birrimien conduit généralement à la formation d'arènes argileuses parfois épaisses, très peu perméables. Des venues d'eau ont parfois été observées au sein de ces couches d'altération.

Toutefois, une baisse rapide du débit causée par l'apport de fines particules argileuses colmatant rapidement les ouvrages rend cette couche altérée, peu propice à l'exploitation.

Les résultats obtenus par forage montrent que ce sont les trente premiers mètres de la roche saine qui sont les plus productifs lorsqu'elle est fissurée.

1.9.1.2 Caractéristiques hydrogéologiques des formations sédimentaires

Les formations aquifères sont les suivantes :

. Les sables quaternaires

Les nappes qu'ils renferment sont très vulnérables à la pollution, car leur surface libre est à faible profondeur sous le sol. L'altitude de la surface piézométrique au-dessus du niveau de la mer et des lagunes est faible. Par la suite, les réserves d'eau douce exploitables en saison sèche sont minimes si l'on s'impose d'éviter l'invasion de la nappe par les eaux marines ou lagunaires.

Il apparaît donc qu'une telle nappe ne peut qu'être exploitée localement, avec des débits limités, cette exploitation allant de pair avec un contrôle bactériologique et chimique sérieux et régulier.

. Le Continental Terminal

Il s'agit de l'aquifère principal du bassin côtier, utilisé pour l'alimentation en eau d'Abidjan. Du Nord au Sud, il s'étend depuis les affleurements du socle cristallin jusqu'aux lagunes, soit sur un peu plus de 20 km au droit d'Abidjan.

Les affleurements qui se poursuivent sur plus de 100 km d'Ouest en Est sont interrompus de part et d'autre de la capitale par l'Agneby, à l'Ouest, et la lagune Aghien à l'Est.

A l'heure actuelle, cet aquifère est inégalement connu suivant les zones, le maximum de données ayant été réunies à proximité immédiate d'Abidjan. Dans ce secteur limité, son bilan est connu depuis peu avec précision, et son débit exploitable est de l'ordre de 5 m3/s, soit près de 160 x 10^6 m3/an.

. Le Crétacé

Il constitue un biseau qui s'insère au Nord de la faille de bordure du bassin sédimentaire côtier entre le socle cristallin et les sables du Continental Terminal dont il n'est pas vraiment séparé. De ce fait, la nappe des sables crétacés se présente comme l'extension vers le bas de celle du Continental Terminal.

oOo

CHAPITRE 2

RESSOURCES EN EAUX

2.1 Ressources en eaux disponibles en Côte d'Ivoire

2.1.1 Evaluation des ressources en eau de surface

2.1.1.1 Apports atmosphériques

En retenant les 23 stations pluviométriques les plus fiables, bénéficiant de chroniques suffisamment longues (arrêtées à 1986), et partant d'une régionalisation basée sur l'intersection de trois grandes zones phytoclimatiques (savane au Nord, forêt au Sud et V baouléen au Centre) avec les limites naturelles des grands bassins versants, la Direction de l'Eau a estimé les apports atmosphériques moyens à 459 milliards de m3 par an, soit une lame d'eau de 1425 mm. La répartition spatiale n'est évidemment pas uniforme : 1150-1160 mm/an dans le Centre (43 820 km2) et le Nord-Est (52 500 km2) du pays ; 1300 mm dans le Centre-Nord (51 115 km2) ; 1480-1490 mm dans le Centre-Sud (43 320 km2) et le Nord-Ouest (34 725 km2) ; 1600 mm dans le Sud-Est (31 020 km2) et 1780 mm dans le Sud-Ouest (65 500 km2).

2.1.1.2 Ecoulements superficiels

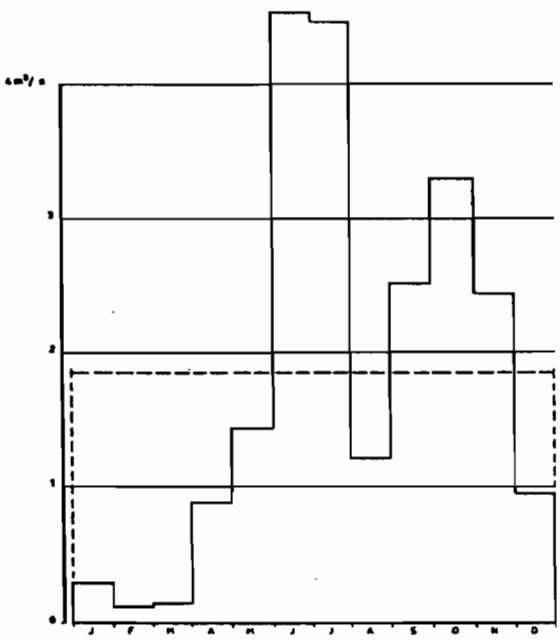
2.1.1.2.1 *Régimes hydrologiques*

Le débit des cours d'eau dépend de nombreux facteurs parmi lesquels on peut citer le relief, la végétation, la nature du sol, la structure du réseau hydrographique, l'évaporation, etc. L'influence des précipitations reste néanmoins prépondérante. De ce fait, les régimes hydrologiques s'apparentent assez étroitement aux régimes des précipitations.

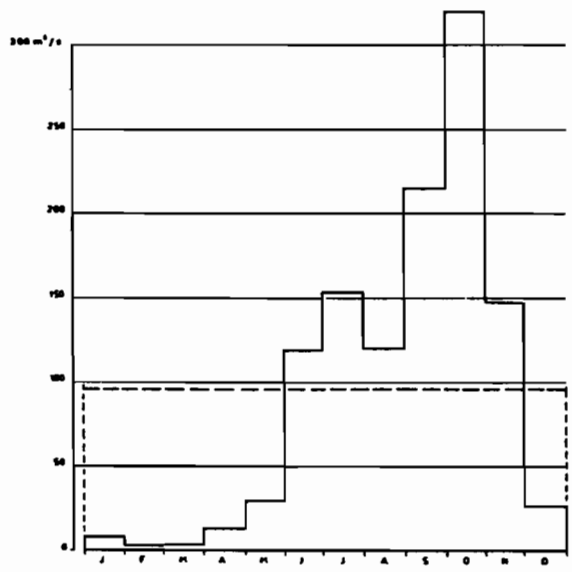
Pour caractériser l'abondance et les variations saisonnières des cours d'eau de la Côte d'Ivoire, quatre régimes hydrologiques principaux peuvent être différenciés (figure 2.1.1) :

Figure 2.1.1

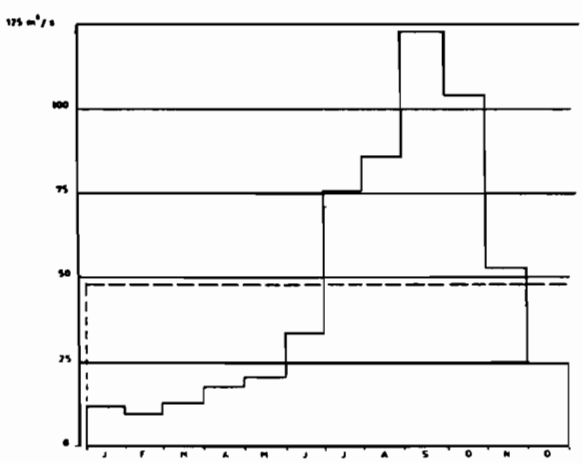
G. GIRARD, J. SIRCOULON, P. TOUCHEBEUF - HYDROLOGIE



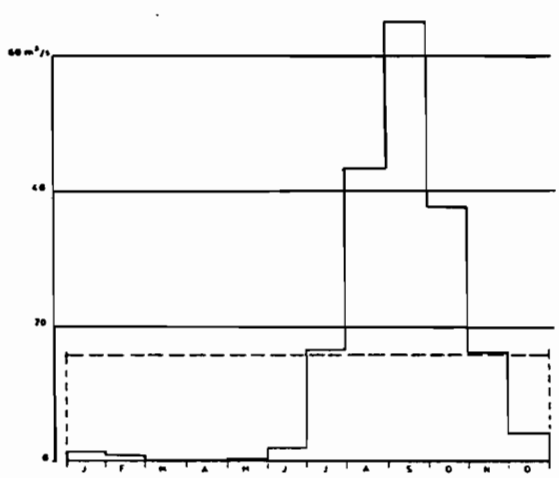
— Débits moyens mensuels. Le MANSO à GUESSIGUÉ.



— Débits moyens mensuels. Le NZI à ZIÉNOA.



— Débits moyens mensuels. Le CAVALLY à FLAMPLEU.



— Débits moyens mensuels. La BAGOÉ à GUINGÉRINI.

- Régime tropical de transition, sur la partie septentrionale du pays, au Nord de l'axe Ferkessédougou-Touba. Sur les petits bassins versants de 10 à 100 km2, les premières pointes de crues peuvent s'observer dès avril-mai, l'écoulement ne devenant continu que de juillet à septembre. Le tarissement est complet à la fin de l'année. Pour les bassins de 1000 à 5000 km2 tels la Bagoé ou le Haut Bandama, ce régime comporte une crue unique en août, septembre, octobre, suivie d'un tarissement rapide en novembre et décembre, puis une longue période de basses eaux de janvier à mai, avec de très faibles débits.

- Régime équatorial de transition, sur la partie méridionale du pays, au Sud d'une ligne Abengourou-Toumodi-Soubré. Sur les petits bassins versants les précipitations d'avril et mai donnent lieu à un ruissellement notable, mais les fortes crues s'observent en juin-juillet ou parfois même, en octobre-novembre. Sur les bassins versants plus importants tels que l'Agnéby et la Bia, la répartition saisonnière des pluies explique le dédoublement de la crue annuelle : un premier pic en août-septembre, un autre plus marqué de décembre à mars. Une première période de basses eaux s'étend de décembre à mars, une autre, plus courte, marque les mois d'été, août et septembre.

- Régime équatorial de transition atténué, sur la région centrale du pays, limitée par les axes Ferkessédougou-Touba et Abengourou-Soubré. Intermédiaire entre les deux régimes précédents, il caractérise le N'zi (affluent du Bandama) et le Kan (affluent du N'zi). La saison des moyennes et hautes eaux s'étale de mai à novembre, mais le dédoublement de la crue annuelle n'est pas toujours nettement marqué. Sur les petits bassins versants la première saison des pluies ne sert, souvent, qu'à reconstituer les réserves hydriques du sol.

- Régime de montagne, sur le relief de l'ouest dans les régions de Taï, Man, Toulépleu, Danamé. La saison des moyennes et hautes eaux s'étend d'avril à octobre. Les crues atteignent leur maximum en septembre, mois le plus pluvieux comme dans le régime tropical de transition. L'étiage, souvent très soutenu, s'observe en janvier-février.

  La plupart des grands cours d'eau, Cavally, Bandama, Comoé et surtout Sassandra, soumis à des influences multiples, ont un régime hydrologique mixte.

2.1.1.2.2 *Disponibilités*

A partir des zones déjà utilisées pour le calcul des apports atmosphériques, la Division de l'Eau a estimé qu'il s'écoulait, en moyenne, 39 milliards de m3 d'eau par an sur l'ensemble du territoire de la Côte d'Ivoire. Ce volume représente une lame d'eau, en supposant une répartition uniforme sur l'ensemble du pays, de 121 mm.

Les données de 33 stations hydrométriques, réparties sur l'ensemble du pays, montrent, néanmoins, une assez forte hétérogénéité spatiale, liée étroitement au contexte physico-climatique : 35 à 45 mm pour les régions Nord-Est et Sud-Est, 90 à 110 mm pour le Centre-Sud, le Centre-Nord et la région

centrale, 200 mm pour la zone Nord-Ouest et 235 mm pour la partie Sud-Ouest. On observe, grossièrement, une organisation Nord-Sud qui correspond à l'orientation des grands bassins versants qui recoupent les différentes zones climatiques.

Sachant qu'à l'échelle d'un bassin, la lame écoulée annuelle dépend de la hauteur pluviométrique et de sa répartition saisonnière, le régime tropical de transition est, de ce point de vue, plus favorisé que le régime équatorial de transition : dans le premier cas, les fortes averses se regroupent sur 3 mois, tandis que dans le second, elles s'étalent sur deux saisons, offrant ainsi davantage de prise à l'évapotranspiration. Comme déjà précisé (paragraphe 2.1.1.2.1), interviennent également, dans l'alimentation des cours d'eau, d'autres facteurs climatiques qui influencent les phénomènes d'évaporation (insolation, vent, température et humidité de l'air), ainsi que des facteurs physiques (couvert végétal, relief, nature du sol). Leur interdépendance rend très complexe l'analyse de leur influence spécifique.

Les variations saisonnières des apports superficiels, déjà esquissées dans l'examen des différents régimes, peuvent être caractérisées par l'irrégularité saisonnière définie comme le rapport du débit mensuel le plus fort, au débit mensuel le plus faible (QM/Qm). D'une façon générale, elle augmente rapidement lorsque la lame écoulée diminue et lorsque décroît la superficie du bassin versant. Toutes choses égales, elle est plus accentuée en régime tropical de transition que dans les autres régimes, sauf lorsque le rôle des nappes souterraines est important (Haute-Comoé).

Les valeurs suivantes de QM/Qm sont tirées de l'ouvrage "Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire", publié par l'ORSTOM en 1971 :

- entre 10 et 25 pour le Cavally, la Ncé, le Sassandra, le bafing, le Nko et la Haute-Comoé ;
- entre 25 et 50 pour le Nzo et le Manso ;
- entre 50 et 100 pour le Bandama (sauf le cours supérieur du Bandama blanc), le Marahoué, le N'zi et la Comoé inférieure ;
- entre 100 et 200 pour le Yarani, l'Agnéby, la Comoé centrale et le Bandama blanc supérieur ;
- entre 650 et 825 pour le Kan, le N'zi et la Bagoé.

Dans presque tous les cours d'eau, le débit mensuel est supérieur au module durant 4 à 5 mois de l'année. Ce nombre tombe à 3 pour le Haut-Bandama et s'élève à 6 pour le N'zi.

Les études hydrologiques menées sur 17 ensembles de bassins représentatifs et expérimentaux, comprenant 38 bassins et sous-bassins (Recueil des données de base des bassins représentatifs et expérimentaux - 1972), ont permis de mettre en évidence et d'évaluer quantitativement l'influence des divers facteurs intervenant dans les phénomènes de ruissellement observés sur de petites superficies (de quelques dizaines d'hectares à quelques centaines de km2). Des modèles Pluies-débits,

d'écoulement et de détermination des crues, ont été proposés et continuent à faire l'objet de recherches dans le but de fournir des outils opérationnels permettant la transposition des résultats à des bassins non observés (par une régionalisation des paramètres de calage, par exemple).

Sur les plus grands bassins, la détermination des débits de crues est basée uniquement sur l'analyse statistique des paroxysmes effectivement observés sur les stations du réseau hydrométrique national. En tenant compte de la superficie des bassins versants, les débits spécifiques de crue tendent à croître d'Est en Ouest, de la Comoé au Bandama, puis au Sassandra et enfin au Cavally, c'est-à-dire en s'approchant des régions pluvieuses et accidentées.

Les débits spécifiques des crues annuelles de fréquence médiane se classent comme suit :

- Bassins du N'zi, de la Comoé (excepté son bassin supérieur) et du Kan : 13 à 25 l/s.km2.
- Bassins du Bandama, du Marahoué inférieur et de l'Agnéby : 25 à 50 l/s.km2.
- Bassins du Sassandra, du Marahoué supérieur et du Bafing : 40 à 50 l/s.km2.
- Bassins du Cavally inférieur : 60 l/s.km2.
- Bassins du Cavally supérieur et du Nzo : 70 à 80 l/s.km2.
- Bassins de la Haute Bagoé et du Ncé : 130 à 160 l/s.km2.

Grossièrement, l'irrégularité des crues tend à augmenter d'abord lentement, puis ensuite très rapidement, lorsque les précipitations moyennes du bassin versant et sa superficie décroissent.

Les débits d'étiage sont essentiellement liés aux régimes pluviométriques et aux possibilités de rétention des bassins versants. En généralisant, on constate que les petits bassins, de superficie inférieure à 100 km2, ont en fin de saison sèche des débits d'étiage nuls ou exceptionnellement de l'ordre de 1 à 2 l/s.km2. Bien souvent, cet écoulement cesse progressivement lorsqu'augmente la surface du bassin, à cause des pertes par évaporation et évapotranspiration dans les zones proches des lits mineurs où la nappe souterraine est peu profonde. Par contre, pour les bassins de plusieurs milliers ou dizaines de milliers de km2, le tarissement des nappes alluviales assure un débit souvent permanent, même lorsqu'il fait suite à une année à faibles précipitations. Globalement, on constate que les régions à tarissement rapide (il faut 1 à 2 mois pour que le débit de début de tarissement soit divisé par 10) se situent dans le grand quart Nord-Est du pays, où les précipitations annuelles sont inférieures à 1200 mm. Celles à tarissement lent (3 à 4 mois pour diviser par 10 le débit de début de tarissement) se trouvent dans la région Ouest et à proximité de la zone littorale où les formations quaternaires sont très développées, ainsi que dans la région de Korhogo où les formations granitiques sont fortement altérées sur une grande épaisseur. D'une façon générale, l'irrégularité des débits d'étiage est d'autant plus élevée que les précipitations moyennes annuelles sur le bassin sont plus faibles. Cette irrégularité s'atténue sensiblement, quelles que soient les hauteurs précipitées, lorsque le sol est constitué de formations à forte rétention.

2.1.1.3 Déficit hydrique

Le déficit hydrique, ou déficit d'écoulement annuel, est l'écart entre la hauteur de précipitation moyenne observée sur un bassin et la lame d'eau écoulée. Il correspond sensiblement, pour les bassins versants à faible capacité de rétention, à la valeur de l'évapotranspiration réelle annuelle. On peut admettre qu'il en est de même pour les bassins pourvus de nappes souterraines non négligeables, si les valeurs des précipitations et des lames écoulées représentent les moyennes interannuelles de chroniques suffisamment longues pour que l'état de ces nappes puisse être considéré comme stable "en moyenne".

En reprenant les valeurs fournies par la Direction de l'Eau, pour l'ensemble de la Côte d'Ivoire, le déficit hydrique global serait de :

$(459-39).10^9$ m3/an = 420 milliards de m3/an.

Soit une lame d'eau équivalente de 1304 mm.

La quantité d'eau qui retourne à l'atmosphère par évaporation et évapotranspiration représente donc plus de 90 % de la hauteur précipitée.

Le coefficient d'écoulement est égal à :

(121/1425).100 = 8,5 %.

Le tableau 2.1.1 résume les résultats trouvés pour les différentes régions.

Tableau 2.1.1 - PLUVIOMETRIE ET DEBIT HYDRIQUE PAR REGION

Région	Surface (km2)	Pluie annuelle (mm)	Lame écoulée annuelle (mm)	Déficit écoulement annuel (mm)
Nord-Ouest	34 725	1495	199	1296
Centre Nord	51 115	1294	105	1189
Nord-Est	52 500	1157	35	1122
Sud-Ouest	65 500	1179	236	1543
Centre Sud	43 320	1477	88	1389
Sud-Est	31 020	1590	43	1547
Centre	43 820	1150	112	1038
Pays	322 000	1425	121	1304

(Source : Direction de l'Eau)

La valeur moyenne du déficit d'écoulement tend à croître avec la hauteur moyenne des précipitations annuelles tombées sur le bassin considéré, et à décroître avec la durée de la ou des deux saisons des pluies.

On conçoit aisément que, pour une région déterminée, le déficit d'écoulement ait une limite supérieure qui est la valeur de l'évapotranspiration potentielle. Cette limite ne peut être atteinte que si le sol reste humide en permanence, ce qui est plus ou moins le cas en régime équatorial de transition, mais ne l'est jamais en régime tropical de transition.

Il est important de noter que les lames écoulées moyennes ont été calculées pour une période pluviométriquement déficitaire (1969-1986), alors que les hauteurs précipitées moyennes correspondent à une chronique beaucoup plus longue remontant fréquemment aux années 20.

Une analyse statistique effectuée par la Direction de l'Eau a montré que la moyenne des lames écoulées annuelles, observées sur un échantillon de stations appartenant au réseau hydrométrique, changeait significativement de valeur à partir d'une année charnière qui peut varier d'un fleuve ou d'une rivière à l'autre, mais qui se situe toujours au début des années 70. A partir de cette année charnière, la tendance serait linéairement décroissante. Ce phénomène est évidemment à rapprocher de la longue période de sécheresse qui sévit dans le Sahel. Il incline à la plus grande prudence quant à l'interprétation des données, et plaide en faveur de la pérennité et de la qualité des réseaux de mesures et d'observations hydroclimatologiques.

2.1.2 Evaluation des ressources en eau souterraine

Les ressources en eau souterraine de Côte d'Ivoire ne font l'objet d'une évaluation que depuis peu de temps.

Pour le présent rapport, les informations utilisées proviennent essentiellement des études suivantes :

- L'inventaire hydrogéologique effectué à partir de tous les ouvrages d'hydraulique villageoise existant en Côte d'Ivoire au 1er janvier 1982 (GEOMINES, 1982).

- La carte de potentialité des ressources en eau souterraine (CIEH/BRGM/GEOHYDRAULIQUE - 1986).

- Pour la nappe d'Abidjan :

  a. Alimentation en eau potable d'Abidjan

  Plan directeur et étude de la nappe et de sa protection contre la pollution (Groupement SCET-Ivoire, SCET-International, SODECI, HOLFELDER, juin 1980).

  b. Etude de la nappe d'Abidjan

  Extension à la zone à l'Est de la Bété et à l'Est de Bingerville (Groupement SCET-Ivoire, SCET-International, SODECI, HOLFELDER, décembre 1982).

Comme cela a été décrit au paragraphe 1.9, la disponibilité en eaux souterraines varie considérablement d'une région à l'autre du pays.

On dispose de ressources importantes dans le bassin sédimentaire côtier, mais celui-ci ne représente que 9700 km2.

La majorité du pays est constituée de roches cristallines et sédimentaires du socle Précambrien (essentiellement gneiss, granite et schistes imperméables dans leur masse), où les ressources en eau se limitent aux zones de fracture et d'altération superficielle.

Les débits disponibles dans les aquifères du socle restent modestes par rapport à ceux que l'on peut rencontrer dans le bassin côtier.

Si les potentialités des aquifères du bassin sédimentaire côtier sont relativement bien connues, les aquifères de la zone du socle n'ont pas fait l'objet d'études suffisamment détaillées pour évaluer leurs capacités exactes.

2.1.2.1 Potentiel hydrogéologique de la Côte d'Ivoire en regard des problèmes d'hydraulique villageoise

Une analyse statistique des caractéristiques des ouvrages captant les eaux souterraines a été faite (Géomines, 1982) afin d'évaluer qualitativement, en regard des problèmes d'hydraulique villageoise, le potentiel de trois types d'aquifères exploités :

- le socle fracturé (statistiques sur 6674 forages),
- les altérations (statistiques sur 3416 puits),
- le bassin sédimentaire côtier (statistiques sur 336 forages).

Les tableaux 2.1.2 et 2.1.3 présentent :

- les valeurs moyennes des caractéristiques des forages regroupées par unité géologique (la dénomination des unités géologiques est celle décrite au paragraphe 1.7.3.3),

- les variations régionales de ces mêmes caractéristiques (en utilisant le découpage des cartes au 1/200 000 de Côte d'Ivoire).

Les caractéristiques qui ont été retenues pour évaluer le potentiel hydrogéologique sont :

- l'épaisseur moyenne totale des altérations surmontant le socle,
- l'épaisseur moyenne des altérations saturées d'eau,
- le débit air-lift médian,
- la profondeur moyenne de la première arrivée d'eau par rapport au toit du socle,

- la profondeur moyenne totale des forages,
- le taux de succès.

L'examen des variations régionales de chacune des caractéristiques moyennes des forages permet de mettre en évidence certaines relations entre les caractéristiques, tout en précisant le mécanisme des eaux souterraines en zone de socle :

- l'épaisseur d'altérations saturées croît avec l'épaisseur totale d'altérites,

- la profondeur de première arrivée d'eau par rapport au toit du socle est d'autant plus faible que l'épaisseur d'altérites est plus grande,

- le débit air-lift est d'autant plus important que l'épaisseur d'altérites saturées augmente.

Dans le cadre de l'étude prise ici comme référence (Géomines, 1982), un indice de productivité a été défini par la relation suivante :

$$\text{Indice de productivité} = \frac{\text{débit air-lift médian x taux de succès}}{\text{profondeur totale moyenne des forages}}$$

Cet indice a été calculé pour chaque unité géologique représentée par plus de 15 forages sur une carte donnée. Sur cette base, une classification de la productivité du socle est établie. Elle est illustrée par la figure 2.1.2, avec une aire représentative des différentes classes de l'indice de productivité proportionnelle à la superficie des unités géologiques occupant la carte au 1/200 000.

Sur ce document, les zones géographiques où l'indice de productivité n'a pas été calculé sont celles où la densité des forages était trop faible. Le document ainsi produit doit être considéré comme une tentative pour cerner globalement la plus ou moins grande facilité de satisfaire les besoins en eau des populations villageoises de Côte d'Ivoire à partir des ressources du socle. Cependant, ce document reste très qualificatif.

L'examen de cette carte révèle que les régions Nord, Ouest et Sud-Est montrent une plus grande aptitude à satisfaire les besoins en eau des populations villageoises que la région centrale.

2.1.2.2 Ressources en eau souterraine en zone de socle

Le socle Précambrien comprend schématiquement deux termes :

- le plus ancien, constitué de granitoïdes, gneiss et migmatites,

Tableau 2.1.2

POTENTIEL HYDROGEOLOGIQUE DE LA COTE D'IVOIRE

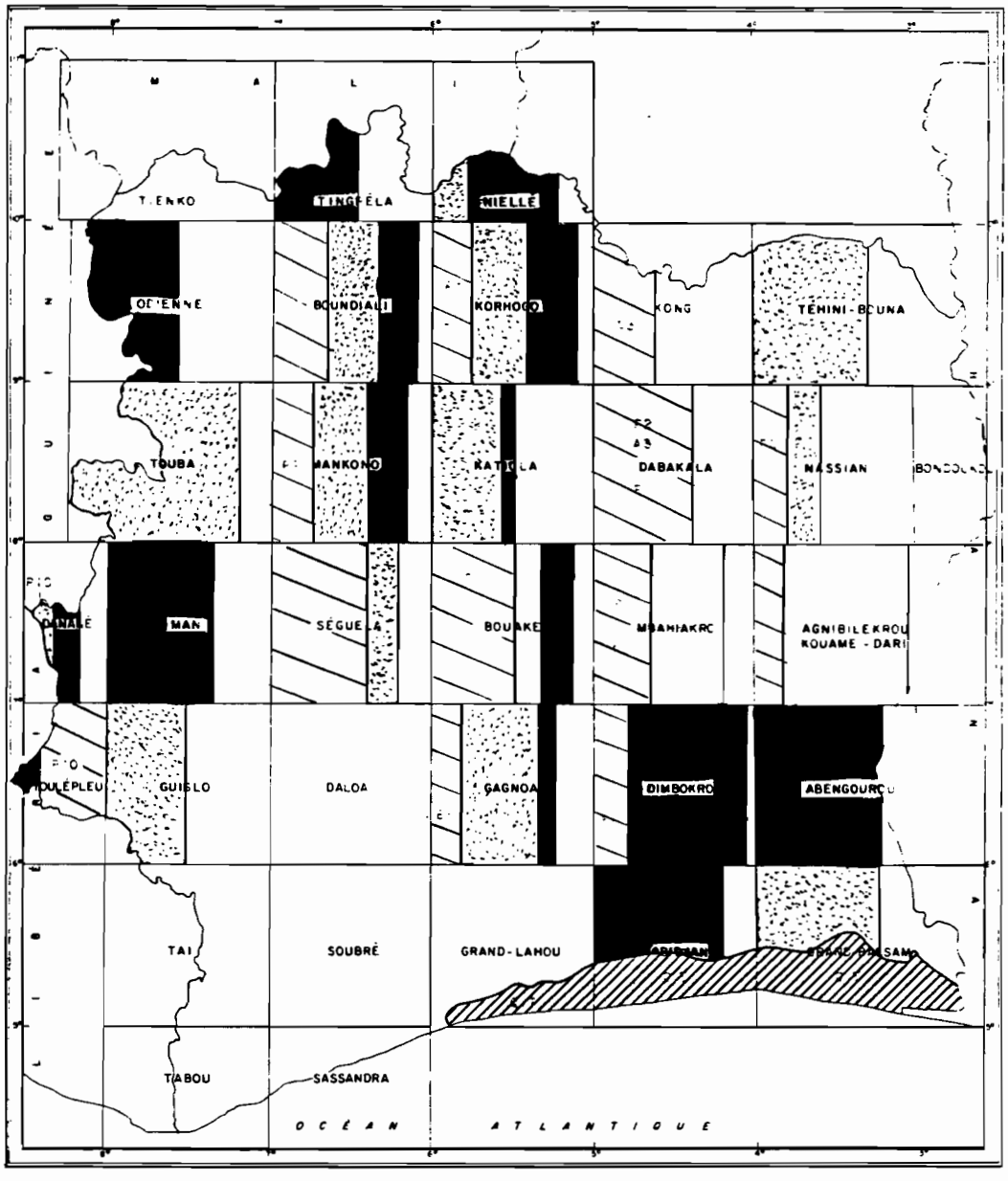
CARACTERISTIQUES MOYENNES DES FORAGES PAR UNITE GEOLOGIQUE

UNITES GEOLOGIQUES	NOMBRES DE FORAGES / CARACTERISTIQUES	PROFONDEURS (m)							Epaisseur sol saturé en eau (m)	DEBITS					SUCCES %	
										Air-lift m³/h		max-pompe m³/h		spec. m³/h/m		
		Forage	Socle	Niveau statique	Niveau dynamique	1ère arr. d'eau/sol	2ième arr. d'eau/sol	1ère arr.d'eau/socle		Moyenne arithmétique	Médiane	Moyenne arithmétique	Médiane	Moyenne arithmétique	nbre forages pos. / nbre forages totaux	Eprof.forages pos. / Eprof.forées totales
	Q-T	336	48,7	—	20,7	37,9	—	—	—	—	6,0	5,5	5,8	5,0	5,3	93	92
	M1	41	76,6	18,8	8,5	22,4	44,4	—	26,4	10,6	2,5	1,4	3,6	3,3	0,4	57	47
UNITES P	P1	463	69,8	16,6	10,2	12,4	42,4	54,4	26,3	6,2	2,6	1,1	3,2	2,4	0,3	72	69
	P2	1750	59,9	18,5	8,9	28,5	38,4	47,8	19,8	9,6	4,4	2,1	3,8	2,7	0,4	79	77
	P3	430	54,1	24,8	9,4	26,1	36,7	43,7	11,6	15,3	4,4	2,5	3,8	2,7	0,4	75	73
	P4	402	59,7	18,8	10,1	28,6	43,3	53,2	24,4	9,1	4,3	2,0	2,9	2,2	0,3	74	71
	P5	100	61,3	16,9	10,2	34,2	39,9	—	21,8	6,7	6,4	3,0	4,8	3,1	0,4	90	89
	P10	272	54,7	18,8	9,5	24,5	34,3	—	17,6	8,8	3,6	1,8	2,9	2,6	0,5	82	79
	P11	17	Données insuffisantes														
	P12	9	Données insuffisantes														
	P13	0	Données insuffisantes														
	P	3443	60,0	18,9	9,3	28,7	38,9	48,4	20,2	9,7	4,1	2,1	3,6	2,6	0,4	77	75
UNITES B	B1	51	71,6	36,2	14,2	30,0	46,5	—	14,0	21,7	1,9	1,5	2,5	1,8	0,3	86	86
	B3	1687	63,1	30,6	17,6	34,3	44,0	51,7	15,2	12,2	5,3	3,3	4,1	3,0	0,4	87	86
	B7	2	Données insuffisantes														
	B8	407	58,1	25,7	10,9	28,8	38,9	43,5	14,5	14,8	3,8	2,0	3,4	2,6	0,3	77	75
	B13	152	57,6	22,9	10,8	29,2	35,4	45,8	14,1	12,3	4,1	2,3	3,5	2,6	0,2	88	86
	B	2299	61,8	29,2	15,9	33,1	42,5	50,6	15,0	12,6	5,0	3,0	4,0	2,9	0,4	85	84
UNITES A	A3	527	59,9	15,3	8,3	27,7	36,7	47,8	21,0	6,9	3,2	1,5	3,2	2,2	0,4	75	74
	A4	176	51,5	13,4	7,7	22,0	26,3	34,9	13,5	6,2	8,0	3,1	5,0	3,4	0,5	82	78
	A5	44	56,6	22,1	10,7	26,7	36,6	47,4	14,3	11,1	8,2	3,8	4,6	3,3	0,3	79	75
	A6	54	54,1	17,0	8,2	24,6	35,6	46,7	18,1	9,1	7,6	2,1	4,4	2,0	0,4	87	86
	A7	90	55,6	21,1	8,9	22,1	37,0	—	15,4	12,3	4,7	2,6	3,5	2,6	0,7	77	70
	A	891	57,2	15,8	8,4	25,6	34,4	43,4	18,2	7,5	5,0	2,3	3,9	2,7	0,4	77	75
CÔTE D'IVOIRE		7010	59,7	22,0	12,1	30,0	39,6	48,4	18,1	10,5	4,6	2,5	3,8	2,7	0,5	81	79

Figure 2.1.2

POTENTIEL HYDROGEOLOGIQUE DE LA COTE D'IVOIRE

INDICES DE PRODUCTIVITE
REPARTIS PAR CARTES TOPOGRAPHIQUES AU 1/200 000



Indice de productivité
- Classe inférieure <2,5
- 2,6 < classe moyenne <4,1
- 4,2 < classe supérieure

Aire proportionnelle à la superficie occupée par les UG

Aire à densité de forages trop faible

Terrains tertiaire et quaternaire

Tableau 2.1.3

POTENTIEL HYDROGEOLOGIQUE DE LA COTE D'IVOIRE

CARACTERISTIQUES MOYENNES DES FORAGES REGROUPES PAR CARTE TOPOGRAPHIQUE AU 1/200 000

NOM DES CARTES 1:200 000	NOMBRES DE FORAGES / CARACTERISTIQUES	PROFONDEURS (M)							Epaisseur sol saturé en eau (m)	DEBITS			SUCCES %	
		Forage	Socle	Niveau statique	Niveau dynamique	1ère arr. d'eau/sol	2ième arr. d'eau/sol	1ère arr. d'eau/socle		Air-lift m³/h Moyenne arithmétique	max-pompe m³/h Moyenne arithmétique	spec. m³/h/m Moyenne arithmétique	nbre forages pos. / nbre forages totaux	Iprof.forages pos. / Iprof.forages totales
ABENGOUROU	237	65,1	31,7	10,6	29,3	46,1	47,4	14,5	20,1	5,1	3,0	0,3	95	94
DALOA	60	59,0	24,1	13,5	34,4	45,5	48,0	24,2	11,3	5,8	4,5	0,3	93	93
SEGUELA	258	64,1	14,7	10,3	27,6	44,3	54,3	29,9	4,5	3,7	3,2	0,3	80	79
MBAHIAKRO	647	67,8	22,8	19,0	34,1	43,7	53,2	21,5	4,6	3,7	3,2	0,3	82	80
GAGNOA	270	62,4	21,9	11,4	33,9	43,3	45,5	20,8	9,3	5,2	5,4	0,3	86	91
TOUBA	262	63,3	22,1	9,2	22,8	43,1	52,5	22,3	13,0	5,0	4,4	0,5	76	72
DABAKALA	218	70,8	14,5	11,1	29,7	42,7	54,7	27,1	3,6	4,1	2,6	0,3	80	81
BOUAKE	795	64,3	18,9	9,6	31,5	42,1	54,8	23,6	9,1	2,5	3,4	0,3	77	73
AGNIBILIKROU	558	62,8	30,0	17,7	30,9	41,7	48,8	14,2	11,0	3,7	3,2	0,4	90	86
ABIDJAN	294	51,8	22,4	13,0	32,4	41,0	—	19,8	12,0	7,2	4,7	0,6	96	96
DIMBOKRO	514	62,5	24,2	16,1	35,4	40,1	47,8	17,8	8,1	5,1	4,5	0,3	82	79
BONDOUKOU	26	63,8	16,1	8,1	25,6	39,9	—	25,1	6,0	2,4	2,2	0,4	81	71
NASSIAN	75	68,2	19,5	9,0	32,6	39,2	57,1	20,3	10,4	2,6	3,1	0,2	96	95
NIELLE	96	47,9	31,1	8,1	27,4	38,7	58,4	7,3	24,7	5,1	5,3	0,3	70	71
TINGRELA	113	48,3	28,4	6,0	23,3	38,7	—	8,8	22,4	4,8	3,5	0,4	73	70
ODIENNE	135	47,4	24,3	7,8	20,5	37,9	42,5	13,1	19,8	5,2	3,9	0,3	86	90
TEHINI-BOUNA	247	67,8	22,7	6,8	36,6	37,8	50,1	14,5	16,5	4,0	4,9	0,4	90	86
BOUNDIALI	243	51,4	26,3	7,8	23,7	36,9	44,3	9,3	20,2	6,0	5,4	0,3	79	77
GRAND-BASSAM	290	53,9	29,1	20,9	35,1	36,6	—	10,5	15,3	5,6	4,9	1,2	90	89
TIENKO	56	36,4	24,2	9,0	23,4	36,5	—	11,3	16,4	4,2	2,8	0,2	55	67
TOULEPLEU	37	56,3	20,9	4,7	15,5	35,2	36,2	14,5	16,1	11,1	7,3	0,9	97	86
KONG	100	52,0	19,1	11,5	27,6	34,9	—	14,9	8,5	2,3	1,7	0,2	61	59
KATIOLA	211	53,6	20,5	12,9	26,2	34,8	37,0	14,1	9,6	4,6	3,1	0,5	78	74
DANANE	60	54,9	15,9	7,4	23,5	34,0	51,3	18,2	8,3	4,3	3,7	0,3	93	93
MAN	479	51,2	17,4	8,8	23,4	32,1	40,0	14,4	8,9	6,7	4,2	0,4	89	85
MANKONO	136	53,2	16,4	8,8	24,2	31,7	43,5	15,8	7,1	3,7	3,1	0,3	75	71
KORHOGO	369	49,6	22,1	8,2	21,7	31,6	40,3	7,0	15,1	4,1	2,8	0,3	76	75
ODIOLO	63	56,5	18,0	5,9	19,9	31,5	38,9	13,3	11,0	9,7	5,6	0,4	89	87
GRAND-LAHOU	60	59,4	11,2	9,5	29,9	29,4	58,0	19,9	2,4	4,1	3,9	0,5	80	73
TOUT CI	7010*	59,7	22,0	12,1	30,0	39,6	48,4	18,1	10,5	4,6	3,8	0,5	81	79

. le Birrimien, plus récent, formé de schistes, de grès, de conglomérats et de produits volcaniques métamorphisés.

a. Estimation des réserves hydrauliques

Suivant la productivité des forages et le taux de réussite, on peut qualifier le degré de fissuration d'un massif rocheux, puis donner une valeur de 1 à 2 % pour avoir la porosité de fissure.

L'étude de la productivité des puits et de la piézométrie donne une idée de la gamme des porosités des altérites (2 à 5 %).

Connaissant les épaisseurs saturées de l'altération et du massif fissuré, on aboutit à une évaluation approximative des réserves stockées dans les aquifères.

Les ressources en eau souterraine en zone fissurée peuvent être évaluées à 78 milliards de m3.

b. Renouvellement des ressources

Les études réalisées par F. LELONG en 1966 ont permis de préciser l'influence de la pluviométrie sur l'alimentation des nappes, en Afrique de l'Ouest.

Tableau 2.1.4 - INFLUENCE DE LA PLUVIOMETRIE SUR L'ALIMENTATION DES NAPPES

Pluie (mm/an)	800	900	1000	1100	1200	1300	1400
Alimentation en pourcentage de la pluie	7	12	17	21	24	27	30

A partir de la carte des isohyètes, il est possible de calculer la portion de pluie qui alimente vraiment les aquifères.

A moins de 800 mm de pluie, l'alimentation est quasi nulle lorsque l'épaisseur d'altération est importante. De 800 à 1100 m, l'alimentation est fréquemment compromise et nulle les années sèches. Entre 1100 et 1300 mm de pluie, l'alimentation est généralement assurée avec un déficit les années sèches ; au-delà de 1300 mm, l'alimentation est assurée.

Les ressources renouvelables moyennes annuelles des aquifères discontinus s'élèveraient à 35 milliards de m3 par an, soit l'équivalent d'un débit permanent de 1110 m3/s, ou encore d'une lame équivalente de 112 mm sur les 313 000 km2 concernés.

2.1.2.3 Ressources en eau souterraine du bassin sédimentaire côtier

Actuellement, de très nombreux forages de reconnaissance et d'exploitation existent dans le bassin sédimentaire côtier. Les prélèvements y sont de l'ordre de 100 millions de m3 par an.
L'eau du Continental Terminal est très douce mais agressive, le pH étant souvent proche de 4,5.

Dans les sables récents, les forages peuvent également donner de bons débits, mais la proximité océanique se manifeste par une forte salinité de l'eau en profondeur.

Les seules études permettant d'avoir des renseignements précis sur l'évaluation des ressources en eau du bassin sédimentaire côtier sont celles liées à l'alimentation en eau d'Abidjan.

Nous donnons ci-après quelques éléments concernant les principaux paramètres nécessaires à l'évaluation des ressources en eau souterraine du bassin sédimentaire :

- d'abord pour la partie de l'aquifère actuellement exploitée pour l'alimentation en eau d'Abidjan,

- puis pour l'extension à l'Est de cet aquifère, qui a fait l'objet d'une étude en prévision de l'augmentation des besoins en eau d'Abidjan.

a. Caractéristiques de l'aquifère actuellement exploité pour l'alimentation d'Abidjan

L'aquifère actuellement exploité pour l'alimentation en eau d'Abidjan (figure 2.1.3) est limité :

- à l'Ouest, par le Gbangbo,
- à l'Est, par la lagune Aghien,
- au Sud, par la lagune Ebrié,
- au Nord, par le parallèle 5°30'.

L'aquifère est un massif de sables tertiaires, continentaux, déposés sur une surface d'érosion ancienne du socle cristallin. Par le jeu des failles, cette surface s'approfondit très rapidement du Nord vers le Sud :

- +30 m au niveau des affleurements Nord,
- -170 m au niveau de la bordure Nord de la lagune Ebrié

Un biseau de calcaires et marnes maestrichiennes s'intercale entre le socle cristallin et les sables, du côté des lagunes, mais son extension, son épaisseur et sa perméabilité sont faibles et, du point de vue de l'écoulement de la nappe des sables, il se confond avec le socle.

Echelle 1 / 280 000

a.1 Transmissivités

Les transmissivités mesurées varient de 0,1 x 10^{-2} à 20 x 10^{-2} m2/s.

La transmissivité est plus faible dans la partie Nord de la nappe que dans la partie Sud où se trouvent les zones de production en service.

a.2 Coefficient d'emmagasinement

Il est compris entre 0,1 et 0,2.

a.3 Vitesse de percolation

L'épaisseur moyenne du terrain au-dessus de l'aquifère est de 80 mètres dans la moitié Nord de la nappe ; la durée pondérée d'infiltration est de 5,8 mois, plus un premier mois d'infiltration nulle, soit environ 7 mois, ce qui donne une vitesse moyenne de :

- 4,3 x 10^{-6} m/s,
- 0,37 m/jour

a.4 Niveaux et écoulement de la nappe

Les niveaux de la nappe et son écoulement sont conditionnés par les facteurs suivants :

- Alimentation de la nappe, principalement par infiltration directe des eaux de pluie tombées sur l'impluvium de l'aquifère, donc réparties relativement uniformément sur toute l'étendue de la nappe. Alimentation peu importante par des cours d'eau et le ruissellement venant des surfaces en dehors de l'étendue de la nappe.

- Ecoulement périphérique de la nappe vers les lagunes et les rivières dans les ravins et vallons qui entaillent l'aquifère. Ainsi, plusieurs sources d'émergence alimentées par la nappe sont-elles à l'origine de la rivière du Banco et de la Djibi.

- Variations significatives de la transmissivité de l'aquifère, ce qui se traduit par une variation de la pente de la surface de la nappe (zones avec transmissivité élevée accusant des pentes de la surface de la nappe faibles, et inversement).

- En bordure de la lagune, tantôt pente de la surface très faible (forte transmissivité), par exemple à Azito et Abobodoumé, tantôt pente très accentuée vers la rive (transmissivité moyenne ou faible de l'aquifère). Dans certaines zones de drainage de la nappe en bordure des lagunes, le niveau de la nappe se situe au-dessus du terrain.

. L'écoulement de la nappe est orienté approximativement du Nord vers le Sud. Il suit les grandes lignes des plateaux continentaux, étant drainé par les vallons entaillant ces plateaux, notamment le Banco, le Gbangbo et la Djibi. La pente du grandient hydraulique varie entre :

- $4,5 \times 10^{-3}$ suivant l'axe Plateau-Abobo,
- $2,5 \times 10^{-3}$ suivant l'axe Abobo-Bingerville ou l'axe Anonkoua-Kouté-Niangon.

L'épaisseur de la couche protectrice qui recouvre la nappe varie dans les limites assez larges. Elle est de 60-80 m sous le plateau d'Abobo-Gare et d'Anyama, ainsi que sous le plateau de Yopougon Nord, de 30-40 m sous le plateau de la future Riviéra. Sous la décharge publique d'Akouédo, l'épaisseur de la couche protectrice est de 25-30 m ; elle est de 35 m sous le plateau d'Adjamé.

L'épaisseur de la nappe pourrait varier entre environ 120 m en bordure de la lagune ainsi que sous le plateau d'Abobo et 20 m autour d'Anyama. Elle est supérieure à 80 m au niveau des zones de production actuellement en service.

a.5 Alimentation de la nappe

La zone d'étude est intercalée entre les isohyètes orientées Est-Ouest :

. 2100 mm/an au Sud,
. 1900 mm/an au Nord.

La variabilité de la pluviométrie déduite d'un ajustement Pearson III sur 31 années d'observation est la suivante :

. année centennale sèche : 1176 mm
. année décennale sèche : 1506 mm
. année décennale humide : 2542 mm
. année centennale humide : 3077 mm

Les quantités d'eau disponibles pour l'infiltration dans les diverses hypothèses de ruissellement et d'évaporation sont comprises entre 984 et 1048 mm/an, soit la moitié de la pluie annuelle.

a.6 Caractéristiques chimiques de l'eau de la nappe

Les caractéristiques principales sont :

. Très faible minéralisation

. Très faible teneur en HCO_3, Cl, SO_4, Ca et Mg

. Forte teneur en CO_2 libre

- Acidité marquée (pH = 4,2 à 4,5)

- Teneur en silice relativement forte (9 à 12 mg/l)

- Présence de matières organiques en solution assez constante, due au lessivage d'acides humiques des couches superficielles du sol

- Absence des indices de pollution classiques, à savoir NH_4, NO_2, NO_3, SO_4

- Présence des autres indices en teneur faible, à l'exception de PO_4 qui peut atteindre des teneurs très élevées, à savoir :

PO_4	teneur comprise entre 0 et 1,2 mg/l
Cl	teneur comprise entre 7 et 15 mg/l
DCO	teneur comprise entre 0,7 et 1,9 mg/l

a.7 Débit exploitable

L'étude hydrogéologique de la nappe d'Abidjan a permis de conclure qu'un débit de 5 m3/s était exploitable pour l'alimentation de la ville, à l'intérieur d'un périmètre limité par le Gbangbo à l'Ouest et Bingerville et la Bété à l'Est.

b. Caractéristiques de l'aquifère à l'Est de la zone d'exploitation actuelle

En prévision d'une croissance des besoins en eau pour Abidjan qui risquent de dépasser les 5 m3/s à moyen terme, une étude a été réalisée en 1982 dans le prolongement Est de la zone décrite ci-dessus : à l'Est de la Bété et du méridien, jusqu'à la Comoé.

Les formations sédimentaires attribuées au Continental Terminal et qui renferment la nappe exploitée pour Abidjan se prolongent vers l'Est, d'ailleurs bien au-delà de la Comoé.

Mais entre Bingerville et la Bété d'une part, la Comoé d'autre part, ces formations n'affleurent que de façon discontinue ; elles sont coupées par les lagunes (Aghien, Potou) et par les cours des principales rivières (la Mé, la Comoé).

En outre, de vastes étendues très plates et à basse altitude correspondent à des dépôts quaternaires dont les caractéristiques sont a priori fort différentes de celles des sables tertiaires, même lorsque les sables affleurants paraissent indiquer une bonne perméabilité.

Trois masses principales de sables tertiaires aquifères peuvent être distinguées :

- Le secteur de "la Mé - Elais" entre la Bété, la Mé et sa basse plaine marécageuse et la lagune Aghien.

Les affleurements de sables tertiaires s'étendent vers le Nord jusqu'à la latitude d'Atchiekoua.

. Le secteur de "Domolon-Ingrakon-Akouré", de forme approximativement triangulaire.

Sa limite Nord coïncide a peu près avec la ligne Memni-Alépé. La pointe Sud du triangle jusqu'à Akouré sépare la basse plaine de la Comoé de la forêt de la Nguéchié.

. Le secteur "Bingerville-Eloka", au Sud des lagunes Aghien et Potou.

Ce secteur est relié directement à la nappe d'Abidjan. Son originalité provient de sa forme étroite et allongée et du fait qu'il est drainé au Nord et au Sud par les lagunes.

A côté des trois secteurs définis dans les sables tertiaires, on peut définir un quatrième secteur correspondant aux dépôts quaternaires de la basse plaine de la Comoé. Dans cette région, affleurent à une altitude à peine supérieure à celle de la Comoé d'une part des sables blancs, d'autre part des argiles ou vases noires chargées en matières organiques. En première approximation, les sables correspondent à des bourrelets de berge de la rivière actuelle ou de ses anciens cours. Les argiles remplissent les cuvettes du champ d'inondation.

La perméabilité des sables peut être excellente mais, par opposition au Continental Terminal, les sables ne représentent ici qu'une proportion relativement faible de l'épaisseur des terrains.

Ce Quaternaire est saturé pratiquement jusqu'à la surface du sol et est donc aquifère, mais l'enchevêtrement des dépôts de sable et d'argile entraîne un certain cloisonnement de la nappe.

b.1 Transmissivité - Perméabilité

Les informations disposibles sur les aquifères des sables Tertiaires permettent de donner les valeurs moyennes suivantes :

Tableau 2.1.5 - TRANSMISSIVITE ET PERMEABILITE DES SABLES TERTIAIRES

Secteur	Dénomination	T (m2/s)	K (m/s)
Secteur 1	Aghien	$2,3 \times 10^{-2}$	3×10^{-4}
Secteur 2	Domolon	2×10^{-2}	$2,5 \times 10^{-4}$
Secteur 3	Eloka forage	7×10^{-2}	1×10^{-3}
	Eloka régional	6×10^{-2}	$8,5 \times 10^{-4}$
	Bingerville régional	2×10^{-2}	2×10^{-4}

b.2 Coefficient d'emmagasinement

. Aghien (secteur 1) : 0,01
. Domolon (secteur 2) : 0,3
. Eloka (secteur 3) : 0,24

Les coefficients d'emmagasinement mesurés à Eloka et Domolon sont caractéristiques d'une nappe à surface libre, alors que la faible valeur obtenue à Aghien est l'indice d'une nappe semi-captive, au moins localement. La présence de nombreux niveaux argileux intercalés dans la formation aquifère entraîne cette possibilité.

b.3 Alimentation et écoulement des nappes

L'utilisation des eaux de pluie entraîne une alimentation des nappes répartie sur toute leur surface. Les nappes sont drainées sur leur pourtour par les lagunes, rivières et marais dont le niveau est quasi constant :

. Dans le secteur 1 (Elais)

La nappe s'écoule du Nord vers le Sud depuis les limites des affleurements de sables tertiaires jusqu'à la lagune Aghien et au cours inférieur de la Mé et de la Bété. L'épaisseur de la nappe, très faible le long de sa limite Nord, est de l'ordre de 50 m sur sa limite Sud au bord de la lagune.

Si on admet que dans ce secteur l'alimentation moyenne représente environ 45.10^6 m3/an, le débit moyen drainé par la lagune est de 70 litres par seconde par kilomètre de rive.

. Dans le secteur 2 (Domolon)

Ici encore, la nappe s'écoule du Nord vers le Sud, au moins à l'intérieur du quadrilatère Alépé-Memni-Grand Alépé-Ingrakon.

Cette direction Nord-Sud se maintient dans l'axe du promontoire Domolon-Dabré-Akouré, mais la nappe est drainée de part et d'autre vers la basse plaine de la Comoé à l'Est et la forêt de Nguéchié à l'Ouest.

Le débit moyen issu de cette zone est évalué à 1 m3/s, dont la moitié au moins s'écoule vers la basse plaine de la Comoé, entre Domolon et Ingrakon.

. Dans le secteur 3 (Eloka)

A l'Est de Bingerville, la péninsule d'Eloka a la forme d'une bande de largeur presque constante entre les deux lagunes. L'écoulement est donc perpendiculaire aux deux lagunes, avec une ligne de partage des eaux au voisinage de l'axe de la presqu'île.

Le débit moyen drainé par kilomètre de rive de part et d'autre de la presqu'île est estimé à 87 l/s.

. Dans le secteur de la basse Comoé

Même en saison sèche, le niveau de l'eau souterraine reste très proche de la surface du sol. Ce gradient, très faible, donne un écoulement inférieur au litre par seconde et par kilomètre de front de nappe.

En résumé, à la direction générale d'écoulement de la nappe du Quaternaire Nord-Sud se superpose un drainage par la Comoé à l'Est et par les lagunes à l'Ouest et un apport localisé le long du contact avec le Tertiaire, entre Akouré et Ingrakon. Mais cet apport ne peut être absorbé en totalité par la nappe du Quaternaire, et l'excédent résurgit au pied des affleurements tertiaires.

b.4 Possibilités d'exploitation des eaux souterraines

Les trois nappes des secteurs d'Elais, Domolon et Eloka, qu'on peut distinguer dans les sables tertiaires, reçoivent globalement une quantité d'eau moyenne annuelle de 150 millions de mètres cubes.

Dans l'état actuel, toute l'eau qui n'est pas évapotranspirée ou extraite par forages est drainée par les rivières et les lagunes qui bordent ces secteurs.

Nous donnons ci-après les potentialités exploitables telles qu'elles ont été évaluées dans l'étude prise ici comme référence :

. Dans le secteur 1 (Elais)

La zone la plus favorable à l'implantation de forages en vue de l'exploitation d'un débit important est le bord de la lagune Aghien.

Les possibilités d'exploitation sont estimées à 0,5 m3/s (10 forages avec un débit unitaire de 50 l/s).

. Dans le secteur 2 (Domolon)

Les possibilités d'exploitation sont estimées à 0,3 m3/s (10 forages avec un débit unitaire de 30 l/s).

Ce secteur présente l'inconvénient d'être éloigné d'Abidjan et pourrait être réservé de préférence à l'alimentation des agglomérations voisines telles qu'Alépé.

. Dans le secteur 3 (Bingerville-Eloka)

Les possibilités d'exploitation sont estimées à 1 m3/s et pourraient être fournies par 32 forages avec un débit unitaire de 30 l/s.

. Dans le secteur de la basse plaine de la Comoé

L'aquifère est ici Quaternaire. Il est déconseillé d'utiliser cet aquifère pour l'alimentation en eau d'Abidjan. Cet aquifère peut fournir des débits modestes pour l'alimentation des villages.

c. En conclusion, sur l'ensemble du bassin sédimentaire côtier

. Estimation des réserves hydrauliques

- Les nappes des sédiments du Tertiaire (6000 km2)

Ce réservoir est constitué de sables, d'argile, de graviers et de conglomérats. Il renferme plusieurs nappes dont celle dite d'Abidjan qui alimente en eau cette ville.

La capacité de ce réservoir est importante. Les transmissivités varient entre :

2×10^{-4} et 3×10^{-1} m2/s.

Les réserves sont estimées à 7 milliards de m3.

- Les nappes des sédiments du Quaternaire (1800 km2)

Les réservoirs, constitués de sables côtiers formant le cordon littoral et les bordures des lagunes, renferment plusieurs petites nappes perchées. Celles-ci forment des aquifères libres et affleurent localement en donnant des mares et lacs reposant sur un substratum imperméable.

La production est faible au niveau de ces nappes du fait de l'existence d'un biseau salé.

La réserve n'a pas été calculée pour ce réservoir.

. Renouvellement des ressources

- Les nappes des sédiments du Tertiaire

  La ressource renouvelable est de 2,1 milliards de m3 par an, soit une lame d'eau équivalente de 350 mm sur les 6000 km2 concernés, ce qui correspond à un débit permanent de 67 m3/s.

- Les nappes des sédiments du Quaternaire

  La ressource renouvelable est de 640 millions de m3 par an, soit une lame d'eau équivalente de 350 mm sur les 1800 km2 concernés, ce qui correspond à un débit permanent de 20 m3/s.

2.2 Aménagements existants

2.2.1 Utilisation actuelle des eaux de surface

La consommation en eau superficielle de la Côte d'Ivoire représente environ 2,6 % des apports présumés disponibles sur l'ensemble du territoire, soit environ 1,1 milliard de m3 par an.

Les prélèvements s'effectuent soit directement dans les cours d'eau, soit plus fréquemment, pour garantir une meilleure maîtrise des disponibilités, dans des retenues construites à cet effet.

2.2.1.1 Alimentation en eau des populations

La consommation domestique fait relativement peu appel aux eaux de surface puisque sur les 130 millions de m3 prélevés annuellement à cette fin, seulement 25 millions, soit 0,065 % des disponibilités, proviennent de retenues ou d'installations au fil de l'eau. Cette consommation, certes infime, est probablement la mieux maîtrisée du pays. D'importants programmes d'investissements engagés par la SODECI (Société de Distribution d'Eau de la Côte d'Ivoire), assurent une certaine efficacité dans les services de traitement, de distribution et d'entretien des réseaux. Ces derniers auraient un rendement supérieur à 86 %. Cependant, les 40 retenues, dont la capacité varie de quelques centaines de milliers à quelques dizaines de millions de m3, et les 11 aménagements au fil de l'eau, gérés par la Société, ne disposent pas de systèmes de mesures permettant une gestion rationnelle de la ressource, particulièrement en saison sèche.

Contrairement à ce qu'on observe dans la capitale, où depuis quelques années la consommation assurée intégralement par des eaux souterraines tend à fléchir, la croissance de la consommation en milieu rural, ou dans les centres urbains de l'intérieur, devrait se poursuivre (8 % d'abonnés supplémentaires en 1990). Il faut toutefois relativiser l'importance de ce phénomène puisque, actuellement dans les centres ruraux, la consommation n'est que de 5 l/jour par habitant et que les projets en cours sont bâtis sur l'hypothèse d'une dotation de 30 l/jour par habitant.

Les deux plus gros centres provinciaux alimentés en eau superficielle, sont la ville de Bouaké approvisionnée par une retenue de 22 millions de m3 construite sur la Loka, utilisée actuellement à moins de 50 % de sa capacité, et la ville de Yamoussoukro alimentée par le Bandama, déjà sollicité par des prélèvements industriels.

2.2.1.2 Usages agro-pastoraux

La demande pour l'irrigation, de très loin la plus importante de tous les usages, s'élève à 700 millions de m3 par an, en ne prenant en compte que les périmètres et plantations encadrés par des sociétés de développement telles que SODESUCRE, CIDT (Centre Ivoirien de Développement des Textiles) ou CIDV (Compagnie Ivoirienne pour le Développement des Cultures Vivrières).

Les surfaces irriguées ne représentent cependant que 1 % des terres exploitées, soit 65 000 hectares :

- 19 000 ha de canne à sucre, répartis essentiellement en quatre complexes : Ferke I (5700 ha), Ferke II (6000 ha), Zuenouka (4200 ha) et Borotou (3200 ha). Une extension de ce dernier périmètre est prévue.

- 12 000 ha d'anciennes plantations de canne à sucre reconverties en production semencière à Sérébou (5750 ha) et en maïs à Katiola (6000 ha). Ces deux productions n'utilisent qu'une irrigation d'appoint.

- 25 000 ha, dont 50 % utilisent des prises en rivière et 50 % de l'eau stockée dans des retenues.

- 5000 ha d'arbres fruitiers (surtout bananiers) et d'ananas.

- 4000 ha de cultures maraîchères sur des périmètres allant d'une centaine d'hectares à 1800 ha (Sinématiali).

L'alimentation des périmètres se fait de différentes façons :

- par prise au fil de l'eau sur les cours d'eau,
- par prise sous barrage,
- par pompage dans une retenue.

Deux grands modes d'irrigation sont pratiqués :

- l'irrigation gravitaire : par bassins pour le riz, à la raie pour les cultures maraîchères,

- l'irrigation par aspersion : rampes et pivots pour la canne à sucre, asperseurs sur frondaison pour les bananiers.

En se référant aux statistiques fournies par la CIDT relatives à 13 000 ha irrigués, les trois modes de prélèvement se répartiraient de la manière suivante (tableau 2.2.1) :

- prise au fil de l'eau : 8225 ha, soit 63 %,
- soutirage : 3955 ha, soit 30 %
- pompage : 875 ha, soit 7 %.

Les retenues construites spécifiquement pour l'irrigation et gérées par des Sociétés de Développement, et beaucoup plus rarement par le Ministère de l'Agriculture, seraient au nombre de 70. Leur capacité varie de quelques centaines de milliers de m3 à 60 millions de m3 (barrage de Nafoun). La capacité totale maximale de stockage peut être estimée à 450 millions de m3, soit les deux tiers des besoins. Ces ouvrages en terre sont équipés d'un déversoir latéral évacuateur de crues, de vannes et d'échelles limnimétriques, mais aucun contrôle rigoureux des dotations et des volumes d'eau stockée n'est effectué d'une manière systématique.

Les prises au fil de l'eau ne sont pas mieux pourvues en systèmes de mesures.

Seuls sont disponibles, par type de cultures, des calendriers prévisionnels des consommations mensuelles en eau et des besoins mensuels nets en irrigation.

Les besoins en eau pour l'ensemble du cheptel sont évalués à environ 250 millions de m3 d'eau par an. Près de 365 petites retenues dont la capacité n'excède pas fréquemment quelques milliers de m3, ont été construites dans les régions du Nord, avec une densité particulièrement forte dans la zone de Korhogo. La capacité totale d'emmagasinement ne serait que de 2 millions de m3, ce qui signifie que d'autres sources d'approvisionnement sont utilisées, entre autres les retenues agricoles ou hydroélectriques et les aménagements au fil de l'eau.

Tableau 2.2.1 - SITUATION DES PERIMETRES IRRIGUES (CIDT)
(en hectares)

	Prise au fil de l'eau		Périmètre avec maîtrise d'eau				Total	
			Sous-barrage		Pompage (exclusif)			
Régions	Surfaces dominées brutes	Surfaces cultivables SAU	Surfaces dominées brutes	Surfaces cultivables SAU	Surfaces dominées brutes	Surfaces cultivables SAU	Surfaces dominées brutes	Surfaces cultivables SAU
Odienné	-	-	-	-	-	-	-	-
Boundiali	-	-	70	65	-	-	70	65
Korhogo	5 850	5 250	1 900 (1)	1 675	-	50	7 750	6 975
Ferké	50	45	200	180	-	-	250	225
Bondoukou	200	190	200	180	-	-	400	370
Touba	550	500	-	-	-	-	550	500
Séguela	230	200	-	-	-	-	230	200
Mankono	-	-	-	-	-	-	-	-
Bouaké	480	385	205	175	325 (3)	250	1 010	810
Katiola-Dabakala	620	500	305	260	-	-	925	760
Yamoussokro	-	-	1 075 (2)	830	550	510	1 625	1 340
Divers	245	210	-	-	-	-	245	210
Total	8 225	7 280	3 955	3 365	875	810	13 055	11 455

(1) Y compris 100 ha Nafoun (dominés pompage Sirasso) et extension 1985, 100 ha

(2) Y compris superficie Petit-Bouaké irrigué pompage 1 cycle

(3) Y compris 150 ha extension 1985 à M'Bahiakro - pompage

On peut, enfin, évaluer à 70 le nombre de retenues de volumes très variés, construites et gérées par des sociétés privées ou des particuliers, dont la capacité totale de stockage atteint plusieurs dizaines de millions de m3.

Globalement, les besoins agro-pastoraux atteignent 950 millions de m3 d'eau par an, soit 2,4 % des eaux superficielles disponibles.

2.2.1.3 Hydroélectricité

Les retenues à usage hydroélectrique sont gérées exclusivement par l'Energie Electrique de Côte d'Ivoire (EECI), la Compagnie Ivoirienne d'Electricité (CIE), concessionnaire, étant chargée de la production, du transport et de la distribution.

Cinq grands aménagements sont actuellement en exploitation : Buyo sur le Sassandra, Kossou à l'amont et Taabo à l'aval sur le Bandama, Ayamé I et Ayamé II sur la Bia. Leurs différentes caractéristiques sont données dans le tableau 2.2.2.

A pleine capacité, l'ensemble de ces barrages peut accumuler 37,6 milliards de m3, soit presque la disponibilité en eau moyenne annuelle de l'ensemble du pays. L'impact sur le régime des eaux est nécessairement très important et les pertes par évaporation non négligeables (elles pourraient varier entre 1 et plus de 3 milliards de m3 par an, suivant l'état de remplissage des retenues). Il faut observer que la capacité maximale du barrage de Kossou représente 5,8 fois les apports annuels moyens du Bandama, ce qui explique les difficultés rencontrées pour obtenir un taux de remplissage satisfaisant. Après une douzaine d'années de fonctionnement, le volume stocké ne dépasse pas les 6 milliards de m3. La révision de l'étude hydrologique a montré qu'en prenant en compte les années 70 et 80, l'écoulement moyen annuel était diminué de 25 %. Dans ce chiffre est pris en compte non seulement l'impact des variations climatiques, mais également l'incidence des prélèvements amont qui peut être chiffré à 200 millions de m3 par an (environ 5 % de l'apport moyen). Ces prélèvements sont de natures diverses : complexes agro-industriels, périmètres hydroagricoles, nombreux petits barrages. Une fois de plus se pose donc le problème de l'inventaire des retenues et du recensement de tous les prélèvements. Un phénomène équivalent est observé sur la plupart des ouvrages où une baisse de production de 25 % à 35 %, sensiblement équivalente au fléchissement des apports, est constatée depuis le début des années 70.

Tableau 2.2.2 - CENTRALES HYDROELECTRIQUES					
Centrale	Buyo	Kossou	Taabo	Ayame I	Ayame II
Rivière	Sassandra	Bandama	Bandama	Bia	Bia
Puissance totale	165 MW	174 MW	210 MW	20 MW	30 MW
Productible moyen/an	900 GWh	450 GWh	960 GWh	80 GWh	120 GWh
Productible garanti	610 GWh	450 GWh	850 GWh	60 GWh	90 GWh
Bassin versant	42 250 km2	32 400 km2	57 799 km2	9320 km2	9330 km2
Module :					
année moyenne	398 m3/s	151 m3/s	92 m3/s	71 m3/s	71 m3/s
année sèche	250 m3/s	33 m3/s	52 m3/s	44 m3/s	44 m3/s
année humide	580 m3/s	308 m3/s	222 m3/s	176 m3/s	176 m3/s
Apports :					
année moyenne	12 550 Mm3	4762 Mm3	2900 Mm3	2240 Mm3	2070 Mm3
année sèche	7880 Mm3	1040 Mm3	1640 Mm3	1390 Mm3	1390 Mm3
année humide	18 290 Mm3	9713 Mm3	7000 Mm3	5550 Mm3	5550 Mm3
Retenue maximale :					
volume	8300 Mm3	27 675 Mm3	630 Mm3	900 Mm3	69 Mm3
superficie	895 km2	1780 km2	69 km2	180 km2	1 km2
Retenue minimale :					
volume	1300 Mm3	2000 Mm3	290 Mm3	54 Mm3	1 Mm3
superficie	240 km2	478 km2	43 km2	55 km2	
Mise en service	1980	1972	1979	1959	

Aux apports de Taabo doivent être ajoutés les débits restitués par Kossou

(Source : Energie Electrique de Côte d'Ivoire)

Un ouvrage de moindre importance, équipé de deux groupes de 2,75 MW, est installé à hauteur des rapides Grah sur le San Pedro.

Bien qu'à l'origine, seul le barrage de Kossou devait être utilisé pour l'alimentation en eau des populations (AEP), la quasi-totalité des barrages hydroélectriques servent aujourd'hui également à cet usage. Une activité piscicole s'y est également développée. Ces réservoirs sont ainsi une source de protéines alimentaires non négligeable pour les populations, en même temps qu'une source de revenus.

2.2.1.4 Usages industriels

L'utilisation de l'eau par l'industrie ivoirienne est très mal connue. De nombreuses usines sont raccordées au réseau d'adduction d'eau potable de la SODECI, leur consommation étant, de ce fait, comptabilisée avec les usages domestiques. La consommation hors réseau est estimée à 25 millions de m3 d'eau par an.

Dans la zone d'Abidjan, les problèmes de remontée d'eau salée, lors des pompages dans la nappe souterraine, ont amené certains industriels (la Société Ivoirienne de Raffinage, par exemple) à utiliser les eaux superficielles (lac de Bakré).

Dans le Nord du pays, d'autres prélèvements relativement significatifs sont effectués dans le Bandama et la Lopo par les complexes agro-industriels sucriers.

2.2.2 Utilisation actuelle des eaux souterraines

2.2.2.1 Alimentation en eau des populations urbaines

a. Pour la ville d'Abidjan

L'alimentation en eau de la ville d'Abidjan se fait par des forages captant la nappe du Continental Terminal appelée "nappe d'Abidjan".

78 forages d'exploitation existent, mais 67 ouvrages seulement fonctionnent. Leurs caractéristiques sont données dans le tableau 2.2.3.

Le tableau 2.2.4 donne l'évolution de la capacité de production des forages exploitant la nappe d'Abidjan. L'estimation des capacités de production a été faite par le Consultant à partir des débits des pompes installées en considérant une durée de fonctionnement des installations de 20 heures par jour.

CARACTERISTIQUES DES FORAGES D'ABIDJAN

30/9/1990 — 1

Zone de production	Dénom. forage	Date de réalis.	Profondeur totale	Niveaux statiques actuel	Niveaux statiques d'origine	Profond. calage	Débits GEP potent.	Débits actuel	Observations
Riviéra Centre	RC1	2/88	109.70	54.17	50.50	90.00	250		
	RC2	6/87	118.40		67.10	96.00	250		
	RC3	5/85	121.00		66.66	101.64	250		
	RC4	2/86	120.00		68.37	99.06	250		
	RC5	11/85	117.80	71.50	69.95	97.00	250		
	RC6	20/9/86	129.30		79.64	104.23	250		
Zone Est	ZE1	3/8/70	90.20		40.20	88.50	250		
	ZE2	8/12/70	86.92	50.50	42.00	68.00	250		
	ZE3	9/5/70	77.00		41.50		0	0	Rempli boue, abandonné 6/85
	ZE4	20/4/72	81.60		29.75	43.00	0	0	Sable, abandonné le 4/3/88
	ZE5	12/6/72	86.50	38.00	31.15	55.00	250		
	ZE6	25/7/78	112.20		72.50		0	0	Site inondable, abandonné 6/85
	ZE7	6/12/78	107.60		68.33	88.05	250		
	ZE8	9/3/79	105.60		59.53	71.26	250		
	ZE9	18/8/79	94.90		47.20	57.04	250		
	ZE10	2/1/80	115.60		73.50	101.55	250		
	ZE11	8/11/79	111.40		71.74	84.39	250	0	Inaccessible
Zone Ouest	ZO1	7/7/67	59.80	23.00	16.00	47.50	250	0	Poste MT en renouvellement
	ZO2	1/9/67	68.12	41.00	17.70	47.80	250	0	Poste MT en renouvellement
	ZO3	28/10/67	81.75	25.30		47.00	250	0	Poste MT en renouvellement
	ZO4	18/1/69	108.00	30.67	22.00	47.63	250	0	Poste MT en renouvellement
	ZO5	26/2/70	100.80	65.50	59.60	86.00	150		Tubage décalé, 65kW le 21/7/90
	ZO6	13/3/72	89.50	56.74	54.40	87.00	150		Tubage décalé, 65kW le 14/7/90
	ZO7	15/1/74	111.00	68.33	63.85	81.65	250		
	ZO8	25/11/72	113.20		63.50	82.34	250		
	ZO9	12/73	110.00	64.90	60.55	79.00	250		
	ZO10	2/84	120.10	66.90	66.90	101.65	250		
	ZO11	4/84	117.30	68.66	65.20	99.10	250		
Zone Nord	ZN3	7/66	102.15		62.60		0	0	Abandonné en 5/77
	ZN4	17/2/67	103.30		59.90		0	0	Abandonné le 25/3/85
	ZN6	7/71	87.63		45.00		250		
	ZN7	30/9/89	113.55		87.05	104.23	250		
	ZN8	13/4/72	106.00	67.02	64.75	86.00	250		
	ZN9	5/9/77	106.00		63.30	84.00	250		
	ZN10	4/2/79	87.70		43.60	60.00	250		
	ZN11	30/10/83	120.00		72.56	94.00	250		
	ZN13	19/10/84	117.70		70.83	96.00	250		
Nord Riviéra	NR1	1/2/78	90.95	45.70		64.00	250		
	NR2	1/2/78				59.00	250		
	NR3	1/2/78				42.00	250		
	NR4	11/2/78		42.67		35.70	250		
	NR5	8/12/78				52.40	250		
	NR6	17/7/78				49.00	250		
	NR7	4/8/78		36.20		60.00	250		
	NR8	27/8/79				45.00	250		
	NR9	30/9/79		62.45		80.00	250		
	NR10	31/12/80		56.20		84.00	250		

CARACTERISTIQUES DES FORAGES D'ABIDJAN

30/9/1990

Zone de production	Dénom. forage	Date de réalis.	Profondeur totale	Niveaux statiques actuel	Niveaux statiques d'origine	Profond. calage GEP	Débits potent.	Débits actuel	Observations
Niangon	NN1	30/9/81	75.00		25.22	41.69	250		
	NN2	30/9/81	74.40	28.40	21.28	47.00	250		
	NN3	31/8/81	70.00	23.37	19.87	57.00	250		
	NN4	30/9/81	69.40	20.93	16.06	51.00	250		
	NN5	30/6/81	72.00	18.00	13.00	46.00	250		
	NN6	30/9/81	65.60		12.00	35.82	250		
	NN7	30/6/81	65.70	13.57	9.00	44.00	250		
	NN8	30/9/81	72.40	65.50	11.00	49.00	250		
	NN9	31/10/80	65.30		7.45		250	0	Non équipé
	NN10	31/1/81	68.00	9.40	5.40		250	0	Non équipé
Plateau	C1						0	0	Abandonné le 11/3/85
	C4	31/10/71	87.83		34.10	67.00	250		
	C5	31/5/74	86.10	35.65	33.20	62.00	250		
	IFAN	31/5/71	83.45		33.52	60.00	250		
Adjamé Nord	AN1	14/11/54	111.00	54.00			150		Chute débit, 65kW le 29/7/89
	AN2	11/5/60	92.00	58.00	55.50	71.00	150		Chute débit, 65kW le 19/3/90
	AN3	17/11/62	111.15	48.62		71.40	250		
	AN5	63	98.80	53.50			0	0	Abandonné le 5/2/85
	AN7	23/2/71	92.75		58.30	72.00	250		
	AN8	3/2/73	98.60		58.30		250		
	AN9	14/11/73	77.10		40.70		250	0	Inaccessible
Anonkoua Kouté	AK1	27/5/83	114.00	79.90	72.33	102.61	150		
	AK2	27/6/83	111.00		71.93	102.00	150		
	AK3	7/5/83	111.00	73.42	71.90	98.00	150		
	AK4	11/7/83	114.50		70.64	91.00	150		
	AK5	11/11/83	108.50	75.20	67.40	92.00	150		
	AK6	9/84	113.50	80.70	68.00	106.52	150		
	AK7	6/10/82	120.10	83.40	75.14	102.00	150		
	AK8	12/8/82	120.50		76.60		150		
Abobo	AB1	28/2/80	123.20		81.13		150	0	Non équipé
	AB2	31/5/80	120.30		81.80		150	0	Non équipé
						Débits :	16350	0	
						Nombres :	78		

Tableau 2.2.3 (suite)

Tableau 2.2.4 - EVOLUTION DE LA CAPACITE DE PRODUCTION DES FORAGES EXPLOITANT LA NAPPE D'ABIDJAN

Année	Nombre de forages exploités	Capacité de production annuelle (m3)
1954	1	1 095 000
1955	1	1 095 000
1956	1	1 095 000
1957	1	1 095 000
1958	1	1 095 000
1959	1	1 095 000
1960	2	2 190 000
1961	2	2 190 000
1962	3	4 015 000
1963	3	4 015 000
1964	3	4 015 000
1965	3	4 015 000
1966	4	5 840 000
1967	8	13 140 000
1968	8	13 140 000
1969	9	14 965 000
1970	13	21 535 000
1971	17	28 835 000
1972	22	37 230 000
1973	25	42 705 000
1974	27	46 355 000
1975	27	46 355 000
1976	27	46 355 000
1977	27	46 355 000
1978	36	62 780 000
1979	36	62 780 000
1980	41	71 905 000
1981	44	77 380 000
1982	52	91 980 000
1983	60	99 280 000
1984	64	105 850 000
1985	63	104 025 000
1986	65	107 675 000
1987	66	109 500 000
1988	66	109 500 000
1989	67	111 325 000

La capacité de production moyenne des forages exploitant la nappe d'Abidjan est de 3,5 m3/s.

Notons qu'aucun chiffre n'a été obtenu concernant la production réelle.

Lors de la mission d'évaluation, au cours d'un entretien avec la Direction de l'Exploitation de SODECI, il a été indiqué que la production d'eau pour alimenter Abidjan serait de 63 millions de m3 par an. Ce chiffre annoncé, oralement, n'a pas pu être vérifié par le Consultant.

b. Concernant les autres centres urbains

La capacité de production des forages existants est la suivante :

Tableau 2.2.5 - CAPACITE DE PRODUCTION DES FORAGES ALIMENTANT LES AUTRES CENTRES URBAINS

Département	Centres urbains équipés de forages	Nombre de forages	Capacité de production (m3/an)
Gagnoa	13	21	3 027 310
Korhogo	29	41	3 626 107
Daloa	11	20	1 968 956
Basse Côte	43	54	10 094 513
Bouaké	10	28	1 742 510
Abengourou	30	41	4 891 876
Yamoussoukro	49	53	2 819 333
Man	17	28	3 725 920
Total	202	286	31 896 525

L'estimation des capacités de production a été faite par le Consultant à partir des débits des forages fournis par la Direction de l'Eau et des moyennes de durée de fonctionnement des installations indiquées par la SODECI, soit 22 heures par jour.

La production d'eau réelle pour l'exercice 1989-1990 est mentionnée dans le tableau 2.2.6.

Tableau 2.2.6 - PRODUCTION D'EAU POUR LES CENTRES URBAINS (1989/90)

Direction régionale	Centres urbains considérés	Production d'eau souterraine (m3/an)
Gagnoa	6	1 292 830
Korhogo	28	2 383 815
Daloa	9	783 655
Bouaké	7	423 765
Basse Côte	38	8 098 620
Abengourou	30	3 863 160
Yamoussoukro	49	2 675 085
Man	13	1 303 415
Total	180	20 824 345

La production d'eau a été calculée à partir des chiffres de production journalière fournis par la SODECI. La production est impossible à évaluer dans 22 centres, les données étant inexploitables (fiche de production incomplète ou panne de compteur horaire).

2.2.2.2 Alimentation en eau des populations rurales

En milieu rural, le nombre exact de points d'eau existants n'est pas connu avec précision.

Un inventaire a été réalisé en 1982 (financement ACDI) faisant état de 9133 points d'eau.

En 1988, un inventaire physique, réalisé dans le cadre d'un programme de réhabilitation, a recensé 13 500 points d'eau modernes équipés de pompes manuelles.

Un bilan provisoire indiquerait que 12 300 ouvrages seraient encore en exploitation, les autres nécessitant un programme de réhabilitation.

A cet inventaire, s'ajoutent environ 600 ouvrages (non recensés avec précision) réalisés dans la région de Yamoussoukro par la Présidence. On ne sait rien de leur capacité actuelle de production.

Sur la base d'un débit moyen de 6 m3/jour, les aménagements existants, supposés en état de marche en milieu rural, utilisent 28 251 000 m3 par an.

Le tableau 2.2.7 (source : Direction de l'Eau) indique la répartition des aménagements existants, selon une situation établie au 31 mai 1990.

A ce chiffre, il convient d'ajouter 600 puits cimentés recensés en 1982 et réalisés avant le démarrage du PNHV (Programme National d'Hydraulique Villageoise). On estimera que ces puits peuvent fournir 5 m3/jour, soit une capacité de production de 1 million de m3 par an.

Aucune information précise n'existe sur les très nombreux puits traditionnels de Côte d'Ivoire, concernant les aspects suivants :

- inventaire et localisation,
- capacité de production.

2.2.2.3 Utilisation des eaux souterraines pour l'irrigation

Actuellement, il n'existe aucun programme important impliquant ce mode de ressource pour les besoins des cultures irriguées.

Tableau 2.2.7 - Etat des réalisations en hydraulique villageoise au 31/5/90

ANTENNES	DEPARTEMENTS COUVERTS PAR L'ANTENNE	NBRE DE PTS D'EAU			NBRE DE POMPES					REMARQUES
		P	F	TOTAL	ABI	ASM	VGT	AUTRES	TOTAL	
ABENGOUROU	ABENGOUROU	02	154	156	37	02	68	51	158	2 dbles pompes
	ADZOPE	12	102	114	37	62	21	01	121	7 "
	AGNIBILEKROU	02	85	87	04	09	39	40	92	5 "
	TOTAL...	16	341	357	78	73	128	92	371	14 "
ABIDJAN	ABIDJAN	09	261	270	89	60	43	81	273	3 "
	ABOISSO	01	196	197	60	01	35	104	200	3 "
	AGBOVILLE	22	161	183	62	85	41	-	188	5 "
	GRAND-LAHOU	-	51	51	05	09	06	31	51	-
	TIASSALE	01	154	155	74	32	51	-	157	2 "
	TOTAL...	33	823	856	290	187	176	216	869	13 "
BONDOUKOU	BONDOUKOU	60	287	347	144	169	41	07	361	14 "
	BOUNA	49	311	360	143	178	177	04	502	142 "
	TANDA	12	419	431	110	164	176	01	451	20 "
	TOTAL...	121	1017	1138	397	511	394	12	1314	176 "
BOUAKE	BEOUMI	40	203	243	177	25	46	04	252	9 "
	BOUAKE	44	400	444	294	118	27	14	453	9 "
	DABAKALA	15	275	290	213	42	35	-	290	-
	KATIOLA	26	71	97	82	-	12	03	97	-
	M'BAHIAKRO	02	200	202	05	32	166	-	203	1 "
	SAKASSOU	12	141	153	76	03	91	01	171	18 "
	TOTAL...	139	1290	1429	847	220	377	22	1466	37 "
DALOA	BOUAKE	33	315	348	249	61	36	02	348	-
	DALOA	193	115	308	224	54	32	01	311	3 "
	ISSIA	185	19	204	186	12	01	05	204	-
	SINFRA	13	212	225	131	88	06	00	225	-
	VAVOUA	08	156	164	82	19	63	00	164	-
	ZUENOULA	29	179	208	87	84	37	00	208	-
	TOTAL...	461	996	1457	959	318	175	08	1460	3 "
DIMBOKRO	BONGOUANOU	03	171	174	20	20	134	00	174	-
	DAOUKRO	01	197	198	16	132	50	00	198	
	DIMBOKRO	05	298	303	12	29	272	00	313	10 "
	TOUMODI	22	143	165	84	02	82	00	168	3 "
	YAMOUSSOUKRO	75	453	528	358	16	154	00	528	-
	TOTAL...	106	1262	1368	490	199	692	00	1381	13 "
DIVO	DIVO	81	252	333	63	184	87	11	345	12 "
	GAGNOA	344	17	361	322	25	05	00	352	-
	LAKOTA	207	20	227	180	09	39	00	228	1 "
	OUME	122	164	286	209	65	21	01	296	10 "
	TOTAL...	754	453	1207	774	283	152	12	1221	23 "

Tableau 2.2.7 (suite)

ANTENNES	DEPARTEMENTS COUVERTS PAR L'ANTENNE	NBRE DE PTS D'EAU			NBRE DE POMPES					REMARQUES
		P	F	TOTAL	ABI	ASM	VGT	AUTRES	TOTAL	
KORHOGO	BOUNDIALI	92	140	232	220	01	10	01	232	-
	FERKESSEDOUGOU	75	183	258	176	78	22	13	289	31 dbles pompes
	KORHOGO	707	418	1125	870	187	70	03	1130	5 "
	TENGRELA	52	35	87	85	01	01	00	87	-
	TOTAL...	926	776	1702	1351	267	103	17	1738	36 "
MAN	BANGOLO	01	116	117	44	58	15	00	117	-
	BIANKOUMA	00	143	143	31	92	20	00	143	-
	DANANE	06	425	431	33	353	45	00	431	-
	DUEKOUE	56	19	75	25	00	50	00	75	-
	GUIGLO	118	76	194	36	99	59	00	194	-
	MAN	08	369	377	65	224	91	00	380	3 dbles pompes
	TOTAL...	189	1148	1337	234	826	280	00	1340	3 "
ODIENNE	ODIENNE	174	125	299	299	00	00	00	299	-
	TOUBA	63	188	251	251	00	00	00	251	-
	TOTAL...	237	313	550	550	00	00	00	550	-
SAN-PEDRO	SAN-PEDRO	18	30	48	21	27	01	00	49	1 dble pompe
	SASSANDRA	42	59	101	23	73	09	00	105	4 "
	SOUBRE	88	69	157	30	117	13	00	160	3 "
	TABOU	10	46	56	17	39	01	00	57	1 "
	TOTAL...	158	204	362	91	256	24	00	371	9 "
SEGUELA	MANKONO	28	205	233	134	99	00	00	233	-
	SEGUELA	69	164	233	192	41	00	00	233	-
	TOTAL...	97	369	466	326	140	00	00	466	-
TOTAL GENERAL.....		3237	8992	12229	6387	3280	2501	379	12547	

2.2.2.4 Utilisation des eaux souterraines pour l'industrie

Aucune donnée n'a pu être obtenue sur les prélèvements effectués dans les nappes pour certaines industries.

De nombreuses usines sont raccordées au réseau d'adduction d'eau potable de la SODECI, et leur consommation est de ce fait comptabilisée avec les usages domestiques.

Plusieurs usines de la zone industrielle d'Abidjan utilisant des forages captant la nappe d'Abidjan sont amenées à abandonner cette alimentation à cause d'arrivées d'eau salée.

2.2.4.5 Conclusion sur l'utilisation actuelle des eaux souterraines en Côte d'Ivoire

En Côte d'Ivoire, la recharge annuelle des nappes serait de l'ordre de 37 740 x 10^6 m3 (en se basant sur les études de F. LELONG pour la recharge des aquifères de socle et les études de SCET IVOIRE, SCET INTERNATIONAL, SODECI et HOLFELDER - 1982 pour la recharge des aquifères du bassin sédimentaire), soit la décomposition suivante :

Zone de socle	35 000 x 10^6 m3
Nappe du Tertiaire	2 100 x 10^6 m3
Nappe du Quaternaire	640 x 10^6 m3

Mobilisation supposée des nappes en 1990 :

Alimentation d'Abidjan	111 x 10^6 m3
Autres centres urbains	21 x 10^6 m3
Hydraulique villageoise	30 x 10^6 m3
Total des aménagements	162 x 10^6 m3

La mobilisation actuelle des eaux souterraines représente 0,5 % de la recharge annuelle.

Il faut nuancer ce chiffre compte tenu de l'inégale répartition de la ressource en eau. Le taux de mobilisation actuel des eaux souterraines est de 4 % dans le bassin sédimentaire côtier et de 0,2 % en zone de socle.

2.3 Besoins en eau

La croissance des besoins en eau dépend de divers facteurs, mais reste liée, de façon étroite, à la croissance économique et au niveau de vie des populations, ainsi qu'au taux d'accroissement démographique. On peut donc préjuger d'une forte augmentation de la demande dans les années à venir.

2.3.1 Alimentation des populations

Le traitement des eaux superficielles est incontestablement d'un coût supérieur à celui des eaux souterraines qui doivent être exploitées prioritairement pour cet usage. L'eau des retenues pose problème tant au niveau qualitatif (les cas d'eutrophisation ne sont pas rares) que bactériologique. Le léger fléchissement de la consommation observé essentiellement à Abidjan par la SODECI est conjoncturel (départ de nombreux expatriés, gros consommateurs) et lié, surtout, à une diminution de la consommation des industries raccordées au réseau d'eau potable.

Avec un taux de croissance démographique de 4,4 % actuellement, les besoins en eau potable des populations ne peuvent que croître. A l'échelle du pays l'accroissement moyen a été de 3,3 % par an, sur les quatre dernières années. Une projection de la demande a été établie par la Direction de l'eau, toutes ressources confondues (eaux superficielles ou souterraines) : pour tenir compte de l'évolution du niveau de vie, la valeur de 100 l/jour par habitant a été adoptée pour l'horizon 2000, soit presqu'un quadruplement en 5 ans, et 150 l/jour par personne à l'horizon 2025.

Tableau 2.3.1 - BESOINS EN EAU POUR L'AEP

Années	1995	2000	2025
Taux de croissance	4,4 %	4,0 %	3,0 %
Population en M hts	14,6	17,8	37,3
AEP en Mm3/an	138	650	2042

(Source : Direction de l'Eau)

Le renforcement de la ressource pour la ville d'Abidjan devra, à plus ou moins long terme, se faire en utilisant les eaux superficielles (lac de Bakré ou lagune Adjin).

2.3.2 Besoins de l'agriculture

2.3.2.1 Irrigation

L'amélioration de la productivité passe nécessairement par le développement de l'irrigation, d'autant que toutes les terres de bonne qualité étant déjà mises en valeur, l'utilisation de sols de moindre qualité est inéluctable.

La politique agricole actuelle, basée sur l'autosuffisance alimentaire et l'incitation des jeunes au retour à la terre, devrait donc se concrétiser par une forte progression des surfaces irriguées. Cependant, le succès d'une telle politique ne peut être assuré sans une maîtrise et une gestion rationnelle de la Ressource.

Un inventaire effectué en vue d'augmenter la production rizicole fait ressortir :

- 25 000 ha de bas-fonds aménageables, déjà étudiés ou identifiés ;
- 150 000 ha potentiellement aménageables, également en bas-fonds ;
- 200 000 ha potentiels, de grandes plaines (à identifier);
- 100 000 ha potentiels, de marais côtiers.

A moyen terme, 500 ha seraient aménagés dans la région de Divo avec une prise au fil de l'eau et 2000 ha dans la plaine de Nzida alimentés par pompage dans une retenue. Le périmètre situé à l'aval du barrage de Sakassou sur la Loka serait étendu de 130 à 250 ha. Par ailleurs, on prévoit, dans les régions Centre et Nord, la construction de 50 barrages par an, d'une capacité minimum de 2 millions de m3 par ouvrage.

On note également une forte pression visant à développer de petits aménagements hydroagricoles à partir des barrages construits pour l'adduction d'eau potable. Des possibilités d'aménagements existent d'autre part sur certains barrages hydroélectriques. Il faut savoir qu'à l'origine le barrage de Kossou devait être un ouvrage à fins multiples, les applications agricoles et touristiques devant être prioritaires par rapport à la production d'énergie.

La Direction de l'Eau a fait une évaluation des besoins en eau à différents horizons, pour l'irrigation de la canne à sucre et du riz. Pour ce dernier, l'hypothèse d'une autosuffisance a été prise en considérant une consommation moyenne de 55 kg/an par habitant jusqu'en 2025. Toutes les autres cultures ont été regroupées sous la même rubrique.

Tableau 2.3.6 - BESOINS AGRICOLES EN EAU (en millions de m3/an)			
Année	1995	2000	2025
Riz	1606	2937	6155
Canne à sucre	221	241	340
Autres cultures	156	190	347
Total	1983	3368	6842

(Source : Direction de l'Eau)

2.3.2.2 Elevage

On considère que les besoins pastoraux, estimés actuellement à 250 millions de m3 par an, resteront constants jusqu'à l'horizon 2000. Compte tenu de la tendance à l'autosuffisance alimentaire, ces besoins devraient ensuite doubler entre 2000 et 2025.

Tableau 2.3.7 - BESOINS PASTORAUX (en millions de m3/an)			
Année	1995	2000	2025
Elevage	250	250	500

(Source : Direction de l'Eau)

2.3.3 Besoins en hydroélectricité

Si la production d'énergie hydroélectrique a souvent besoin d'énormes quantités d'eau, principalement dans les régions dépourvues de relief significatif, elle n'est pas, à proprement parler, consommatrice de cette ressource, même si, comme il a été souligné, elle induit, lorsque la construction de retenues régulatrices s'avère indispensable, des pertes "climatiques". De plus, certains aménagements installés en série sur le même cours d'eau permettent de turbiner plusieurs fois la même eau (Kossou et Taabo sur le Bandama, Ayamé I et Ayamé II sur la Bia). Les besoins de l'hydroélectricité ne peuvent donc se situer sur le même plan que les différents autres usages.

A moyen et long terme, l'énergie hydroélectrique est la plus économique de toutes les autres formes d'énergie, même si les investissements nécessaires sont parfois importants. Sur une puissance installée totale de 904 MW, les deux tiers, soit 605 MW, correspondent à des centrales hydroélectriques dont le productible en année moyenne avait été estimé à environ 2500 GWh, valeur très supérieure à la production réelle. Des achats à l'étranger sont actuellement nécessaires.

Pour assurer une production suffisante et mener à bien le programme d'électrification du pays, il semble que le plan national d'énergie fasse une large place, pour les années à venir, à l'utilisation du gaz produit offshore (300 000 à 400 000 t/an seraient disponibles). Il existe malgré tout un certain nombre de projets d'aménagements hydrauliques dont le plus avancé est celui de Soubré qui aurait une puissance installée de 328 MW pour un débit d'équipement de 500 m3/s, et un productible voisin de 1600 GWh/an. La retenue aurait une capacité maximale de 1 milliard de m3. Le potentiel hydroélectrique du pays augmenterait ainsi de plus de 60 %, avec l'avantage d'être situé sur un fleuve moins sensible à la sécheresse et moins perturbé par des prélèvements amont que le Bandama. Deux alternatives ont été cependant envisagées : une série de barrages sur la Comoé dont le schéma d'équipement optimal est à l'étude ; un barrage à Daboitie, d'une puissance installée de 90 MW, situé à l'aval de Taabo, sur le Bandama. Il faut ajouter le projet d'installation de sept micro ou mini-centrales au Nord, à l'Ouest et au Sud du pays, avec une puissance de quelques milliers de kW pour chaque ouvrage, soit au total 42 MW et un productible en année moyenne de 150 GWh/an. La capacité de stockage atteindrait, tout de même, 1,6 milliard de m3 (tableau 2.3.8).

2.3.4 Besoins industriels

L'absence de statistiques rend délicate l'appréciation de la demande dans les années à venir. Les principales industries consommatrices : alimentaires (surtout boissons), agro-alimentaires sucrières, textiles (impression et teinture) ou de raffinage, continueront à utiliser des sources d'approvisionnement très diverses : raccordement au réseau d'adduction d'eau potable de la SODECI, pompage dans les nappes souterraines, prélèvements dans les cours d'eau et les lacs naturels ou artificiels. Ne disposant donc pas de données fiables sur ces besoins, la Direction de l'Eau pronostique une stabilisation de la demande jusqu'à l'horizon 2000, puis un accroissement de 6 % par an jusqu'en 2025.

Tableau 2.3.8 - MICRO ET MINI CENTRALES EN PROJET

Ouvrage	Haut Bandama	Zgberi	Laoguie	La Pale	Le Drou	Aboisso	Daloa	Ferké
Cours d'eau	Bandama	Niouniourou	Agneby	Pale	Drou	Bia	Lobo	Bandama
Apport annuel moyen (millions m3)	1140	400-600	365,8	390	36,83	2390	450	1800
Type de digue	Digue zonée en terre	Digue homogène en terre	Digue homogène en terre	Digue homogène en terre	Digue homogène en terre	Béton à clapets	Barrage déversoir	Digue homogène en terre
Hauteur maxi de la digue (m)	26,70	30	25,5	34	31	3	9	14
Volume de remblais digue (1000 m3)	962	833	400	1026	200	1	70	256
Capacité totale de la cuvette (millions m3)	935	79,20	200	367	2,9	-	3	54
Chute brute (m)	20	45	21	30,35	161,7	5,61	2,8	11,2
Débit équipé (m3/s)	40	31	12	13,65	1,8	125	8	90
Puissance installée (kW)	7448	12 145	2300	3510	2560	6400	179	7320
Productible annuel moyen (Gwh/an)	19-31	36,8-49,8	11,14	18,9	10,77	25,28	0,58	13,04
Type d'évacuateur	Seuil déversant	A surface libre en col	A surface libre en col	A surface libre en col	Corolle	Seuil déversant	Seuil creager	Vannes secteur

Source : Energie Electrique de Côte d'Ivoire

Tableau 2.3.9 - BESOINS INDUSTRIELS EN EAU (en millions de m3/an)			
Année	1995	2000	2025
Industrie	25	25	145

(Source : Direction de l'Eau)

2.3.5 Récapitulatif des besoins en eau

Les demandes des différents usages estimées aux horizons 1995, 2000 et 2025 sont regroupées dans le tableau 2.3.10.

Tableau 2.3.10 - BESOINS GLOBAUX EN EAU (en millions de m3/an)			
Année	1995	2000	2025
AEP	138	650	2042
Agriculture	1983	3368	6842
Elevage	250	250	500
Industrie	25	25	14,5
Total	# 2.400	# 4.300	# 9.400

(Source : Direction de l'Eau)

La demande devrait doubler dans les cinq années à venir, puis presque doubler de nouveau entre 1995 et l'an 2000. Il faudra ensuite presque un quart de siècle pour observer un nouveau doublement. Les besoins représenteront alors le quart des disponibilités en eaux de surface, la part de l'agriculture restant encore très prépondérante.

oOo

CHAPITRE 3

CLIMAT

3.1 Organisation et gestion

3.1.1 Le Service météorologique

L'ensemble des données climatologiques de Côte d'Ivoire est centralisé au niveau de la Sous-Direction de la Météorologie de l'Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie (ANAM).

L'ANAM, située à Abidjan, comprend six Sous-Directions rattachées à la Direction Générale (cf. figure 3.1.1) qui sont :

- la Sous-Direction Administrative et Financière,
- la Sous-Direction de la Météorologie,
- la Sous-Direction de la Navigation et des Opérations Aériennes,
- la Sous-Direction de l'Electricité et de la Radio Electricité,
- la Sous-Direction des Bases Aériennes,
- la Sous-Direction de la Sûreté et des Facilitations.

Une Délégation Régionale est installée à Bouaké et a rang de Sous-Direction. Par ailleurs, deux Services sont directement rattachés à la Direction Générale, à savoir le Service des Relations Internationales et le Service Autonome de Médecine Aéronautique.

Sur un plan plus technique, si, à l'heure actuelle, la Sous-Direction de la Météorologie est l'utilisateur presque exclusif des moyens informatiques, l'objectif visé par la Direction Générale est de voir émerger, au sein de l'ANAM, un véritable Service Informatique centralisé et modernisé.

L'organigramme de la Sous-Direction de la Météorologie est, comme le montre la figure 3.1.2, assez complexe.

Elle est divisée en quatre Départements :

- le Département Régional de la Météorologie, situé à Bouaké dans le cadre de la Délégation Régionale de l'ANAM ;

- le Département de Climatologie Générale et Appliquée, situé à Abidjan ;

- le Département de Météorologie Synoptique et des Transports, situé également à Abidjan ;

Figure 3.1.1

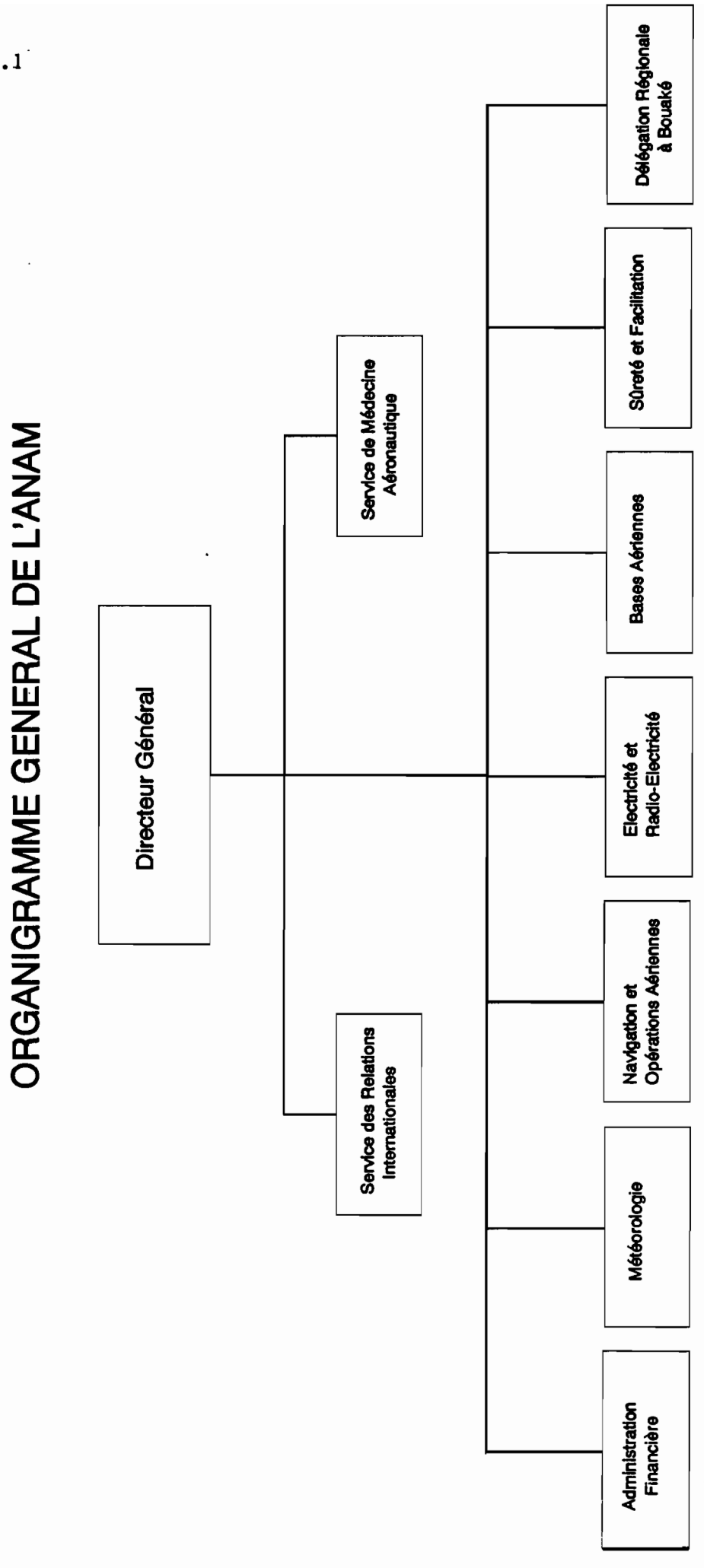
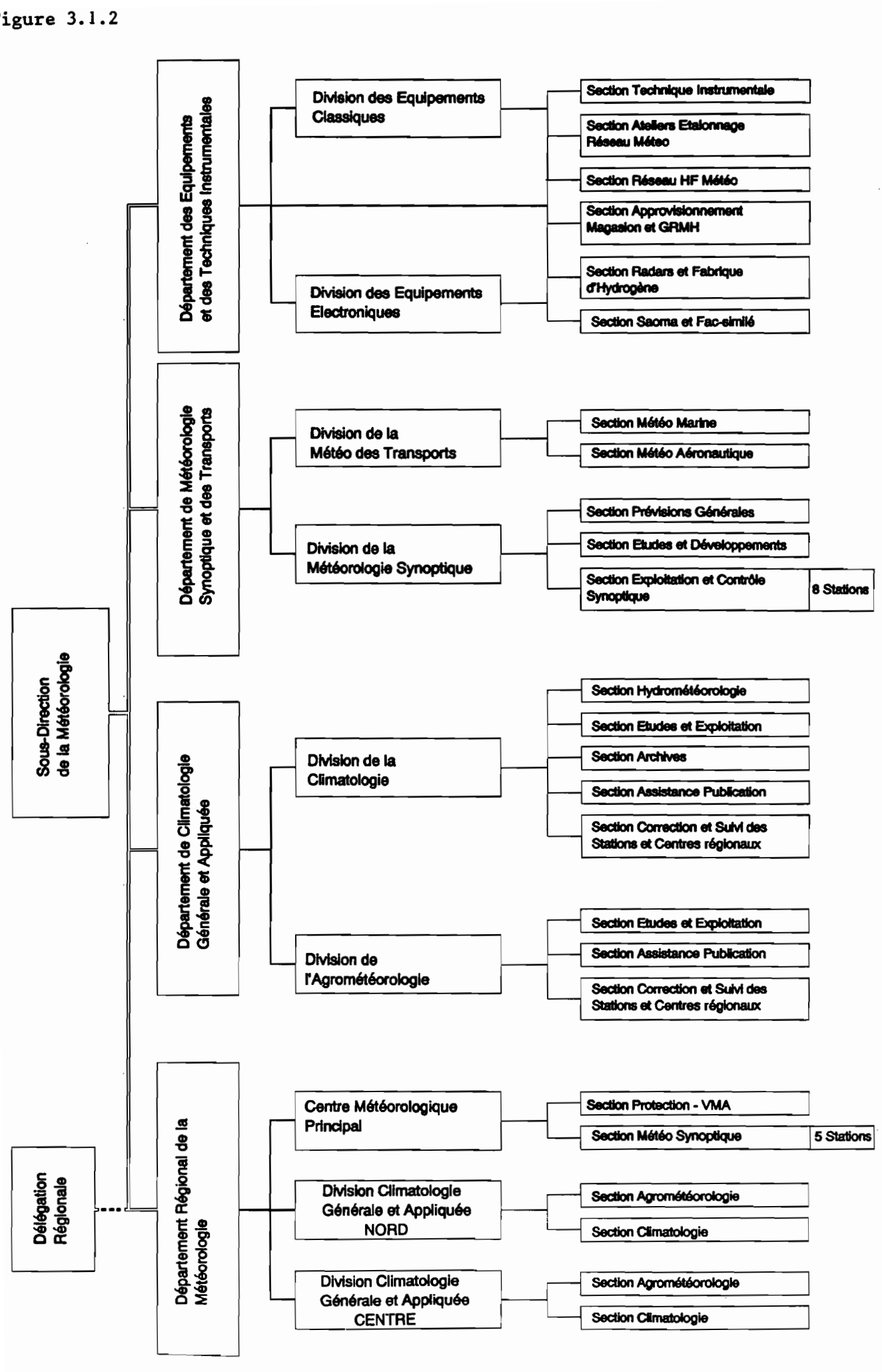

ORGANIGRAMME GENERAL DE L'ANAM
Directeur Général
Service de Médecine Aéronautique
Service des Relations Internationales
Administration Financière
Météorologie
Navigation et Opérations Aériennes
Electricité et Radio-Electricité
Bases Aériennes
Sûreté et Facilitation
Délégation Régionale à Bouaké

Figure 3.1.2


Sous-Direction de la Météorologie
Délégation Régionale
Département des Equipements et des Techniques Instrumentales
Division des Equipements Classiques
Section Technique Instrumentale
Section Ateliers Etalonnage Réseau Météo
Section Réseau HF Météo
Section Approvisionnement Magasion et GRIMH
Division des Equipements Electroniques
Section Radars et Fabrique d'Hydrogène
Section Saoma et Fac-similé
Département de Météorologie Synoptique et des Transports
Division de la Météo des Transports
Section Météo Marine
Section Météo Aéronautique
Division de la Météorologie Synoptique
Section Prévisions Générales
Section Etudes et Développements
Section Exploitation et Contrôle Synoptique
8 Stations
Département de Climatologie Générale et Appliquée
Division de la Climatologie
Section Hydrométéorologie
Section Etudes et Exploitation
Section Archives
Section Assistance Publication
Section Correction et Suivi des Stations et Centres régionaux
Division de l'Agrométéorologie
Section Etudes et Exploitation
Section Assistance Publication
Section Correction et Suivi des Stations et Centres régionaux
Département Régional de la Météorologie
Centre Météorologique Principal
Section Protection - VMA
Section Météo Synoptique
5 Stations
Division Climatologie Générale et Appliquée NORD
Section Agrométéorologie
Section Climatologie
Division Climatologie Générale et Appliquée CENTRE
Section Agrométéorologie
Section Climatologie

. le Département des Equipements et des Techniques instrumentales, situé à Bouaké, plus particulièrement chargé de la maintenance de l'appareillage.

Chacun de ces Départements est scindé en Divisions qui comprennent elles-mêmes plusieurs sections aux objectifs bien différenciés.

3.1.2 Autres organisations

D'autres organismes, sociétés, ministères ou instituts effectuent des observations pluviométéorologiques pour leurs besoins propres. Ces mesures sont effectuées, essentiellement, dans les stations agrométéorologiques gérées par des Sociétés de développement agricole (CIDT - Textiles ; SODESUCRE ; SODEFEL - Fruits et légumes ; SATMACI - Modernisation agricole ; PALMINDUSTRIE) et les Instituts de Recherche (IRCC - Café et cacao ; IRHO - Huiles et oléagineux ; IDESSA - Développement des savanes ; IRFA. - Fruits et agrumes ; ORSTOM).

L'Energie Electrique de Côte d'Ivoire gère également des stations pluviométriques implantées à proximité des retenues hydrauliques. La retenue d'Ayamé I est de plus équipée d'un bac d'évaporation. Une station hydroclimatique automatique a été installée à proximité de la retenue de Kossou pour mesurer les paramètres intervenant dans l'évaporation (vent, pluie, rayonnement global, température, humidité). La centrale d'acquisition électronique a une autonomie de quatre mois. Il est prévu l'installation de quatre stations de ce type. Les données recueillies sont archivées en banque, mais non transmises à l'ANAM.

3.1.3 Personnel et Formation

Le personnel de la Sous-Direction de la Météorologie se répartit entre les Centres d'Abidjan et de Bouaké, d'une part, et les stations synoptiques d'autre part. Les stations agrométéorologiques dépendent généralement d'autres organismes qui ont leur propre personnel, et les postes pluviométriques sont confiés à des observateurs indemnisés.

Les ingénieurs que compte la Sous-Direction de la Météorologie sont également répartis entre Abidjan et Bouaké, et secondés par des techniciens supérieurs et des assistants météorologues.

Chaque responsable de station synoptique possède un diplôme de Technicien supérieur.

La répartition du personnel est la suivante :

. Centre d'Abidjan

- Ingénieurs : 4
- Ingénieurs des Techniques : 0
- Techniciens 2e niveau : 8
- Techniciens 1er niveau : 0
- Assistants météo : 17
- Cadres universitaires : 3

. Centre de Bouaké

- Ingénieurs des Techniques : 4
- Techniciens 2e niveau : 14
- Assistants météo : 14

. Stations synoptiques

Au nombre de 14, elles comptent chacune au moins un Technicien Supérieur, qui est le Chef de station. Ceci donne la répartition suivante :

- Techniciens 2e niveau : 16
- Assistants météorologues : 84

La totalité du personnel représente 167 agents.

Les cadres de la Sous-Direction de la Météorologie expriment un besoin de formation complémentaire, essentiellement tourné vers les domaines de l'informatique et des technologies nouvelles. Le reste du personnel a un important besoin en formation dans tous les domaines, puisque près de 70 % des agents affectés dans les stations synoptiques n'ont reçu aucune formation appropriée dans le domaine de la météorologie.

3.1.4 Budget

Le budget annuel, voisin de 550 millions de FCFA, est ventilé de la manière suivante :

. Personnel : 92 %
. Fonctionnement : 4 %
. Maintenance : 2,2 %
. Equipement : 1,8 %

Les recettes faites par la Météorologie sont reversées au budget général de la Nation, sans aucune retombée pour l'institution.

Une aide importante pour l'équipement, le fonctionnement et la formation, dans le domaine de l'Agrométéorologie et de la Météorologie, a été accordée par l'OMM, par l'intermédiaire du PNUD : tout d'abord une première tranche de 127 millions de FCFA sur quatre ans, puis une deuxième tranche de 144 millions de FCFA sur deux ans. Une troisième phase, d'une durée de quatre ans, a été programmée.

3.2 Données climatologiques

3.2.1 Réseau synoptique

3.2.1.1 Description

Le réseau de mesures climatologiques ivoirien s'appuie sur quinze stations synoptiques dont quatorze sont en fonctionnement à l'heure actuelle, Ferkessedougou-Aéro ayant été fermée en 1972 et remplacée par Korhogo-Aéro. La liste de ces stations figure dans le tableau 3.2.1.

Leur densité est de 1 station pour 23 000 km2, mais l'examen de leurs implantations (cf. figure 3.2.1) montre de très fortes disparités en fonction des régions. Douze des quatorze stations en fonctionnement sont situées au Sud d'une ligne Man-Bouaké-Bondoukou avec, cependant, deux zones non prises en compte : la première à l'Ouest de la Côte d'Ivoire vers la frontière libérienne, et la seconde à l'Est vers la frontière ghanéenne. La partie Nord-Est du pays n'est pas couverte puisque les deux seules stations synoptiques qui fonctionnent au nord de la ligne Man-Bouaké-Bondoukou (Odienné et Korhogo-Aéro) se trouvent dans le secteur Nord-Ouest. Pour remédier à ces lacunes, et si les moyens nécessaires peuvent être dégagés, il est prévu de créer quatre stations dans le Nord du pays (Touba, Sarhala, Kakpin et Bouna) et une dans l'Est à Abengourou.

L'année de création des stations varie de 1919, pour les plus anciennes (Bondoukou, Gagnoa et Tabou), à 1976 pour la plus récente (San Pedro). On notera, cependant, que onze des quinze stations ont été ouvertes avant 1950.

Tableau 3.2.1 - STATIONS SYNOPTIQUES

N° Réf Anam - N° Réf OMM	Nom	Latitude (N)	Longitude (O)	Altitude (m)	Type (SACP)	Penman O/N	Année ouverture	Année fermeture
97	Abidjan-Aéro	5°15'	3°56'	7	S	O	1936	
98	Adiake	5°18'	3°18'	35	S	O	1944	
33	Bondoukou	8°03'	2°47'	371	S	O	1919	
35	Bouake-Aéro	7°44'	5°04'	376	S	O	1923	
48	Daloa-Aéro	6°52'	6°28'	276	S	O	1966	
59	Dimbokro	6°39'	4°42'	92	S	O	1922	
12	Ferkessedougou-Aéro	9°35'	5°14'	325	S	O	1927	1972
64	Gagnoa	6°08'	5°57'	205	S	O	1919	
14	Korhogo-Aéro	9°25'	5°37'	381	S	O	1971	
40	Man-Aéro	7°23'	7°31'	339	S	O	1922	
7	Odienne	9°30'	7°34'	434	S	O	1921	
198	San Pedro	4°44'	6°39'	30	S	O	1976	
90	Sassandra	4°57'	6°05'	62	S	O	1922	
99	Tabou	4°25'	7°22'	20	S	O	1919	
55	Yamoussoukro-Aéro	6°54'	5°21'	196	S	O	1975	

15 stations dont 14 en fonctionnement

Légende

Pluviométrie

Isohyète moyenne annuelle (mm)

Météorologie

■ Station synoptique

◩ Station agrométéorologique

◓ Station climatologique

□ Station pluviométrique

Hydrométrie

☼ Station limnimétrique

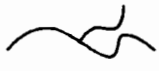
✳ Station limnimétrique - débit calculé

◒ Station limnigraphique

○ Station limnigraphique - débit calculé

↗ Télétransmission

Hydrographie

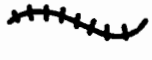
 Rivière

Lac

Marais

Autres symboles

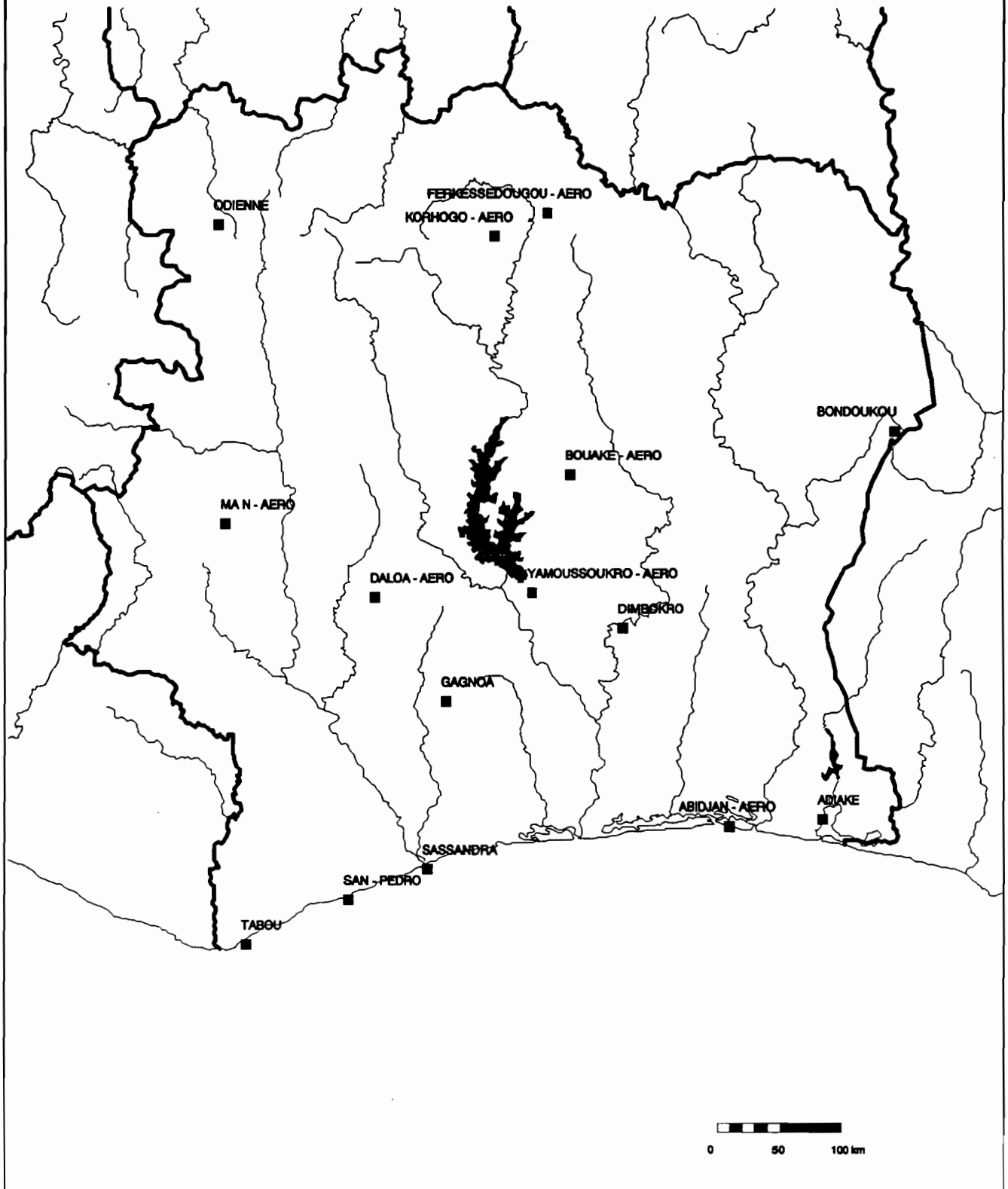
Route revêtue

 Chemin de fer

Capitale

• Ville

Fig 3.2.1 : Réseau des stations synoptiques



3.2.1.2 Equipement

La liste de l'équipement des stations synoptiques du réseau ivoirien a été reportée dans le tableau 3.2.2. Cet équipement est assez complet, mais il est généralement très vétuste. La Sous-Direction de la Météorologie ne dispose pas des moyens qui lui permettraient de remplacer le matériel défaillant. Les stocks de pièces de rechange et de matériels sont pratiquement inexistants.

3.2.1.3 Maintenance

Dans le cadre de leurs tournées d'inspection systématiques (pluriannuelle il y a encore quelques années, leur fréquence a tendance à se réduire très sensiblement à l'heure actuelle), les agents de la Sous-Direction de la Météorologie pratiquent un entretien courant du matériel.

Maintenance et étalonnage de l'appareillage météorologique sont théoriquement dévolus à l'atelier de réparation situé à Bouaké, dans le cadre du Département des Equipements et des Techniques instrumentales. Celui-ci ne peut, malheureusement, jouer le rôle qui devrait être le sien du fait de l'absence de pièces détachées.

3.2.2 Réseau agrométéorologique

3.2.2.1 Description

Les stations agrométéorologiques de Côte d'Ivoire sont au nombre de 38, mais seulement 29 d'entre elles sont encore en fonctionnement. Gérées par d'autres organismes que l'ANAM, elles sont installées pour répondre à des besoins particuliers. La liste de ces stations figure dans le tableau 3.2.3.

Leur densité est de 1 station pour 11 100 km2. Du fait de la fermeture récente de certaines d'entre elles (cf. tableau 3.2.3), on constate, là aussi, certaines disparités, quoique moins prononcées que dans le cas des stations synoptiques. L'extrême Nord-Ouest et l'Est de la Côte d'Ivoire présentent une densité de stations beaucoup plus faible (cf. figure 3.2.2). La création envisagée de plusieurs stations devrait permettre de remédier à ces disparités (Kaniasso, Tienko et Tengrela dans le Nord-Ouest, Kong et Nassian dans l'Est).

Deux de ces stations sont de création ancienne, Abengourou (1919) et Lamé (1923), la station d'Adiopodoumé remonte, quant à elle, à 1947. La grande majorité des autres stations agrométéorologiques date de 1984, c'est-à-dire qu'elles ont été installées immédiatement après la sécheresse très sévère enregistrée, en 1983, sur l'ensemble du territoire ivoirien.

Tableau 3.2.2 - EQUIPEMENT DES STATIONS DU RESEAU CLIMATOLOGIQUE				
Désignation	Station synoptique	Station agrométéo	Station climato	Poste pluviomét
Psychromètre	+	+	+	
Thermomètre à maxima	+	+	+	
Thermomètre à minima	+	+	+	
Evaporomètre Piche	+	+	+	
Thermographe	+	+		
Hydrographe	+	+		
Thermomètre maxi sol	+	+		
Thermomètre mini sol	+	+		
4 thermomètres dans le sol (10, 20, 50 et 100 cm)	+	+		
Pluviomètre association	+	+	+	+
Pluviographe à augets	+	+		
Héliographe Campbel	+	+		
Baromètre à mercure	+			
Barographe	+			
Syst. anémomètre-girouette	+			
Anémomètre totalisateur		+		
Girouette		+		
Equip. radio BLU téléph.	+			
Bac classe A	+	+		
Pyranomètre		+		
Lysimètre		+		

Tableau 3.2.3 - STATIONS AGROMETEOROLOGIQUES

N° Réf Anam - N° Réf OMM	Nom	Latitude (N)	Longitude (O)	Altitude (m)	Type (SACP)	Penman O/N	Année ouverture	Année fermeture
63	Abengourou-IRCC	06°43'	03°40'	201	A	O	1919	
295	Abobo-ENSA	05°20'	40°10'	20	A	O	1984	
94	Adiopodoume-ORSTOM	05°19'	04°13'	25	A	0	1947	
294	Anguededou-IRFA	99°99'	99°99'	NC	A	O	1984	
187	Azaguie-IRFA	05°37'	04°02'	NC	A	O	1976	
234	Beoumi-CIDT	07°40'	05°34'	212	A	O	1984	
296	Bingerville-IRCC	05°22'	03°57'	NC	A	O	1984	fermée
229	Borotou-SODESUCRE	08°44'	07°30'	NC	A	O	1984	
235	Bouake-IDESSA	07°44'	05°02'	181	A	O	1984	
210	Boundiali-CIDT	09°37'	06°57'	516	A	O	1984	
258	Dabakala	08°23'	04°26'		A	O	1990	
251	Daoukro-CIDT	07°03'	03°57'	230	A	O	1984	
227	Dianra-CIDT	08°45'	06°15'	NC	A	O	1984	1990
273	Divo-IRCC	05°50'	05°22'	152	A	O	1984	
13	Ferkessedougou-IDESSA	09°35'	05°14'	325	A	O	1969	
264	Gagnoa-IDESSA	06°08'	05°57'	214	A	O	1984	
	Grand Bereby-SOGB	04°39'	06°55'	NC	A	O	1990	
267	Guessabo-SATMACI	06°45'	06°10'	NC	A	O	1984	
83	Lame-IRHO	05°27'	03°51'	23	A	O	1923	
240	Man-IDESSA	07°23'	07°31'	340	A	0	1984	
243	Marabadiassa-SODEFEL	08°05'	05°25'	NC	A	O	1984	
205	Nambingue-CIDT	10°01'	05°54'	NC	A	O	1984	
222	Niakaramandougou-CIDT	08°40'	05°17'	386	A	O	1984	
219	Ondefiduo-CIDT	09°07'	02°52'	319	A	O	1984	
285	Ono-IRFA	05°23'	03°34'	NC	A	O	1984	fermée
	Seguela	07°57'	06°40'	351	A	O	1990	
298	San Pedro-IRCC	04°45'	06°49'	NC	A	O	1984	
213	Sinematiali-SODEFEL	09°37'	03°41'	NC	A	O	1984	

Tableau 3.2.3 - STATIONS AGROMETEOROLOGIQUES (suite)

N° Réf Anam - N° Réf OMM	Nom	Latitude (N)	Longitude (O)	Altitude (m)	Type (SACP)	Penman O/N	Année ouverture	Année fermeture
78	Soubre-SATMACI	05°47'	06°36'	NC	A	O	1976	
299	Tabou-PALMINDUSTRIE	04°30'	07°30'	NC	A	O	1984	1990
270	Tai-ORSTOM	05°52'	07°27'	123	A	O	1984	fermée
	Tanda	07°47'	03°10'	NC	A	O	1990	
225	Touba-CIDT	08°17'	08°41'	494	A	O	1984	1990
39	Toumbokro-IDESSA	06°57'	05°27'	100	A	O	1965	
212	Varale-CIDT	08°39'	03°16'	319	A	O	1984	1990
255	Yamoussoukro-IDESSA	06°49'	05°16'	208	A	O	1980	fermée
269	Zagne-IRCC	06°16'	07°29'	255	A	O	1984	
	Zuenoula-SODESUCRE	07°25'	06°03'	209	A	O		fermée

38 stations

3.2.2.2 Equipement

La liste de l'équipement des stations agrométéorologiques a été reportée dans le tableau 3.2.2. Cet équipement est tout à fait comparable à celui des stations synoptiques, mais la fréquence des mesures est différente puisqu'elle est de trois par jour (7 h, 12 h et 17 h, en général), contre une mesure toutes les heures dans les stations synoptiques.

3.2.2.3 Maintenance

La Sous-Direction de la Météorologie n'intervient pratiquement pas dans la maintenance des stations gérées par des organismes indépendants.

3.2.3 Réseau climatologique

3.2.3.1 Description

Seulement six stations climatologiques sont actuellement en fonctionnement. Leurs caractéristiques ont été reportées dans le tableau 3.2.4.

Quatre d'entre elles sont situées dans le Sud-Est de la Côte d'Ivoire (cf. figure 3.2.3). La station de Séguéla est isolée dans le Nord-Ouest du pays, comme celle de Danané à l'Ouest, à proximité de la frontière libérienne. On ne peut donc véritablement parler de réseau de stations climatologiques.

Lamto (1962) et Ayamé (1966) sont les deux stations les plus récentes, les quatre autres ayant été créées avant 1950, l'ouverture de Séguéla remontant même à 1905.

3.2.3.2 Equipement

La liste de l'équipement des stations climatologiques a été reportée dans le tableau 3.2.2. A l'égal de celui des stations synoptiques, ce matériel est assez vétuste et la Sous-Direction de la Météorologie ne dispose pas des moyens qui lui permettraient de le remplacer.

Fig 3.2.2 : Réseau des stations agrométéorologiques

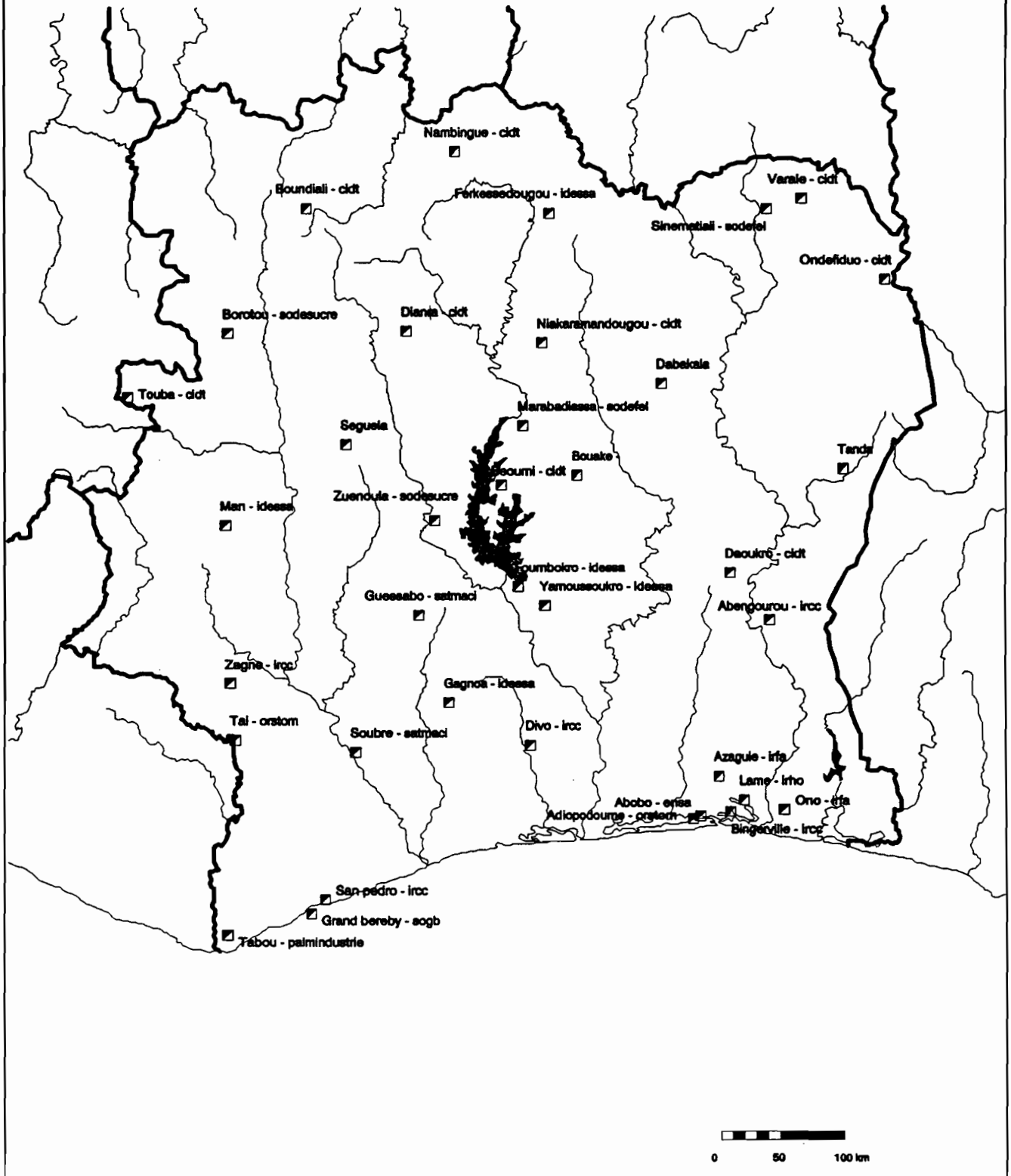
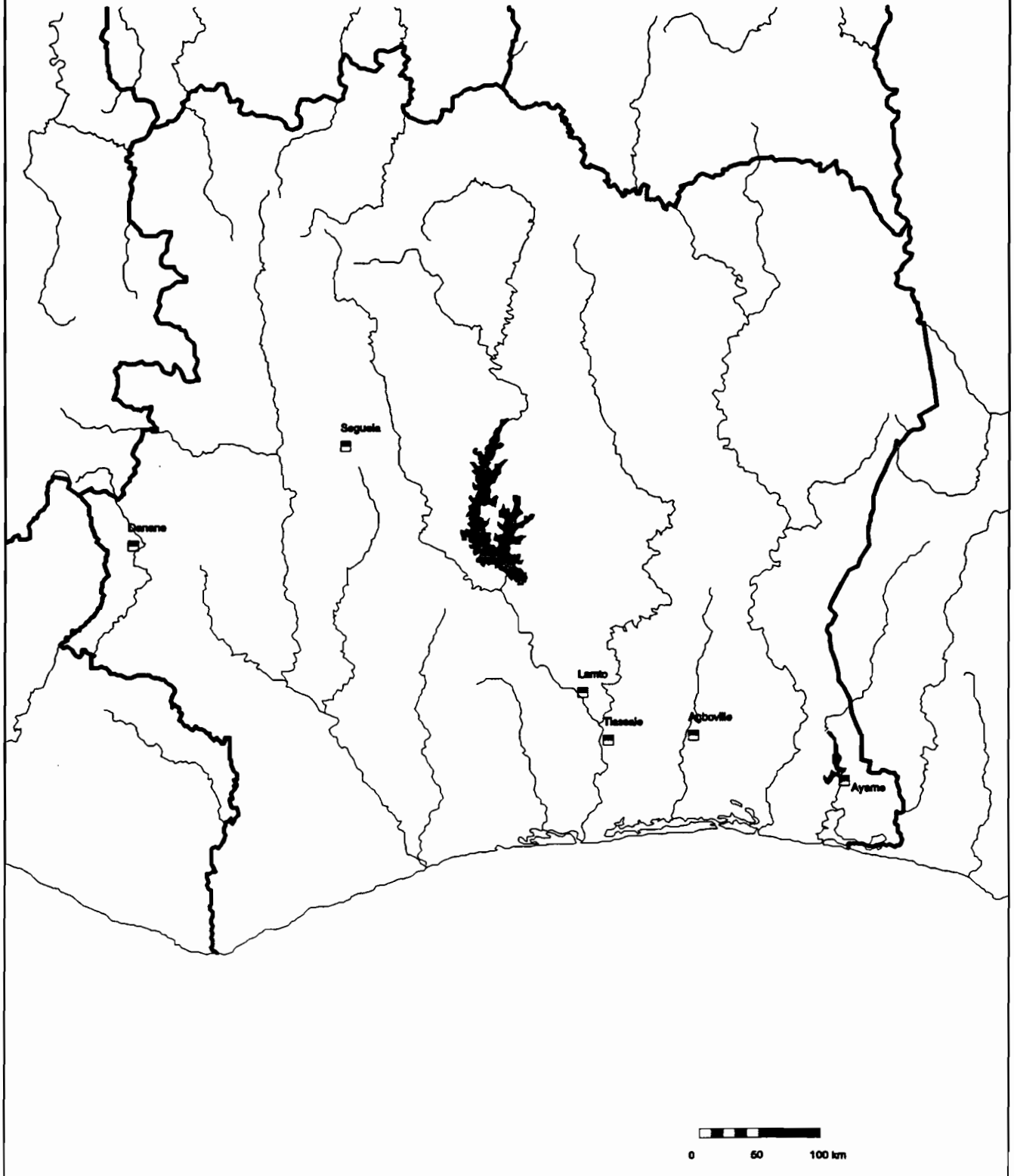


Tableau 3.2.4 - STATIONS CLIMATOLOGIQUES

N° Réf Anam - N° Réf OMM	Nom	Latitude (N)	Longitude (O)	Altitude (m)	Type (SACP)	Penman O/N	Année ouverture	Année fermeture
77	Agboville	05°55'	04°13'	54	C	N	1923	
188	Ayame	05°36'	03°10'	NC	C	N	1966	
38	Danane	07°15'	08°09'	365	C	N	1947	
65	Lamto	06°13'	05°00'	105	C	N	1962	
31	Seguela	07°57'	06°40'	351	C	N	1905	
75	Tiassale	05°53'	04°49'	200	C	N	1928	

6 stations en fonctionnement

Fig 3.2.3 : Réseau des stations climatologiques



3.2.3.3 Maintenance

Comme pour les stations synoptiques, les agents de la Sous-Direction de la Météorologie pratiquent un contrôle et un entretien courant du matériel, dans le cadre de leurs tournées d'inspection systématiques (dont la fréquence a tendance à se réduire très sensiblement du fait du manque de moyens). Ces interventions sont, il est vrai, réduites compte tenu de la nature de l'appareillage présent dans ce type de stations.

3.2.4 Traitement des données

Les données climatologiques proviennent, comme précisé antérieurement, de trois types de stations différentes :

- 14 stations synoptiques.
- 29 stations agrométéorologiques.
- 6 stations climatologiques.

Les horaires des relevés climatologiques dépendent du type de station :

- Toutes les heures dans les stations synoptiques.
- 7 H, 12 H et 17 H dans les stations climatologiques et agrométéorologiques.

La méthode de collecte des données n'est également pas uniforme :

- Les stations synoptiques sont équipées de postes de radio BLU et communiquent toutes les trois heures les relevés effectués, de façon à pouvoir établir à Abidjan les schémas d'évolution des conditions météorologiques sur l'ensemble du territoire. Les observations à ces stations sont depuis peu communiquées à la télévision dans le bulletin météorologique national.

- Les stations agrométéorologiques transmettent leurs observations chaque décade en utilisant le courrier postal. Il est prévu, dans le cadre de la modernisation du réseau, d'équiper ces stations de postes de radio BLU ; certaines en sont d'ailleurs déjà pourvues, mais ce réseau n'est pas encore opérationnel.

- Les stations climatologiques utilisent le réseau de la Gendarmerie Nationale pour communiquer, également tous les dix jours, leurs observations à Abidjan.

Le traitement des observations recueillies est effectué à Abidjan.

La Sous-Direction utilise actuellement du matériel informatique qui appartient à l'ANAM, et qui ne lui est donc pas d'un usage exclusif :

- 1 Mini-ordinateur de type Mini-6 (Bull) avec 1 Mo de RAM et 2 disques durs de 64 Mo. Ce Mini-6 est équipé d'un dérouleur de bande de 1400 Mo, de 6 terminaux (dont 3 seulement sont opérationnels) et d'un lecteur de disquette 5"1/4.

- 1 Micro-ordinateur Micral 200, avec 2 Mo de RAM et un disque dur de 40 Mo.

- 1 Micro-ordinateur Olivetti M 290, avec 2 Mo de RAM et un disque dur de 40 Mo.

Le Mini-6, dont le fonctionnement est problématique, doit être remplacé par un DPS 6000 également fabriqué par la société Bull, équipé de 4 Mo de RAM, d'un disque dur de 150 Mo et d'un Streamer. Il pourra fonctionner avec 7 terminaux.

A Bouaké, au niveau de la Direction Régionale de l'ANAM, sont utilisés :

- 1 Micro-ordinateur Olivetti M 24, avec 1 Mo de RAM et un disque dur de 40 Mo.
- 1 Micro-ordinateur Olivetti M 19, avec 640 Ko de RAM et un disque dur de 20 Mo.

Ce matériel informatique est actuellement très insuffisant pour permettre un traitement, un archivage et une exploitation correcte de l'ensemble des données centralisées au niveau de l'ANAM. Le service informatique ne dispose, également, que de très peu de logiciels performants. On signalera l'existence d'un projet d'assistance technique informatique avec l'Aéroport de Paris.

Les traitements consistent, dans un premier temps, dans la saisie et le contrôle des données. Ce travail est effectué, sur le mini-ordinateur de type Mini-6, à l'aide d'un logiciel développé localement par un expert du PNUD. Pour cela, sont stockés en mémoire des intervalles acceptables pour chaque type de données.

Les informations ainsi saisies permettent l'édition de tableaux récapitulatifs décadaires et mensuels qui donnent lieu à la publication de Bulletins (Agrométéorologique décadaire et Climatologique mensuel). Le contenu de ces bulletins est décrit dans le chapitre 3.2.5.

En outre, lors d'un séminaire de formation à l'école AGRHYMET de Niamey, il a été remis à l'ANAM un exemplaire du logiciel CLICOM, destiné à harmoniser le format de stockage des données agrométéorologiques, climatiques et synoptiques avec l'ensemble du réseau de stations de l'OMM. Ce logiciel a été installé sur le miro-ordinateur Micral 2000, mais aucun agent de la Sous-Direction de la Météorologie n'a reçu de formation suffisante pouvant permettre son utilisation courante et correcte.

L'archivage des données, sur le Mini-6, est dupliqué sur disquettes au format 5"1/4 et sur bandes magnétiques ; les informations peuvent être éditées sous forme de données brutes sur listings ou sur support informatique, ou sous forme de tableaux plus élaborés ; enfin, certaines données sont publiées dans les différents bulletins de l'ANAM.

3.2.5 Disponibilité des données

Un recensement des utilisateurs de données agrométéorologiques et climatologiques a permis de les classer par ordre d'importance décroissante (source : Sous-Direction de la Météorologie) :

- Sociétés de développement agricole.
- Instituts de recherche.
- Projets de développement.
- Chercheurs.
- Etudiants.
- Services météorologiques de la sous-région.
- Décideurs.
- Négociants en matières agricoles.
- Génie civil.
- Bailleurs de fonds (BAD, Banque Mondiale, Sociétés privées initiatrices de projets).
- Entreprises privées.
- Organismes internationaux des Nations Unies.

Devant le manque de moyens mis à sa disposition, l'ANAM s'est vue obligée d'imposer une rétribution forfaitaire pour la diffusion de ses données (cf. Annexe F). Ces mesures sont très récentes et on ne peut encore en mesurer l'impact, mais il est à noter que les réactions des demandeurs habituels de ces informations sont très négatives. En effet, les principaux utilisateurs étant des sociétés d'aménagement et des instituts de recherche, ceux-ci ne peuvent faire face au surcoût ainsi engendré. Certains sont prêts à n'utiliser pour leurs travaux que des données anciennes, prenant le risque de n'utiliser qu'une information incomplète, donc moins fiable (analyses statistiques, évolutions climatiques, etc.).

Trois publications sont régulièrement éditées par la Sous-Direction de la Météorologie :

- Un Bulletin Agrométéorologique décadaire qui présente pour les seules stations synoptiques :

  - Un tableau agrométéorologique de la décade présentant les observations moyennes décadaires qui permettent de calculer l'ETP Penman.

  - Un tableau des bilans comportant quatre séries de bilans décadaires, et pour chaque série un cumul des bilans à partir de la première décade du mois de janvier de l'année en cours :

    * Bilan pluviométrique.
    * Bilan hydrique climatique.
    * Bilan hydrique efficace.
    * Bilan d'évapotranspiration.

- Un commentaire des bilans établi par un ingénieur agrométéorologue.

- Un graphique reprenant de façon synthétique les bilans hydriques climatiques.

Cette publication intervient, en principe, avec un décalage d'une ou deux décades par rapport à la date des observations.

. Un Bulletin Climatologique mensuel qui présente à son sommaire, pour toutes les stations du réseau de l'ANAM :

- Un résumé mensuel du temps.

- Un tableau climatologique présentant les observations moyennes mensuelles qui permettent de calculer l'ETP Penman.

- Les cartes suivantes :

  * Isohyètes mensuelles.
  * Bilan pluviométrique mensuel.
  * Bilan pluviométrique cumulé.

- Un tableau pluviométrique mensuel de tous les postes du réseau donnant le total pluviométrique du mois ainsi que le nombre de jours de pluie.

Cette publication intervient, en principe, avec un décalage de trois mois par rapport à la date des observations.

. Un Bulletin Agrométéorologique annuel qui présente à son sommaire :

- Un tableau des bilans pluviométriques et de la répartition des pluies dans le temps.

- Un tableau des bilans hydriques climatiques.

- Un tableau des bilans hydriques efficaces.

- Des tableaux d'évolution décadaire des paramètres suivants :

  * Bilan pluviométrique.
  * Durée d'insolation.
  * Rayonnement global.
  * Evapotranspiration Penman.

3.2.6 Qualité des données

Il est possible, dans un premier stade, d'évaluer empiriquement la fiabilité d'un observateur par un simple contrôle visuel des données (valeurs égales se répétant à intervalle régulier ou rapproché, par exemple). Ceci ne peut cependant être fait que sur les relevés originaux, car le programme de saisie et de traitement utilisé par la Sous-Direction effectue un auto-contrôle de la donnée, empêchant par exemple la saisie d'une valeur manifestement hors norme. Ce procédé permet d'éliminer les erreurs les plus criantes.

Un deuxième test consiste en l'évaluation de la fiabilité des données élaborées. Nous avons, pour cela, essayé de déterminer si le calcul de l'évapotranspiration par la formule de Penman, réalisé par ordinateur, était effectué de manière correcte.

Une première évaluation a consisté en une comparaison graphique entre évaporation sur bac et évapotranspiration calculée. Les courbes obtenues pour la station d'Adiopodoumé (cf. figure 3.2.4) ne mettent pas en doute la validité de la formule employée.

La formule de Penman présentant de nombreux paramètres qui varient en fonction de la localisation de la station de mesure, une évaluation de leur validité a été ensuite réalisée.

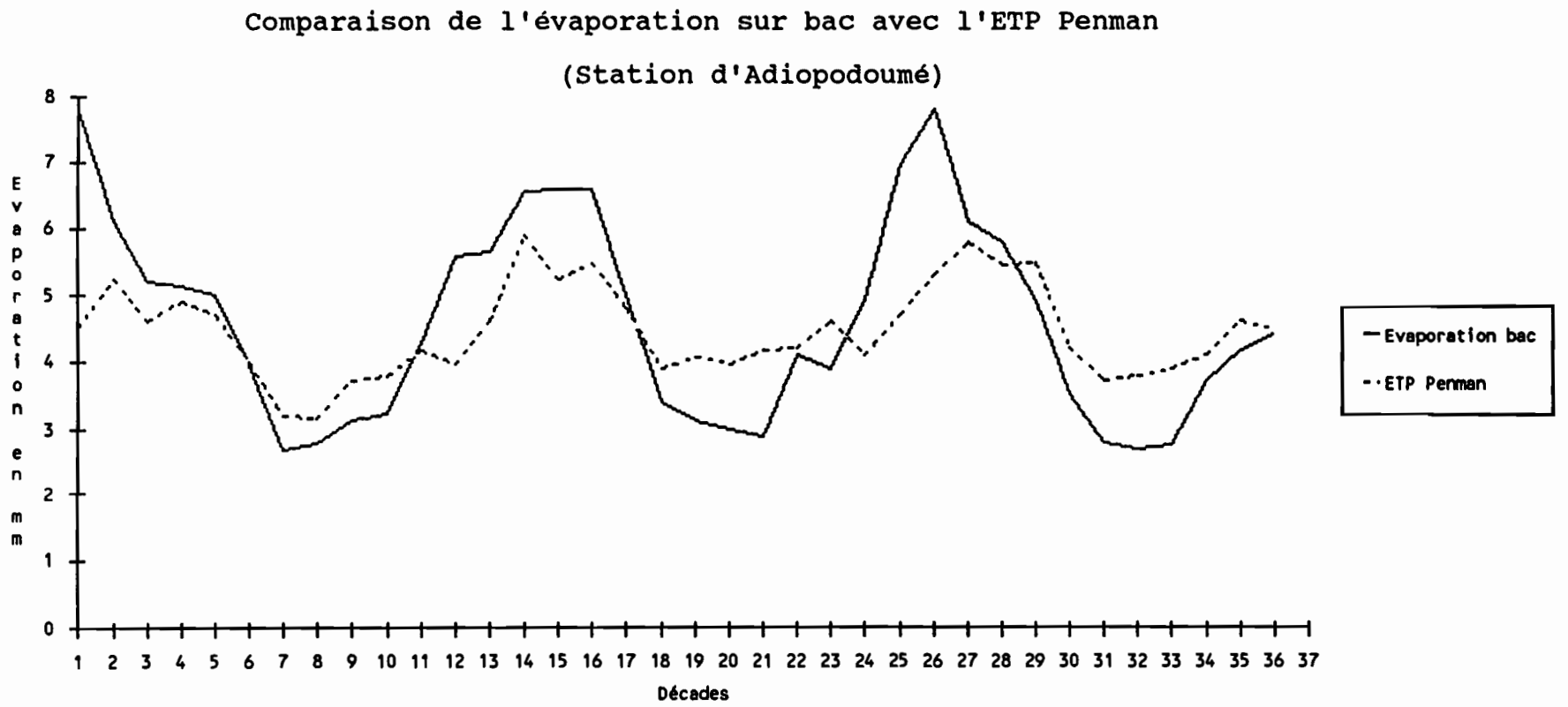
Les paramètres retenus s'avèrent être en accord avec la position géographique du pays et tenir compte des deux grandes zones phytoclimatiques : forêt au sud et savane au nord. On peut remarquer, néanmoins, que l'Albédo entrant dans la formule utilisée par la Sous-Direction est une valeur moyenne qui ne varie pas au cours de l'année, alors que la modification importante du couvert végétal, entre la saison des pluies et la saison sèche, pourrait justifier l'utilisation d'un Albédo moyen mensuel, plutôt qu'annuel.

Il faut observer, également, que le rayonnement global n'est pas recalculé systématiquement à partir des valeurs enregistrées de durée d'insolation et de rayonnement. Par ailleurs, pour parer au manque de mesure de rayonnement sur certaines stations, un tableau fournit une valeur moyenne décadaire pour chacune d'entre elles.

Ces deux remarques faites sur la formule de calcul de l'évaporation ne remettent pas en cause la validité des données éditées.

Globalement, la fiabilité des données climatologiques publiées par l'ANAM semble donc satisfaisante.

Figure 3.2.4


Comparaison de l'évaporation sur bac avec l'ETP Penman
(Station d'Adiopodoumé)
Evaporation en mm
0
1
2
3
4
5
6
7
8
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37
Décades
Evaporation bac
ETP Penman

3.3 Données pluviométriques

3.3.1 Réseau pluviométrique

Les 14 stations synoptiques et les 29 stations agrométéorologiques actuellement en fonctionnement sont dotées d'un pluviographe, doublé d'un pluviomètre.

Les postes équipés uniquement d'un pluviomètre, et gérés par l'ANAM, seraient au nombre de 194. En ajoutant les 49 stations météorologiques ou climatologiques dotées du même type d'appareil, l'Agence disposerait d'un parc de 243 pluviomètres et pluviographes, et des données de 431 points de mesures, compte tenu de 188 postes supplémentaires observés par des tiers tenus, en principe, de transmettre leurs mesures à la Sous-Direction de la Météorologie, organisme centralisateur.

Toutefois, la liste fournie par le Département de Climatologie Générale et Appliquée ne compte que 222 stations, tous types confondus (ouvertes ou fermées), dont 168 postes pluviométriques en fonctionnement (annexe G).

L'inventaire et l'analyse des données, effectués à partir du fichier des observations journalières, de l'origine des stations à 1980, élaboré par l'ORSTOM en collaboration avec le CIEH sur un financement FAC, et des tableaux des hauteurs pluviométriques mensuelles de la dernière décennie fournis par l'ANAM, ne portent que sur 204 stations. Ces dernières représentent 5000 années d'observations, pour lesquelles au moins un mois de données est disponible (annexe H 1). Le nombre d'années complètes étant de 4000 (annexe H 2), le pourcentage d'années avec lacunes est de 20 %.

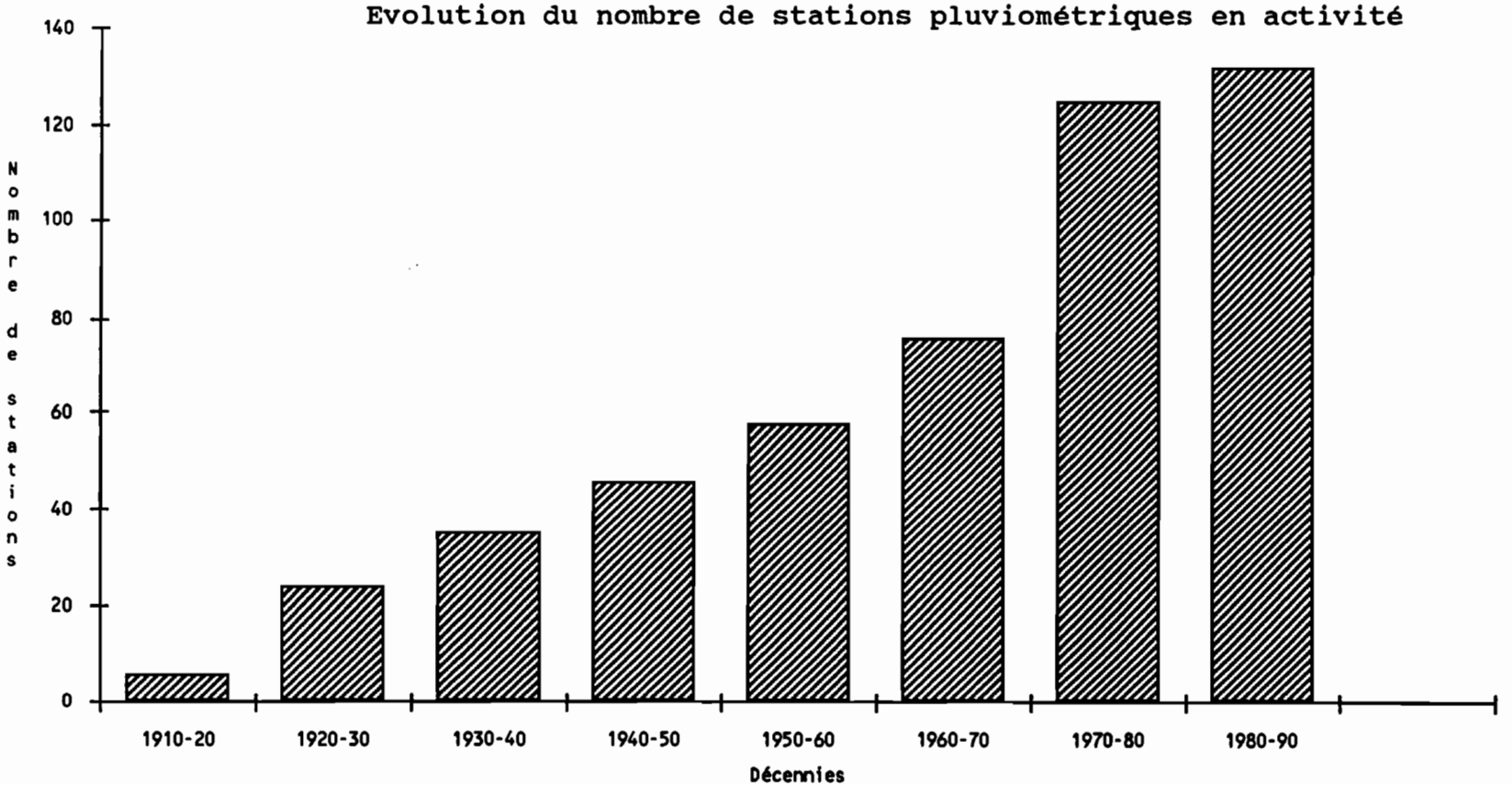
Le graphique de la figure 3.3.1 montre l'évolution, au cours des six dernières décennies, du réseau pluviométrique. Seuls ont été pris en compte les stations et postes figurant dans l'inventaire mentionné ci-dessus. Après une croissance continue jusqu'aux années 50, correspondant en moyenne à l'installation d'un poste supplémentaire par an, on observe, durant les deux décennies suivantes, une accélération des implantations (deux postes par an, en moyenne). C'est toutefois, entre les années 70 et 80, et plus particulièrement au cours des années 76-77 (63 postes créés en 1976 et 21 en 1977), qu'on assiste à un très fort développement, le nombre de stations étant, alors, plus que doublé (190 postes contre 90).

Cette croissance se maintiendra au début des années 80 avec, entre autres, la création en 1984, avec l'aide de certaines sociétés de développement, de 22 stations agrométéorologiques. Elle semble, malgré tout, maintenant s'essouffler : la dernière création remonte à 1985 (station de Yaou, dans le Sud-Est du pays).

La densité actuelle est un peu inférieure à 7 stations, tous types confondus, pour 10 000 km2. La couverture en appareils enregistreurs dépasse la densité de 1 appareil pour 10 000 km2.

Figure 3.3.1

Evolution du nombre de stations pluviométriques en activité



51 stations, soit près du quart du réseau, disposent de plus de 30 ans de données et 21 stations de plus de 50 années.

Les premières observations pluviométriques datent de 1901 et ont été effectuées à Grand Bassam, l'ancienne capitale, située sur la côte Est. A l'intérieur du pays, le premier poste pluviométrique a été installé en 1905 à Toumodi, au Sud de Yamoussoukro. Malheureusement, ces données anciennes sont souvent fragmentaires ou de mauvaise qualité.

La couverture du pays est relativement homogène (carte de la figure 3.3.2), excepté dans certaines régions difficiles d'accès, dans les zones peu ou pas peuplées et dans les zones où l'environnement naturel rend difficile l'installation et l'observation d'appareils de mesures : relief escarpé, réserves naturelles, végétation dense (forêt principalement). Les zones situées à l'Ouest de Man et de Gbonne et au Nord de ce dernier centre, la région Nord-Est entre Tehini, Kakpin, Kong et Bouna et la zone Sud-Ouest entre Buyo, Neibe, Taï et Soubré comptent parmi les plus démunies.

3.3.2 Equipement

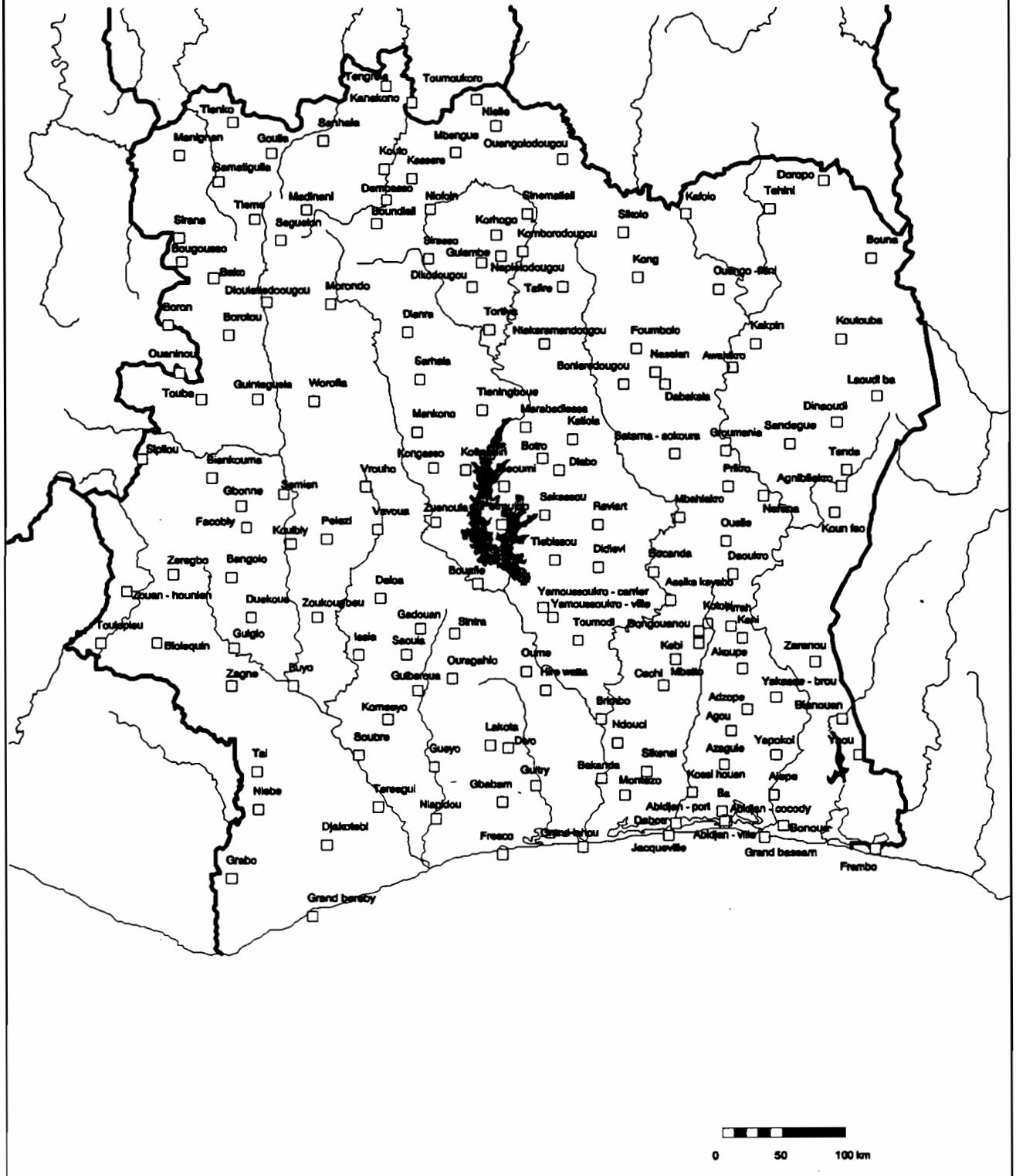
Les stations synoptiques et agrométéorologiques sont équipées de pluviographes à augets basculeurs, avec enregistrement graphique sur diagramme. De nombreux appareils ont plus de 20 ans d'âge, ce qui explique qu'aucun d'entre eux ne soit équipé d'un système d'enregistrement électronique sur mémoire informatique qui permettrait de simplifier sensiblement les opérations de dépouillement.

Les pluviomètres sont de type "Association", avec une bague biseautée de 400 cm2. Les observations sont effectuées à l'aide d'une éprouvette graduée en millimètres et fractions de millimètre de pluie. Les éprouvettes en verre ont été progressivement remplacées par des éprouvettes en plastique moulé, moins fragiles, mais également moins précises. L'emploi, au cours du temps, de différents types d'éprouvette a souvent entraîné des erreurs systématiques de mesure, non négligeables (paragraphe 3.3.5).

Tous les appareils ont leur ouverture calée à 1,50 m au-dessus du sol. Il s'agit là d'une norme toujours en vigueur, entre autres, dans les stations gérées dans différents pays de l'Afrique de l'Ouest par l'Association de Sécurité de Navigation Aérienne (ASECNA). L'Organisation Météorologique Mondiale préconise d'utiliser une hauteur de 1 mètre.

Fort heureusement, l'homogénéité du parc d'appareils est dans son ensemble relativement bien préservée, du moins en ce qui concerne les instruments gérés directement par la Sous-Direction de la Météorologie.

Fig 3.3.2 : Réseau des stations pluviométriques



3.3.3 Entretien et soutien sur le terrain

Les pluviomètres et pluviographes, installés dans le périmètre des stations synoptiques et agrométéorologiques, bénéficient de la présence permanente d'un professionnel. La nécessité d'effectuer des relevés plusieurs fois par jour est un gage de la qualité des observations, ainsi que du contrôle et d'un entretien correct des appareils.

Les postes pluviométriques sont en théorie relevés deux fois par jour, à 8 h 00 et 18 h 00 (heure locale), par des observateurs bénévoles rétribués.

La programmation de contrôle des installations prévoit qu'un inspecteur qualifié devrait visiter deux fois par an chacun des postes permanents du réseau. Dans la pratique, les restrictions budgétaires font que, dans le meilleur des cas, un seul contrôle annuel est effectué. Il permet de vérifier :

- la qualité de l'appareillage : étanchéité du seau-collecteur, horizontalité et état de la bague réceptrice, stabilité et état du support, lisibilité de l'éprouvette, propreté de l'orifice de l'entonnoir ;

- l'environnement du site : croissance de la végétation naturelle ou de cultures, constructions nouvelles ;

- le sérieux, la compétence et l'assiduité de l'observateur : il n'est pas rare qu'un observateur se fasse, pour diverses raisons, remplacer par un proche n'ayant reçu aucune formation ;

- la qualité des observations : cumuls évidents de pluies, arrondi systématique des relevés, confusion de décimales ou d'horaires ;

- la présence d'une éprouvette de rechange et d'imprimés d'observations en quantité suffisante, compte tenu du caractère aléatoire des contrôles et des difficultés de communications.

Il faut signaler que des déprédations de toutes sortes sont relativement fréquentes.

3.3.4 Traitement des données

Les observations pluviométriques effectuées dans les stations synoptiques sont transmises, au siège de l'ANAM à Abidjan, en même temps que les diverses observations météorologiques (liaisons BLU). Certaines stations agrométéorologiques devraient utiliser le même système de transmission, mais généralement les relevés, comme ceux des stations climatologiques, sont transmis par décade, par l'intermédiaire de la gendarmerie ou de la poste.

De nombreux postes pluviométriques ne possèdent pas de moyens de transfert rapides et éprouvés. Il importe donc qu'un exemplaire des relevés soit conservé par l'observateur, en lieu sûr.

Dans les stations, un contrôle primaire des données est effectué, surtout lorsqu'elles sont équipées d'appareils enregistreurs. Les Sections de correction et suivi de la Division de Climatologie des régions Nord et Centre, fonctionnant au sein de la Délégation Régionale de BOUAKE, réalisent des contrôles de base complémentaires, comme le font, pour les autres régions, les Divisions de Climatologie et d'Agrométéorologie du Département de Climatologie de l'ANAM à Abidjan (horaires et totaux erronés, erreur de lecture des originaux, changement d'écriture traduisant souvent un manque d'assiduité de l'observateur).

Les données sont saisies et traitées à l'aide d'un logiciel qui a été développé localement. Les stations sont réparties en 9 régions homogènes : 3 en zone côtière, 2 en zone équatoriale de transition, 2 en zone équatoriale de transition atténuée et 2 en zone tropicale. Au moment de la saisie, les données sont comparées aux valeurs maximales et minimales enregistrées sur la zone correspondante. Cette vérification doit permettre de signaler et de corriger, ou d'éliminer, certaines données. Il est ensuite procédé à une comparaison des hauteurs de précipitation et des nombres de jours de pluie observés sur l'ensemble des postes d'un même secteur. Cette façon de faire a essentiellement pour but de détecter les cumuls des hauteurs de pluie qui auraient pu être effectués par des lecteurs négligents. Une dernière vérification porte sur les moyennes mensuelles qui sont comparées aux normales correspondantes.

Après critique, les données sont à l'heure actuelle archivées à l'aide d'un logiciel développé par l'ANAM. Les informations sont sauvegardées sur bandes magnétiques.

Une critique inspirée de celle mise au point par certains chercheurs de l'ORSTOM (MM. Brunet-Moret et Hiez), en générant un vecteur régional de référence auquel est comparé chacun des postes, serait en cours d'élaboration. Comme précisé au paragraphe 3.2.4, les procédures types du logiciel CLICOM en matière d'archivage et de contrôle de qualité ne sont pas utilisées de façon routinière.

Actuellement, il n'a été saisi sous CLICOM que l'historique des stations du réseau, et les informaticiens de l'ANAM étudient le problème du transfert, dans ce nouveau système, des données précédemment saisies à l'aide de leur logiciel. La Sous-Direction de la Météorologie a demandé un séminaire de formation pour ses agents destinés à utiliser CLICOM, afin de les former à une utilisation rationnelle permettant le calcul et l'édition de données élaborées.

L'information pluviographique est très peu exploitée, seules sont relevées, sur les diagrammes, les heures de début et de fin des précipitations. Ponctuellement et à la demande de certains utilisateurs, des tableaux intensité-durée-fréquence peuvent être établis. Tous ces travaux doivent être effectués manuellement, l'ANAM ne disposant pas de table à digitaliser, ni de pluviographes électroniques.

Il faut souligner que les observations pluviographiques effectuées dans les stations agrométéorologiques ne sont pas envoyées régulièrement à la Sous-Direction de la Météorologie.

3.3.5 Qualité des données

Lors de l'établissement du fichier pluviométrique opérationnel et de l'étude des averses exceptionnelles de la Côte d'Ivoire, réalisés en 1976 à la demande du Comité Interafricain des Etudes Hydrauliques, Y. Brunet-Moret de l'ORSTOM a fait un certain nombre d'observations qui méritent d'être soulignées :

- Si une averse est en cours au moment du relevé du matin qui en principe, du moins dans les stations synoptiques, agrométéorologiques et climatologiques, s'effectue à heure fixe, son total se trouve partagé artificiellement sur deux totaux journaliers consécutifs (station de Bouaké, par exemple).

- Au contraire, les observateurs des postes pluviométriques ne réalisent les mesures qu'en fin d'averse. Même si les observations sont bi-quotidiennes, le nombre de jours de pluie s'en trouve diminué par rapport à celui des stations, essentiellement par disparition de jours à faibles totaux pluviométriques (poste de Bouaflé, par rapport à la station de Bouaké). Pour l'hydrologue, cette manière de faire, hors norme, permet de mieux appréhender les pluies réelles.

- Malheureusement, les relevés ne sont pas toujours quotidiens et il arrive que l'observateur ne se dérange qu'au terme d'une averse qui, subjectivement, lui a semblé importante. Le relevé peut être alors le cumul de plusieurs précipitations, diminué de l'évaporation dans le seau. Le nombre de jours de pluie est minoré et la hauteur des plus fortes pluies souvent augmentée (station de Lamé dans les années 50). Il arrive même que certains mois de saison sèche comptent, d'après les relevés originaux, une pluviométrie nulle, alors qu'il y a eu certainement plusieurs pluies, petites ou moyennes, disparues du pluviomètre par évaporation.

- Au contraire, lorsqu'un observateur consciencieux relève chaque matin son pluviomètre, il comptabilise souvent, comme pluie nocturne, la rosée déposée dans le seau (la hauteur de ces précipitations occultes peut atteindre 0,5 mm).

- Si les observations effectuées dans les différentes stations ont généralement la précision du dixième de millimètre, les observateurs de certains postes pluviométriques arrondissent leurs relevés au millimètre, d'autant que certaines éprouvettes anciennes étaient graduées en demi millimètre ou quart de millimètre. Les précipitations journalières inférieures à 1 mm n'apparaissent généralement pas dans ces relevés. Par contre, les valeurs des observations arrondies le sont toujours, par commodité de lecture, au millimètre supérieur.

- En général, les relevés de précipitations inférieurs à la capacité d'une éprouvette (10 mm et 6,25 mm pour d'anciennes éprouvettes en verre ; 8,1 mm pour certaines éprouvettes en plastique, pour ne citer que les plus connues) sont notés correctement. Lorsque le décompte de plusieurs éprouvettes est nécessaire, il arrive que l'observateur mette, après la virgule, le nombre arrondi de millimètres contenus dans la dernière éprouvette incomplètement remplie.

. D'une manière plus grave, certains observateurs fraudent en inventant des valeurs qu'ils portent à des dates quelconques, durant des périodes plus ou moins longues (par exemple, Dabakala, 1974). D'autres répètent sur des mois différents les mêmes valeurs de précipitations journalières (par exemple, Aboisso, 1960-1965).

. Un facteur d'erreurs important est l'utilisation d'une éprouvette non adaptée à la surface réceptrice du pluviomètre. Il est probable que depuis le début du siècle seulement deux types de pluviomètres ont été utilisés en Côte d'Ivoire : 400 cm2 d'ouverture pour les appareils utilisés par le Service Météorologique et 100.(3,14) cm2 pour ceux souvent mis en place par divers autres services (Agriculture, Eaux et Forêts, etc.). Par contre, différents types d'éprouvettes ont été mis en service, parfois sans discernement : éprouvette en verre, graduée en cm3 ; éprouvette en verre de 10 mm ou de 6,25 mm de pluie de contenance, pour pluviomètre de 400 cm2 ; éprouvette en verre de 10 mm également, pour pluviomètre de 100.(3,14) cm2 ; différentes éprouvettes en plastique moulé. Il faut préciser que certaines de ces dernières, relativement peu précises, peuvent entraîner des erreurs pouvant atteindre 6 %.

. Généralement, la même éprouvette et le même pluviomètre sont utilisés plusieurs années de suite ce qui permet de déceler, parfois, un changement inadéquat d'éprouvette. C'est ainsi que les relevés de la station de Dimbrokro doivent de 1947 à 1952 être multipliés par le facteur 4/(3,14), alors que ceux du poste d'Azagine doivent de 1942 à 1944 et de 1947 à 1948 être multipliés par (3,14)/4.

Lors de la mise à jour, jusqu'à l'année 1980, des fichiers informatisés des précipitations journalières, Y. L'Hôte (et al.) de l'ORSTOM ont effectué un certain nombre de vérifications et critiques dont les résultats sont transcrits, dans un langage condensé, dans les différents tableaux publiés (République de Côte d'Ivoire - Précipitations journalières de 1966 à 1980). La méthode utilisée comptait deux niveaux :

. une critique "à vue", appuyée principalement sur des comparaisons inter-postes (annuelle, mensuelle et journalière), caractérisée par différents codes mensuels, traduits sur les tableaux de précipitations journalières par un message permettant de juger de la qualité des observations (douteuses ou légèrement douteuses, totaux trop faibles ou trop forts, cumuls de plusieurs jours) ;

. une critique automatique, effectuée par ordinateur, basée sur trois tests :

- le nombre de jours de pluie dans l'année dont le total est supérieur à 0,1 mm (les traces étant donc exclues) ;

- le rapport du nombre de jours de petites pluies (0,4 mm < P < 10,0 mm), au nombre de jours total de pluie dans l'année (P > 0,4 mm) : bien que la valeur de ce rapport varie selon le type de climat et l'abondance de l'année (excédentaire ou déficitaire),

elle reste comprise généralement entre 40 et 70 %, un rapport inférieur à 30 % indique un manque manifeste de petites pluies (postes de Guinteguela et de Mankono, par exemple), il en est de même, à l'inverse, des valeurs extrêmes 95 à 100 % ;

- la recherche de valeurs multiples de 8 et 10 millimètres, en nombre exagéré, les décimales étant négligées : un nombre jugé excessif (fréquence d'apparition < 0,02) traduit une mauvaise utilisation des éprouvettes de 8,1 ou 10,0 mm de capacité, ou une tendance à arrondir très fortement les relevés (postes de M'bahiakro, de Bouna, de Taï et de Tengrela, par exemple).

Plus globalement, nous avons effectué une analyse de la qualité des observations à partir du fichier des données journalières, élaboré par l'ORSTOM en deux phases successives (de l'origine à 1965, puis de 1966 à 1980, paragraphe 3.3.1). Pour actualiser cette information, les relevés mensuels de la dernière décennie (1981-1990), fournis par l'ANAM, ont été saisis et archivés en banque à l'aide du logiciel PLUVIOM qui permet également de générer des fichiers de hauteurs pluviométriques mensuelles et annuelles directement accessibles au progiciel de critique de données, basé sur la méthode du vecteur régional développée par G. Hiez, chercheur à l'ORSTOM. Cette méthode fait appel à un certain nombre de principes fondamentaux :

. l'ensemble des postes d'observations soumis au même régime pluviométrique constitue une région homogène ;

. les totaux annuels ou mensuels de stations appartenant à la même région vérifient la règle de pseudo-proportionnalité qui traduit le fait que, dans une représentation graphique de type "double cumul", les vecteurs élémentaires restent sensiblement parallèles à la même direction, c'est-à-dire que leurs coordonnées gardent un rapport quasi constant ($x_i / y_i = x_{i-1} / y_{i-1}$) ;

. l'information la plus plausible est celle qui se répète le plus fréquemment.

L'élaboration du vecteur régional de référence repose, complémentairement à ces principes initiaux, sur certaines hypothèses :

. toute mesure ponctuelle, dans le temps et l'espace, est sujette à erreur ;

. corrélativement, l'information globale fournie par un ensemble de stations contient une valeur estimative des fluctuations dans le temps des données meilleures que celles délivrées, isolément, par l'une quelconque de ces stations ;

. aucune variation sensible de la tendance climatique n'est observée dans un même groupement régional de stations ;

. aucune hypothèse n'est faite sur la distribution statistique des données.

Le procédé utilisé est conçu de manière que toute l'information contenue dans chacun des postes contribue à l'élaboration du vecteur régional, sans que l'information erronée, localement anormale ou provisoirement déviée, puisse avoir une influence sensible sur le résultat. Basée sur un principe de maximum de vraisemblance, la méthode proposée repose donc, essentiellement, sur l'estimation de la valeur modale des données et sur un procédé original d'extraction du vecteur de référence à partir de la matrice des observations, par itération successive sur les lignes (les années) et sur les colonnes (les stations).

La critique des données de chaque station se fait sur le principe du double cumul, en les comparant, année par année, au vecteur de référence. Ceci revient à comparer, pour une station donnée, la valeur observée à la valeur la plus probable (produit de la valeur modale de la station par l'indice annuel du vecteur).

Le cumul porte sur le rapport : valeur observée/valeur calculée (valeur la plus probable) ou, plus précisément, sur le logarithme de ce rapport. Il s'agit donc d'un écart entre valeurs logarithmiques. Comme l'écart algébrique correspondant, il prend une valeur nulle lorsque l'observation d'une année déterminée et sa valeur la plus probable sont égales (Log 1 = 0). Lorsque les données sont homogènes par rapport à la période de référence sur laquelle a été calé le mode, le tracé du cumul reste parallèle à l'axe vertical représentatif du vecteur régional.

Pour appliquer la méthode, le territoire de la Côte d'Ivoire a été divisé en 6 zones présentant des régimes pluviométriques supposés homogènes. Ce sont les 4 zones climatiques définies au chapitre 1 (climat tropical de transition, climat équatorial de transition atténué, climat équatorial de transition, climat de montagne), auxquels ont été ajoutées deux franges côtières (Est et Ouest), d'une dizaine de kilomètres de largeur. Les limites de ces régions pluviométriques présentant nécessairement un caractère arbitraire, certains postes limitrophes ont été rattachés à deux zones contiguës. Le changement progressif de régime est particulièrement net entre les zones côtières et les zones de l'intérieur séparées par une bande de transition de plusieurs dizaines de kilomètres de large (Aboisso, Adiake, Lamé).

Pour chaque zone, le vecteur de référence a été généré en utilisant l'ensemble des précipitations annuelles disponibles, tous types de stations confondus. Le nombre de postes peut varier sensiblement d'une année à l'autre, les années les plus récentes étant à l'évidence les mieux pourvues. La qualité des données a été évaluée en comparant à ce vecteur toutes les stations synoptiques, climatologiques ou agrométéorologiques appartenant à la zone. L'évaluation des postes pluviométriques, plus nombreux que les autres stations, n'a porté que sur un échantillon représentatif, constitué généralement par des chroniques de données suffisamment longues (plusieurs décennies).

Bien que le logiciel fournisse un certain nombre de tests et d'indices permettant d'apprécier, sous différents aspects, la qualité des données d'une station (test de proportionnalité et indice de qualité pour juger du degré de liaison et d'adéquation entre une station et le vecteur, test d'appréciation

prenant en compte la longueur de la chronique), la critique au niveau de chaque zone, puis de l'ensemble du pays, a été faite en séparant les anomalies des erreurs systématiques. Une anomalie correspond à une donnée isolée, dont "l'écart" est sensiblement différent de celui des autres données de la séquence au milieu de laquelle elle se trouve. Une erreur systématique, au contraire, concerne une séquence de plusieurs données successives présentant des écarts significatifs, mais peu différents entre eux. Le diagnostic a été fait à partir d'un critère d'hétérogénéité de 25 %.

Globalement, pour l'ensemble du pays, près de 20 % des données seraient erronés. Une moitié d'entre elles correspond à des erreurs dues, manifestement, à de mauvaises observations dont les causes peuvent être multiples : observateur peu consciencieux ou mal préparé, erreurs de transcription ou de saisie, etc. (figure 3.3.3). L'autre moitié regroupe les erreurs systématiques consécutives à un changement de localisation du poste ou simplement à une modification de son environnement, mais aussi à l'utilisation d'instruments non standardisés ou inadéquats (éprouvette non adaptée au pluviomètre - figure 3.3.4, par exemple).

Une fois leur cause établie, les erreurs systématiques peuvent, sans grands risques, être corrigées. La correction des anomalies est par contre beaucoup plus délicate, et ne peut être faite sans discernement et précaution.

Il est intéressant de noter que le pourcentage d'erreurs n'a pas évolué sensiblement au cours du temps. Il est, entre autres, resté stable durant la dernière décennie, malgré un parc en forte croissance à partir des années 1976-77 (tableau 3.3.1).

Figure 3.3.3

LABORATOIRE D'HYDROLOGIE - MONTPELLIER
MVR - Méthode du Vecteur Régional

VECTEUR ANNUEL - CRITIQUE DES STATIONS

Edition du 26/03/1991 à 21H18
avec détection des anomalies et des déviations

Vecteur de référence n° 4 de la région 00004 COTE D'IVOIRE MONTAGNE (OUEST)
élaboré le 26/03/1991

Station: 1090011200 GUIGLO
Mode unique: 1674.7 Amplitude: 0.179
Test de proportionalité: 0.0913 Indice de qualité: 8.8/10 Test d'appréciation: 8.7/10
Sur la période observée 1927/1989 (57) valeurs moyenne observée: 1722.9 moyenne calculée: 1669.5
Sur la période du vecteur 1923/1989 (67) valeurs moyenne estimée: 1657.1
Sur la période en étude 1923/1989 (57) valeurs moyenne estimée: 1657.1

	Date	Valeurs observ.	Valeurs calcul.	Ecarts	Coeff. correct.	-4.5 -3.0 -1.5 0.0 1.5 3.0 4.5
26	1927	3121.6	1956.0	0.467	0.627	@
27	1928	2513.2	2036.5	0.210	0.810	+
28	1929	1565.8	1582.8	-0.011	1.011	+
29	1930	1793.4	1762.5	0.017	0.983	+
30	1931	2175.3	2229.3	-0.025	1.025	+
31	1932	1510.7	1521.0	-0.007	1.007	+
32	1933	1584.8	2007.7	-0.237	1.267	+
33	1934	2566.0	1563.4	0.495	0.609	@
34	1935	1593.6	1819.2	-0.132	1.142	+
35	1936	2068.6	1987.5	0.040	0.961	+
36	1937	1957.0	1936.0	0.011	0.989	+
37	1938	1537.0	1408.7	0.087	0.917	+
38	1939		1865.6			
39	1940	1561.4	1522.9	0.025	0.975	+
40	1941	1840.1	1818.6	0.012	0.988	+
41	1942	1447.6	1566.6	-0.079	1.082	+
42	1943	2133.3	2050.3	0.040	0.961	+
43	1944	1460.1	1469.1	-0.006	1.006	+
44	1945	1446.1	1527.1	-0.055	1.056	+
45	1946	1637.4	1402.5	0.155	0.857	+
46	1947	2055.7	2012.0	0.021	0.979	+
47	1948	1370.6	1379.2	-0.006	1.006	+
48	1949	1475.3	1307.0	0.121	0.886	+
49	1950	1288.4	1293.7	-0.004	1.004	+
50	1951	1797.0	1803.4	-0.004	1.004	+
51	1952	1704.4	1985.1	-0.152	1.165	+
52	1953	1616.0	1798.4	-0.107	1.113	+
53	1954	1676.7	1827.7	-0.086	1.090	+
54	1955	2161.2	1798.2	0.184	0.832	+
55	1956	886.1	1385.3	-0.447	1.563	@
56	1957	2085.6	2097.6	-0.006	1.006	+
57	1958	1327.8	1105.4	0.183	0.833	+
58	1959	1847.3	1874.2	-0.014	1.015	+
59	1960	1825.8	1600.4	0.132	0.877	+
60	1961	1483.8	1512.0	-0.019	1.019	+
61	1962	1773.6	1923.6	-0.081	1.085	+
62	1963	2445.9	2139.0	0.134	0.875	+
63	1964	1713.6	1658.4	0.033	0.968	+
64	1965	1687.1	1566.2	0.074	0.928	+
65	1966		2260.6			
66	1967		1508.1			
67	1968		1731.7			
68	1969	1543.5	1581.0	-0.024	1.024	+
69	1970	1476.7	1474.7	0.001	0.999	+
70	1971	1754.7	1728.6	0.015	0.985	+
71	1972	1829.9	1645.9	0.106	0.899	+
72	1973	1382.7	1418.9	-0.026	1.026	+
73	1974	1768.1	1447.5	0.200	0.819	+
74	1975	1585.1	1564.3	0.013	0.987	+
75	1976	1519.4	1822.1	-0.182	1.199	+
76	1977	1742.7	1525.0	0.133	0.875	+
77	1978	1306.3	1441.2	-0.098	1.103	+
78	1979	2068.1	1915.6	0.077	0.926	+
79	1980	1868.1	1915.8	-0.025	1.026	+
80	1981	1618.4	1491.2	0.082	0.921	+
81	1982		1046.9			
82	1983	1304.9	972.4	0.294	0.745	+
83	1984	1384.2	1621.4	-0.158	1.171	+
84	1985	1616.5	1616.6	-0.000	1.000	+
85	1986		1218.7			
86	1987	1522.7	1554.7	-0.021	1.021	+
87	1988	1391.4	1582.4	-0.129	1.137	+
88	1989	1784.3	1606.5	0.105	0.900	+
	Date	Valeurs observ.	Valeurs calcul.	Ecarts	Coeff. correct.	-4.5 -3.0 -1.5 0.0 1.5 3.0 4.5

@ Anomalie

Figure 3.3.4

LABORATOIRE D'HYDROLOGIE - MONTPELLIER
MVR - Méthode du Vecteur Régional

VECTEUR ANNUEL - CRITIQUE DES STATIONS

Edition du 26/03/1991 à 21H15
avec détection des anomalies et des déviations

Vecteur de référence n° 6 de la région 00006 COTE D'IVOIRE EQUATORIAL DE TRANSITION
élaboré le 26/03/1991

Station: 1090000400 ABENGOUROU - IRCC
Mode principal: 1407.1 Amplitude: 0.176
Test de proportionalité: 0.0979 Indice de qualité: 8.7/10 Test d'appréciation: 8.5/10
Sur la période observée 1920/1980 (56) valeurs moyenne observée: 1349.5 moyenne calculée: 1426.5
Sur la période du vecteur 1922/1989 (68) valeurs moyenne estimée: 1391.1
Sur la période en étude 1922/1989 (56) valeurs moyenne estimée: 1391.1

	Date	Valeurs observ.	Valeurs calcul.	Ecarts	Coeff. correct.
21	1922	1252.4	1232.7	0.016	0.984
22	1923	1336.0	1456.3	-0.086	1.090
23	1924	1203.1	1512.7	-0.229	1.257
24	1925	1388.9	1392.4	-0.003	1.003
25	1926	1382.5	1319.8	0.046	0.955
26	1927	1482.0	1384.6	0.068	0.934
27	1928	1356.3	1676.9	-0.212	1.236
28	1929	1619.6	1627.8	-0.005	1.005
29	1930	1133.9	1153.2	-0.017	1.017
30	1931	1810.9	1828.4	-0.010	1.010
31	1932	1107.0	1100.4	0.006	0.994
32	1933	1594.5	1615.5	-0.013	1.013
33	1934	1495.6	1313.5	0.130	0.878
34	1935	1188.0	1452.7	-0.201	1.223
35	1936	1582.1	1586.8	-0.003	1.003
36	1937	1730.4	1252.4	0.323	0.724
37	1938	1900.7	1732.2	0.093	0.911
38	1939	1123.2	1505.2	-0.293	1.340
39	1940		1308.4		
40	1941	1363.7	1333.1	0.023	0.978
41	1942	1158.9	1191.1	-0.027	1.028
42	1943	1524.3	1339.0	0.130	0.878
43	1944	1175.8	1181.5	-0.005	1.005
44	1945	1086.7	1370.5	-0.232	1.261
45	1946	852.2	1186.8	-0.331	1.393
46	1947		1377.3		
47	1948	1187.8	1197.4	-0.008	1.008
48	1949	1502.1	1636.9	-0.086	1.090
49	1950	1102.1	1348.6	-0.202	1.224
50	1951	1447.3	1465.0	-0.012	1.012
51	1952	1549.6	1446.4	0.069	0.933
52	1953	945.6	1334.8	-0.345	1.412
53	1954	1240.4	1647.6	-0.284	1.328
54	1955	1545.3	1829.8	-0.169	1.184
55	1956	1113.7	1407.5	-0.234	1.264
56	1957	1375.8	1367.5	0.006	0.994
57	1958	1159.4	1131.4	0.024	0.976
58	1959	1533.7	1552.5	-0.012	1.012
59	1960	1546.6	1551.9	-0.003	1.003
60	1961	1378.5	1391.0	-0.009	1.009
61	1962	1396.7	1594.3	-0.132	1.141
62	1963	1994.0	1995.6	-0.001	1.001
63	1964	1375.6	1421.0	-0.032	1.033
64	1965	1206.6	1301.3	-0.076	1.079
65	1966	1307.9	1685.7	-0.254	1.289
66	1967	1151.1	1217.0	-0.056	1.057
67	1968	1976.7	1988.3	-0.006	1.006
68	1969	1274.6	1339.2	-0.049	1.051
69	1970	1144.8	1281.7	-0.113	1.120
70	1971	908.6	1289.7	-0.350	1.419
71	1972	1441.0	1350.8	0.065	0.937
72	1973	1480.4	1330.4	0.107	0.899
73	1974	1168.7	1406.7	-0.185	1.204
74	1975	1322.0	1271.1	0.039	0.961
75	1976	1324.2	1270.3	0.042	0.959
76	1977		1203.6		
77	1978	898.8	1275.9	-0.350	1.420
78	1979	1556.7	1465.7	0.060	0.942
79	1980	1167.4	1343.0	-0.140	1.150

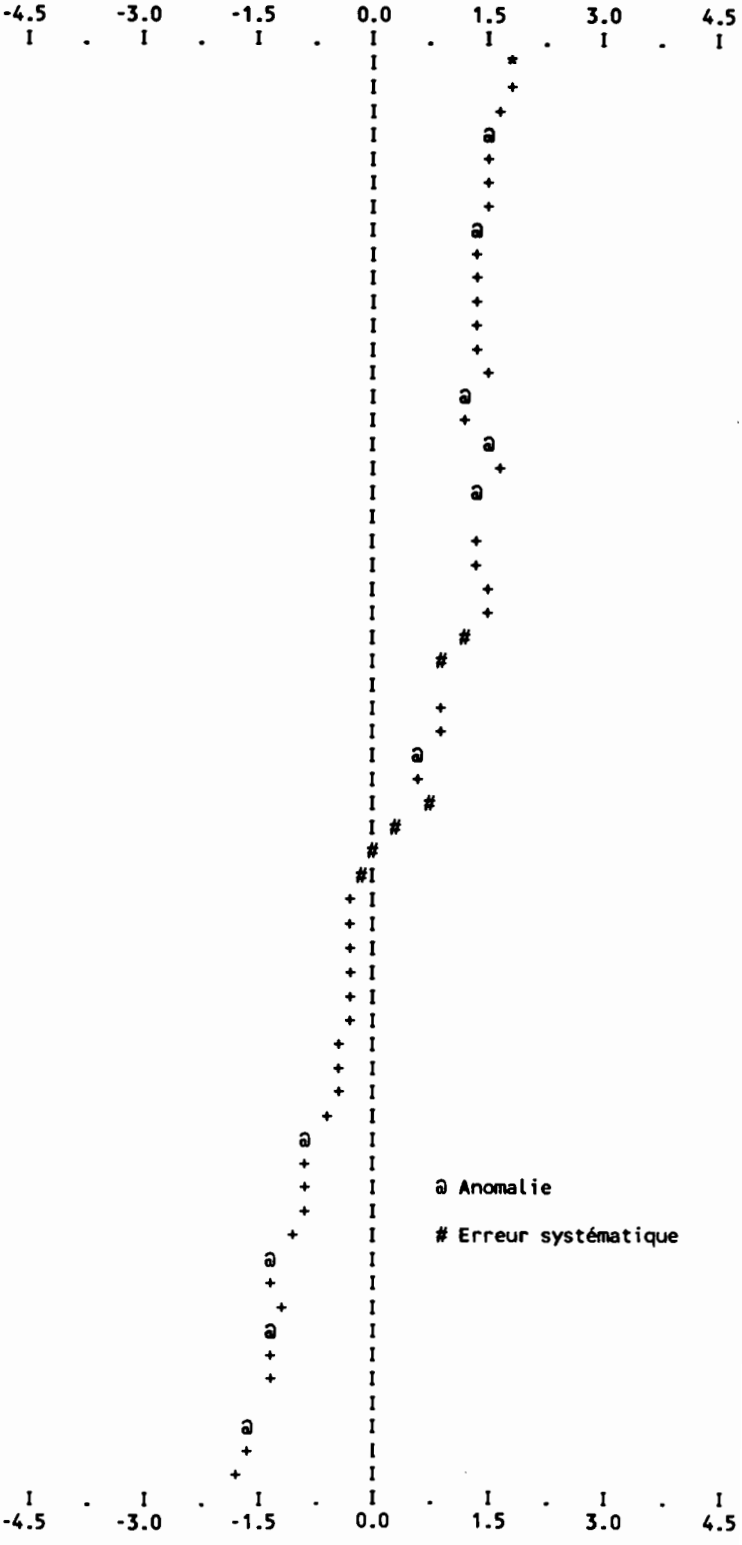


Tableau 3.3.1 - CRITIQUE DES HAUTEURS PLUVIOMETRIQUES ANNUELLES (Pourcentage de données erronées)									
Type / Région	Synoptique		Agrométéo. Climato.		Postes pluvio.		TOTAL		Decn. 80
	A	S	A	S	A	S	A	S	A + S
Région 1	8	7			20	9	14	8	23
Région 2	10	11	9	0	11	17	11	13	25
Région 3	9	6			9	13	9	12	30
Région 4	9	0	8	37	7	5	8	12	9
Région 5	7	3	11	0	4	8	5	7	18
Région 6	1	0	10	10	9	16	8	10	12
PAYS	7	5	9	12	10	11	9	10	20
Total	12		21		21		19		20

A : Anomalies S : Erreurs systématiques

Région 1 :climat côtier Ouest

Région 2 : climat côtier Est

Région 3 : climat tropical de transition

Région 4 : climat de montagne

Région 5 : climat équatorial de transition atténué

Région 6 : climat équatorial de transition

L'analyse par type de stations montre que les données du réseau synoptique sont significativement de meilleure qualité que celles fournies par les autres postes. Le pourcentage d'erreurs n'est pas sensiblement supérieur à 10 %, le pourcentage d'anomalies étant légèrement supérieur à celui des erreurs systématiques. Il apparaît, par contre, que les stations agrométéorologiques ou climatologiques ne produisent pas d'observations de meilleure qualité que celles fournies par les postes pluviométriques. Il faut néanmoins préciser que les 22 stations agrométéorologiques installées depuis 1984 n'ont pu être testées convenablement, les chroniques disponibles étant trop courtes.

Les différents vecteurs régionaux ayant servi à la critique sont regroupés dans l'annexe H 3. La représentation graphique utilisée est du type "simple cumul".

Si, dans le détail, les vecteurs de référence montrent certaines spécificités, les grandes tendances climatiques restent respectées, avec, il est vrai, des décalages dans le temps et des variations dans l'ampleur des fluctuations.

Très grossièrement, les années 20 et 30 présentent un caractère excédentaire alors que les années 40 marquent une tendance déficitaire, surtout sensible en fin de décennie. Une reprise se manifeste dès les années 50, pour se prolonger ensuite jusque dans les années 60. A partir du début des années 70, une nette tendance déficitaire apparaît.

3.3.6 Disponibilité des données

Les données saisies et archivées en banque ne concernent qu'une période récente, couvrant la dernière décennie. Les observations plus anciennes, qui ont été fournies par l'ORSTOM sous la forme de fichiers de données journalières, devront être intégrées à cette banque. Toutes ces informations, comme d'ailleurs les autres données climatologiques, seront dans le cadre du projet OMM/Belgique, connues sous le nom de DARE (DAta - REscue), collectées, microfilmées ou microfichées et archivées sur support informatique à Bruxelles en Belgique.

Actuellement, toutes les données fournies par l'ANAM, aux différents utilisateurs, le sont à titre onéreux, uniquement sur support "papier". Un relevé journalier de pluie coûte 25 FCFA et une année complète de données journalières 4180 FCFA (annexe F). Seuls les Ministères bénéficient de la gratuité. Il est également possible d'obtenir des copies de diagrammes pluviographiques journaliers, ainsi que des données décadaires plus élaborées : nombre de jours de pluie, moyennes pluriannuelles, écart à la moyenne. Les normales pluviométriques mensuelles, calculées sur la période 1951-1980, sont également disponibles.

Les Bulletins agrométéorologiques décadaires, publiés dans des délais relativement courts, regroupent, pour les 14 stations synoptiques, les totaux pluviométriques décadaires arrondis au millimètre, le nombre de jours de pluie, le nombre de jours de pluie dont la hauteur est supérieure à 5 mm, ainsi que les différentes comparaisons à la moyenne des hauteurs pluviométriques décadaires. Les résultats font l'objet d'une analyse spatio-temporelle sommaire.

Les Bulletins climatologiques mensuels, disponibles dans le trimestre suivant le mois des observations, comportent les hauteurs pluviométriques mensuelles, ainsi que le cumul des précipitations depuis le 1er janvier de l'année en cours, de toutes les stations et postes pluviométriques (le Bulletin de septembre 1990 réunissait les données de 177 stations, tous types confondus). Une carte d'isohyètes complète l'information pluviométrique. Toutes ces données sont synthétisées dans un Bulletin agrométéorologique annuel (paragraphe 3.2.5).

CHAPITRE 4

EAUX SUPERFICIELLES

4.1 Organisation et Gestion

4.1.1 Le Service Hydrologique

Les activités hydrologiques sont menées au sein de la Sous-Direction de l'Hydrologie (SDH) de la Direction de l'Eau qui dépend du Ministère de l'Equipement, des Transports et du Tourisme , METT (cf. figure 4.1.1 : Organigrammes).

Les attributions de la SDH ont été récemment confirmées et précisées par décret n° 91-67 du 20 février 1991 organisant le METT. Elle est chargée de l'inventaire des ressources en eau, de la conservation, de la réglementation et de la police des eaux.

Elle se compose de trois départements opérationnels :

- département Exploitation Réseau ;
- département Etudes et Publications ;
- département Informatique.

Elle est représentée, au sein des Directions Régionales, par des antennes hydrologiques à Abidjan, Bouaké, Korhogo et Man pour couvrir respectivement les zones Sud, Est, Nord et Ouest. Chaque antenne régionale encadre, elle-même, un certain nombre de brigades hydrologiques (équipes opérationnelles de terrain) demeurant au sein des Directions Départementales du METT.

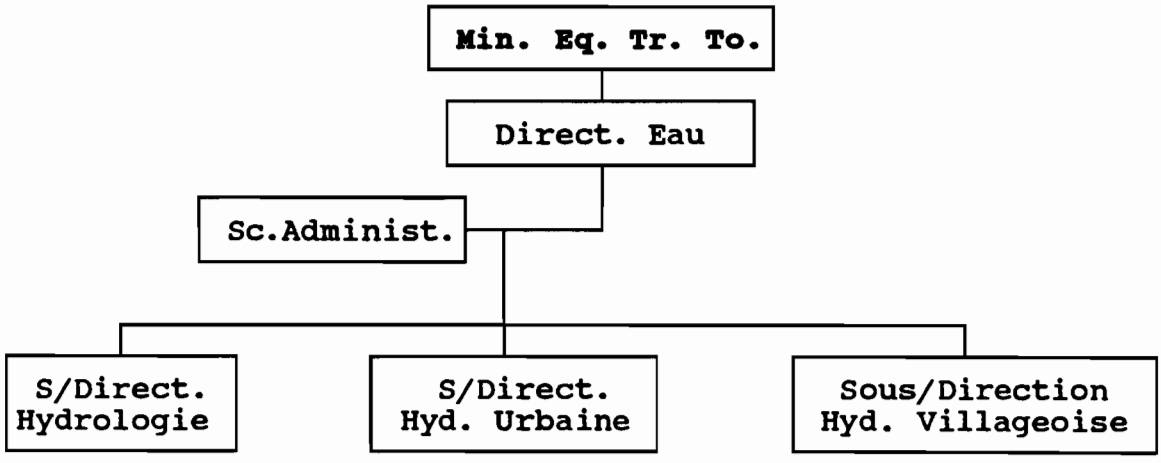
4.1.2 Autres organisations

Les activités hydrologiques menées par d'autres organismes sont relatives à leur propre usage. Il s'agit pour l'essentiel du suivi des retenues de l'Energie Electrique de Côte d'Ivoire (EECI) et des sites de prise en rivière de la Société de Distribution d'Eau de Côte d'Ivoire (SODECI).

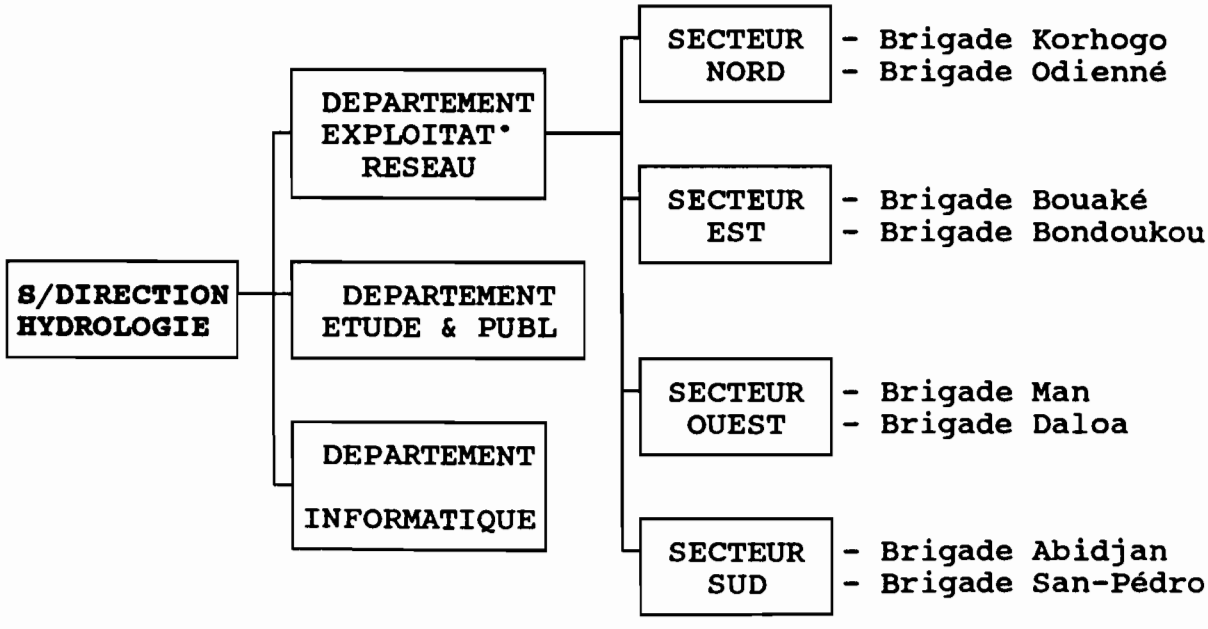
Figure 4.1.1

ORGANIGRAMMES

Ministère de l'Equipement, des Transports et du Tourisme



Sous-Direction de l'Hydrologie



L'EECI a établi un programme d'installation de stations hydrométéorologiques et hydrométriques sur les différents sites inventoriés par Electricité de France dans une étude réalisée en 1978-1979. La première phase prévoyait l'implantation de trois stations automatiques, avec transmission satellitaire par l'intermédiaire du réseau ARGOS. Des difficultés financières et la faillite de la société chargée de l'élaboration du logiciel de gestion et d'interrogation n'ont permis, à ce jour, que l'installation d'une seule station. Les retenues actuellement en fonctionnement sont toutes équipées de stations limnimétriques dont les relevés sont transmis à la Direction de l'Eau pour archivage. Par contre, les volumes stockés, lâchés ou déversés ne sont pas communiqués. Les observations sont faites par le personnel d'exploitation. Or, cette exploitation venant d'être concédée à la Compagnie Ivoirienne d'Electricité (CIE), on ne sait pas si les mesures seront faites, à l'avenir, par les agents de la CIE qui les transmettraient au Service d'Etude et de Valorisation Energétique (SEVE), ou si l'EECI mettra en place ses propres agents.

La Société de Distribution d'Eau de la Côte d'Ivoire (SODECI) mesure les niveaux d'eau dans ses retenues et au droit des prises d'eau, ainsi que les volumes pompés. Des cotes d'alertes ont été établies, mais il manque une gestion prévisionnelle de la ressource.

Certaines exploitations agricoles de Sociétés d'Etat, d'Economie Mixte et d'Etablissements Publics, ou même certaines exploitations paysannes dotées de structures d'encadrement, effectuent des observations pour le suivi des consommations d'eau et les conditions d'exploitation de la ressource (petits barrages le plus souvent).

Dans une moindre mesure, les sociétés de développement agricole qui utilisent les eaux de surface telles la SODEPRA (Société de développement de la Production Animale), la SODESUCRE, la SODEFEL (Société de Développement des Fruits et Légumes), la CIDV (Compagnie Ivoirienne de Développement du Vivrier), l'OSP (Office des Semences et Plants) disposent, également, d'équipements de suivi de la ressource.

Pour compléter leurs chroniques et surtout pour les confirmer, ces structures acquièrent, auprès de la SDH, les données que cette dernière collecte et élabore. En échange, il est prévu qu'elles fournissent à la SDH leurs propres observations.

Il n'existe malheureusement pas de relation formelle entre la Sous-Direction de l'Hydrologie et les autres organismes menant des activités hydrologiques.

Il faut signaler le cas particulier du programme Onchocercose de l'OMS qui suit plus particulièrement 20 stations du réseau national, où ont été installées des plates-formes de collecte automatique avec télétransmission (système Argos). Deux stations du même type ont été également implantées dans le cadre du projet HydroNiger.

4.1.3 Personnel et formation

L'effectif de la Sous-Direction de l'Hydrologie est de 80 personnes, au 31 décembre 1990, réparti comme suit :

. Ingénieurs hydrologues :	12
. Techniciens hydrologues :	6
. Agents de maîtrise :	15
. Personnel d'appui (chauffeurs, secrétaires, etc.) :	34
. Aides hydrologues :	13

Le détail des différentes catégories de personnels est donné dans le tableau 4.1.1.

Il n'existe pas en Côte d'Ivoire de formation spécifique en hydrologie. Cependant, dans le cursus traditionnel de certaines écoles techniques (ENSTP - Ecole Nationale Supérieure des Travaux Publics, IAB - Institut Agricole de Bouaké, ENSA - Ecole Nationale Supérieure d'Agriculture, EFB - Ecole Forestière de Bouaké, ESIE - Ecole Supérieure Interafricaine d'Electricité), sont dispensés des modules d'hydrologie, en moyenne 15 h dans l'année, pour sensibiliser les élèves à cette discipline.

De ce fait, tous les ingénieurs de la SDH ont reçu une formation post-grade en Europe. Pour les techniciens supérieurs et les agents de maîtrise, à défaut de formation adéquate dans le pays, la SDH organise, sur place, des sessions de formation de groupes, pour enseigner les procédures en vigueur.

4.1.4 Budget

La SDH n'a pas de budget propre, ses moyens sont ceux de la Direction de l'Eau.

On peut cependant estimer, au niveau prévisionnel uniquement, son fonctionnement de la manière suivante :

. Salaires personnel fonctionnaire :	50 000 000 FCFA
. Salaires personnel journalier :	30 000 000 FCFA
. Indemnités lecteurs d'échelles :	10 000 000 FCFA
. Carburants :	12 000 000 FCFA
. Frais de missions :	18 000 000 FCFA
. Maintenance informatique :	9 000 000 FCFA
. Maintenance matériel roulant :	5 000 000 FCFA
. Consommables :	5 000 000 FCFA
Soit au total :	119 000 000 FCFA

A part les salaires, le budget réel n'a représenté, ces deux dernières années, que 25 % de ce montant, ce qui laisse présager des difficultés récurrentes.

En matière d'investissement, bien qu'il soit tout à fait aisé d'importer du matériel technique neuf, aucune ligne budgétaire n'a été consentie depuis 1980.

Tableau 4.1.1 - DETAILS DES CATEGORIES PROFESSIONNELLES DE LA SDH

FONCTIONNAIRES		
Corps	Catégorie	Nombre
Ingénieurs	A2	12
Techniciens supérieurs	B1	4
Techniciens	B3	1
Agents de maîtrise	C2	15
Dactylographe	D1	1
Chauffeurs	D2	4
Sous-total		37
JOURNALIERS		
Chauffeurs		12
Technicien supérieur		1
Dactylographes		4
Aides hydrologues		13
Pilote de vedette		1
Agents de bureau		2
Dessinatrice		1
Opératrice de saisie		1
Gardiens		8
Sous-total		43
Total		80

En 1990, le PNUD a financé un projet de réhabilitation et de renforcement des activités hydrologiques d'un montant de 699 905 US$, sur une durée de deux ans.

Cet apport est ainsi réparti:

- Personnel expatrié : 253 620 US$
- Formation : 148 940 US$
- Equipement : 242 345 US$
- Fonctionnement : 55 000 US $

Total : 699 905 US$

4.2 Données hydrologiques

4.2.1 Réseau hydrométrique

Le réseau national ivoirien comprend 158 stations limnimétriques en fonctionnement, dont 50 sont dotées de limnigraphes à flotteur de marque OTT type X, avec enregistrement sur diagrammes. La plupart de ces appareils sont installés sur des bassins dont la superficie est inférieure à 1000 km2 (carte 4.2.1).

En prenant en compte les stations actuellement hors service, mais en faisant abstraction du fait que certaines stations ont simplement, pour diverses raisons, été déplacées, l'information limnimétrique conceme 280 postes.

Le nombre total d'années d'observation est ainsi voisin de 3000, dont seulement 20 % correspondent à des enregistrements limnigraphiques.

L'évolution du parc de stations a été relativement rapide puisque l'on constate presque un doublement du nombre de postes en fonctionnement tous les dix ans environ :

- 35 stations en fonctionnement en 1960
- 70 stations en fonctionnement en 1970
- 135 stations en fonctionnement en 1980

Cependant, compte tenu de la fermeture de certaines stations, l'importance du parc a évolué moins rapidement au cours des années 80, malgré la mise en service d'une cinquantaine de nouvelles installations en 1983, dont seulement 27 sont toujours en fonctionnement. De la même manière, le nombre de limnigraphes, qui a connu une forte croissance durant les années 70, a, depuis, peu varié :

- 40 enregistreurs en 1978 ;
- 51 en 1983 ;
- 50 en 1990.

L'inventaire donné en annexe I ne prend pas en compte les stations limnigraphiques des 38 bassins ou sous-bassins suivies, pendant quelques années, dans le cadre d'études de bassins représentatifs et expérimentaux (paragraphe 6.1).

Pour cette raison les bassins versants concernés ont des superficies très généralement supérieures à plusieurs centaines km2 (tableau 4.2.1 et figure 4.2.2) : seuls 11 bassins ont moins de 150 km2. Par contre, près de 80 % d'entre eux dépassent 500 km2 et plus de 30 % se situent au-dessus de 5000 km2, la moitié restant comprise entre ces deux limites.

Fig 4.2.1 : Réseau des stations hydrométriques

Tableau 4.2.1 - NOMBRE DE STATIONS PAR CLASSE DE SUPERFICIE	
Nombre de stations	Limite sup. de superficie (km2)
3	50
8	150
18	500
31	1 500
39	5 000
21	15 000
21	50 000
10	120 000

Vingt-deux de ces stations ont été dotées, par les programmes OMS et HydroNiger, cités en 4.1.2., d'équipements de collecte automatique avec transmission par satellite (tableau 4.2.2).

Tableau 4.2.2 - INVENTAIRE DES STATIONS LIMNIMETRIQUES EQUIPEES DE BALISES ARGOS

N°	Station	Rivière	Grand bassin	Balise
10149	Akakomoekro	Comoé	Comoé	PH11
10138	Aniassue	Comoé	Comoé	PH11
10169	Badala	Feredou-Gouba	Sassandra	PH11
10146	Badikaha	Bandama	Bandama	PH11
10135	Bafecao	Bandama	Bandama	PH11
10162	Bafindala Biankouma	Bafing	Sassandra	PH11
10147	Bouafle	Maraoue	Bandama	PH11
10161	Dabala (Borotou)	Sassandra	Sassandra	PH11
10141	Dimboko	N'zi	N'zi	PH11
10145	Kongasso	Maraoue	Bandama	PH11
9512	Kouto	Bagoe	Niger	H.NIG
10140	Marabadiassa	Bandama	Bandama	PH11
10133	M'bahiakro	N'zi	N'zi	PH11
10158	Ngolodougou	Bagbe	Sassandra	PH11
10165	Niamotou	Boa	Sassandra	PH11
10136	N'zi Noua	N'zi	N'zi	PH11
9513	Samatiguila	Baoule	Niger	H.NIG
10130	Semien	Sassandra	Sassandra	PH11
10143	Taabo	Bandama canal	Bandama	PH11
10148	Tagadi	Volta Noire	Volta Noire	PH11
10132	Vialadougou	Boa	Sassandra	PH11
10131	Zuenoula	Maraoue	Bandama	PH11

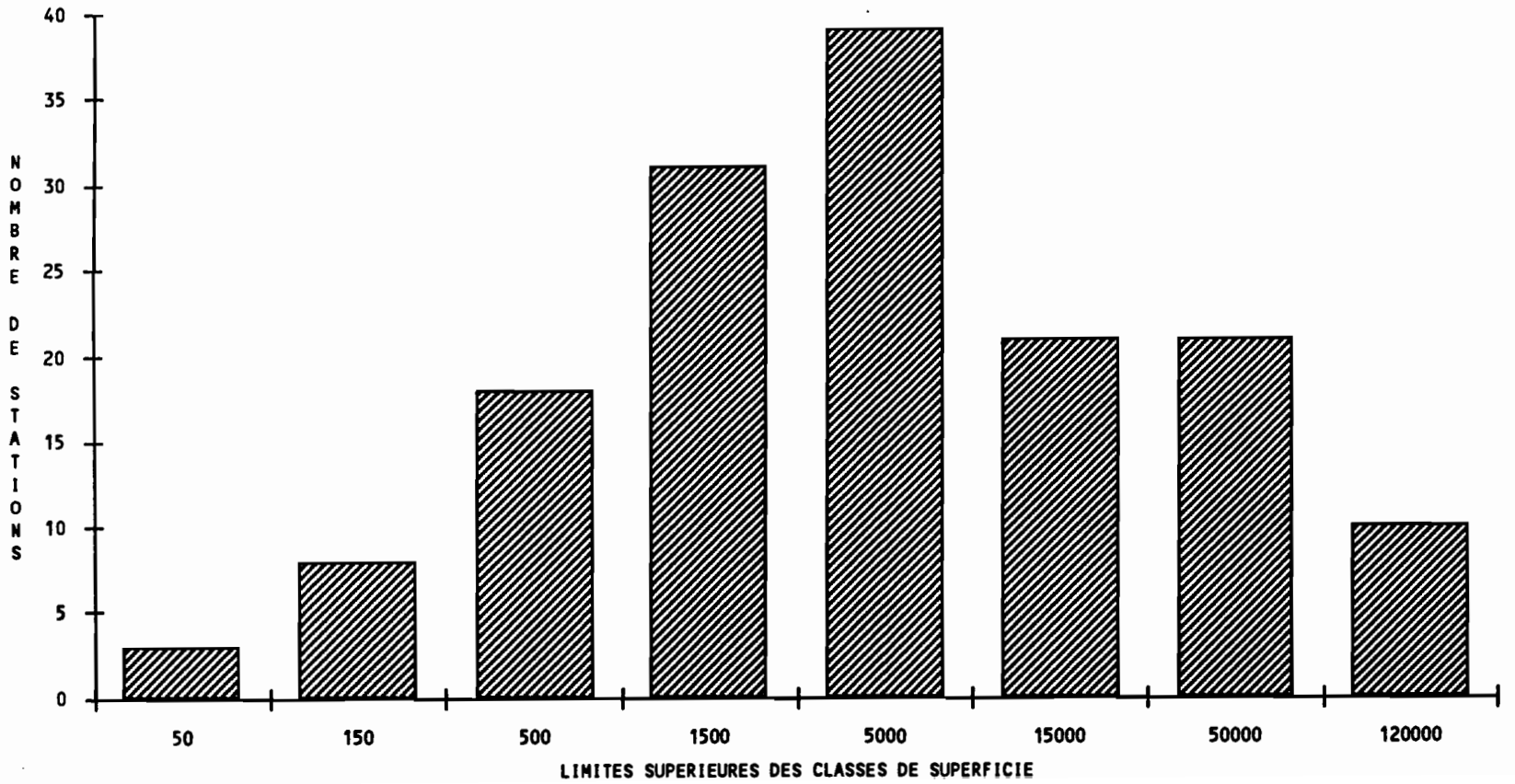
Les observateurs des stations portent, sur des carnets à triple feuillets, les hauteurs d'eau relevées deux fois par jour, à 8 h et 18 h. L'indemnité perçue pour ce travail devrait être de 5666 FCFA par mois pour des distances inférieures à 12 km/jour et 6666 FCFA dans l'autre cas.

Toutes les stations sont équipées exclusivement pour la mesure de hauteur d'eau.

Par rapport aux normes de l'OMM, le nombre de stations du réseau devrait être doublé (paragraphe 6.4.2).

Figure 4.2.2

REPARTITION DES STATIONS HYDROMETRIQUES



4.2.2 Méthode de mesure du débit

La Sous-Direction d'Hydrologie pratique la mesure des débits par la méthode de la mesure des vitesses "point par point".

> *Description* : Dans une section droite du cours d'eau, sont matérialisées des verticales dont l'espacement varie selon la largeur du cours d'eau. Sur chacune d'entre elles la vitesse du courant est mesurée, à l'aide d'un moulinet à hélice, à différentes profondeurs (5 en moyenne). Le profil vertical des vitesses peut ainsi être établi. Le débit du cours d'eau est obtenu en intégrant les différents profils, sur l'ensemble de la largeur.

Les brigades équipées de micro-ordinateurs, soit quatre sur huit, dépouillent leurs jaugeages de manière automatique.

Tous les jaugeages, y compris ceux traités manuellement, sont vérifiés au niveau des secteurs par un nouveau dépouillement informatisé.

Ces mesures de terrain permettent d'établir les courbes d'étalonnage des stations, en portant les couples expérimentaux "hauteur-débit" sur un repère d'axes arithmétiques rectangulaires. La courbe d'étalonnage est tracée, ensuite, à mainlevée.

Pour les traitements ultérieurs (transformation hauteur/débit), cette courbe est découpée en segments de droite.

4.2.3 Equipement

Dans l'ensemble, l'équipement hydrométrique est homogène et conforme aux normes internationales :

. Une station hydrométrique se compose :

- de mires limnimétriques de 1 mètre, émaillées, graduées en centimètres, fixées sur des UPN ou IPN 80 ;
- éventuellement, d'un limnigraphe OTT type X.

. Chaque brigade de jaugeages dispose de moyens de mesures et de mobilisation :

- 1 véhicule type pick-up ;
- 1 embarcation pneumatique Zodiac type MKII, équipée d'un moteur hors-bord ;
- 1 niveau avec un jeu de mires ;
- 1 caisse de moulinet OTT type C31 comprenant un jeu d'hélices de différents pas ;
- 1 caisse de micro-moulinet OTT type C2, avec également un jeu d'hélices ;

- 1 caisse à outils ;
- 1 lest-saumon de 25 kg ;
- 1 treuil électro-porteur d'une capacité de 25 kg ;
- 1 masse et 2 barres à mines ;
- 1 rouleau de câble de 400 m.

L'équipement est bien entretenu et de bonne qualité, cependant, les stocks de pièces détachées et de matériel complet de rechange sont inexistants et seraient donc à pourvoir.

4.2.4 Entretien et soutien sur le terrain

Pour assurer la maintenance des stations, il est procédé à des visites sur le terrain, toujours programmées en début d'année. Elles sont de deux sortes :

. Tournées d'inspection : effectuées par les chefs d'antenne pour vérifier l'état du réseau, exécuter les petites réparations, encadrer les observateurs et les brigades hydrologiques :

Fréquence programmée : 4/an.

. Tournées de jaugeages : effectuées par les brigades hydrologiques pour remettre en état les stations, préparer les sections de mesures, effectuer les jaugeages, contrôler les observateurs :

Fréquence en basses eaux : 2/an ;
Fréquence en hautes eaux : 8/an.

Les brigades hydrométriques perçoivent leurs indemnités de tournées de l'Administration. Malheureusement, ces tournées ont été extrêmement réduites ces deux dernières années et aucun des programmes établis n'a été respecté, du fait de la réduction drastique des moyens de l'Etat.

4.2.5 Traitement des données

Jusqu'en 1989, les relevés effectués par les observateurs étaient collectés lors des visites de terrain. Devant l'espacement des missions, qui allonge les délais de mise à disposition des données, il a été mis en oeuvre un système de concentration des observations par voie postale. Cette pratique a donné des résultats encourageants et va être poursuivie.

Les données sont adressées aux antennes régionales qui très prochainement pourront procéder à leur saisie sur micro-ordinateur à l'aide du logiciel HYDROM mis gracieusement à leur disposition par l'ORSTOM.

Une fois saisies, les données sont contrôlées par visualisation des tracés limnimétriques, puis par comparaison inter-stations (amont-aval, par exemple). Des corrections peuvent alors être effectuées, avant validation.

Le même processus est utilisé pour les enregistrements limnigraphiques qui sont, au préalable, numérisés manuellement sur des bordereaux de saisie spéciaux.

Jusqu'en 1988, toutes ces opérations de saisie et de traitement étaient réalisées à l'aide d'un mini-ordinateur "Wang" dont le système d'exploitation n'est pas compatible IBM. Ce matériel a été remplacé en 1990, après être tombé en panne, par un ordinateur IBM AS/400 B10. A cet appareil sont connectés deux micro-ordinateurs également de marque IBM, type PS/2 modèle 55SX, qui travaillent en émulation et deux imprimantes dont une laser.

Les secteurs hydrologiques sont équipés de micro-ordinateurs portatifs de marque Compaq, type SLT/286.

Les méthodes de comblement des lacunes et de correction des observations sont élémentaires. Quand la période concernée n'est pas trop longue, une interpolation linéaire est effectuée, sinon un essai d'ajustement à une courbe exponentielle, en crue comme en décrue, est tenté.

Les fichiers de base sont constitués du fichier des hauteurs d'eau et de celui des étalonnages. Ces derniers sont révisés, avant chaque nouveau traitement, à partir des jaugeages effectués depuis la dernière actualisation. Pour chaque station, les jaugeages sont reportés sur les courbes d'étalonnages (ce qui permet de confirmer ou modifier les tarages) en portant une attention particulière aux périodes de validité.

Hauteurs d'eau et étalonnages permettent, ensuite, le calcul des débits instantanés et des débits moyens journaliers, puis des débits moyens mensuels et annuels. Des contrôles et vérifications complémentaires interviennent alors :

- visualisation graphique des hydrogrammes permettant de détecter certaines singularités ou anomalies ;

- comparaison : jaugeages-débits calculés ;

- comparaisons inter-stations portant sur la forme des tracés et sur la cohérence amont-aval, afin de vérifier la continuité des écoulements et la conservation des volumes ;

- méthode du double cumul, appliquée aux débits moyens annuels et plus rarement aux débits moyens mensuels, pour vérifier l'homogénéité des séries chronologiques.

  Ce dernier contrôle n'est toutefois pas appliqué, de manière routinière, à l'ensemble des stations.

La Sous-Direction d'Hydrologie centralise, pour alimenter la base de données nationale, toutes les données brutes et élaborées en provenance des différentes antennes hydrologiques. Elle peut ainsi se consacrer à la valorisation des données par l'initiation et la conduite de certaines études statistiques spécifiques (étude des valeurs extrêmes, par exemple).

Cette procédure a été mise en place, en 1990, dans le cadre du projet PNUD IVC/87/009. Elle présente l'avantage de décentraliser le traitement des données et de permettre aux antennes hydrologiques de jouer pleinement le rôle de centres régionaux d'information et de documentation hydrologiques, proches des utilisateurs locaux.

Les antennes hydrologiques, pour assumer ces différentes tâches, sont équipées de micro-ordinateurs portatifs COMPAQ SLT/286, en bon état de fonctionnement. Les transferts d'informations se font à l'aide de disquettes.

Il est à signaler que les documents originaux, archivés dans les antennes hydrologiques, sont dupliqués et stockés, également, dans les locaux de la Sous-Direction. Ce stockage se fait, toutefois, dans de très mauvaises conditions (aménagement des salles et mobilier inadaptés).

4.2.6 Qualité des données

De l'origine des observations limnimétriques à 1987/88, on peut estimer que les données collectées sont consistantes et que les défaillances sont mineures. Suivant les stations, le pourcentage de lacunes, tant dans les relevés effectués par des observateurs que dans les enregistrements limnigraphiques, varie entre 3 et 14 %.

Ces relevés sont malgré tout de qualité inégale :

- 1 % sont mauvais et pratiquement inutilisables ;
- 8 % douteux ;
- 1 % moyens, nécessitant quelques corrections ;
- 90 % satisfaisants.

Par contre, entre 1988 et 1990, on relève de nombreuses lacunes et des observations douteuses dans les relevés de hauteur d'eau. Ces défaillances sont dues, essentiellement, au non-paiement des indemnités dues aux observateurs, et à une réduction drastique des visites d'inspections et des tournées de jaugeages. La gravité de cette situation est parfaitement illustrée par le tableau 4.2.3 et l'histogramme de la figure 4.2.3 qui permettent de suivre l'évolution, depuis 1977, du nombre de jaugeages effectués annuellement. Si la décroissance du nombre de mesures s'est amorcée dès l'année 84, après -il est vrai- que des valeurs très importantes aient été atteintes (plus de 1800 jaugeages par an), elle ne devient effectivement préoccupante qu'à partir de 1988. La légère reprise observée en 1990 n'a été rendue possible que grâce à une participation financière extérieure,

obtenue dans le cadre du projet PNUD déjà mentionné (paragraphe 4.2.5). Les données des trois dernières années doivent donc être prises avec circonspection.

La dernière révision des étalonnages a eu lieu en 1990, avec l'assistance d'un expert de l'OMM, dans le cadre du projet cité ci-avant. Les stations peuvent ainsi être classées suivant la qualité de leur tarage :

- mauvaise : 0 %
- moyenne : 5 %
- satisfaisante : 95 %

Tableau 4.2.3 - EVOLUTION DU NOMBRE ANNUEL DE JAUGEAGES

Années	Nombre de jaugeages
1977	667
1978	185
1979	613
1980	1333
1981	1508
1982	1561
1983	1814
1984	1462
1985	884
1986	746
1987	590
1988	186
1989	85
1990	169

4.2.7 Disponibilité des données

L'inventaire actualisé fait état de la disponibilité, dans la banque nationale gérée sous HYDROM, des données suivantes :

- de l'origine à 1982 : hauteurs, débits, tarages ;

- pour la période commençant en 1983, les données sont en cours de validation à la suite de leur transfert depuis l'ancien système informatique (mini-ordinateur "Wang"), jusqu'alors utilisé. L'achèvement de cette phase était prévu pour fin 1991.

La diffusion des données est assurée par la publication de l'annuaire hydrologique dont la dernière édition date de 1983. Néanmoins, la Sous-Direction tient à la disposition des utilisateurs toutes les données figurant dans sa banque :

Figure 4.2.3

EVOLUTION DE NOMBRE DE JAUGEAGES DEPUIS 1977

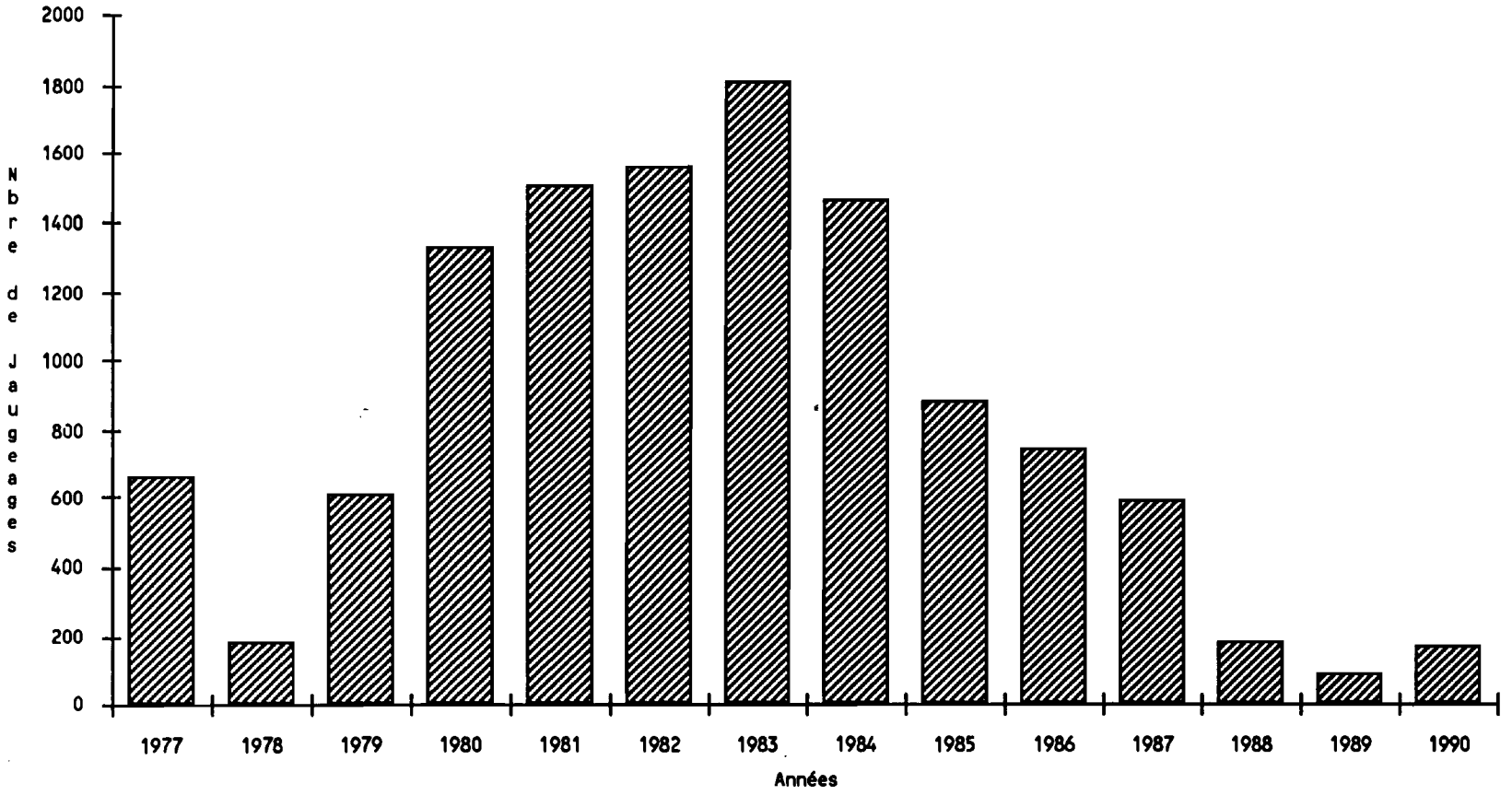


Figure 4.2.3

. Hauteurs d'eau :

- instantanées
- maximales
- minimales

. Jaugeages

. Etalonnages

. Débits :

- journaliers
- mensuels
- annuels
- de crues
- d'étiages

. Volumes écoulés

. Lames écoulées

. Déficits d'écoulement

. Coefficients d'écoulement

. Débits spécifiques

L'information peut être délivrée indifféremment sur support informatique ou sur support papier.

Une grande partie des études hydrologiques de Côte d'Ivoire a été réalisée par l'ORSTOM. Ces travaux sont actuellement rassemblés au Centre de documentation de l'Antenne hydrologique que cet Institut a ouvert à Abidjan-Cocody. Certains de ces documents sont archivés également à la Direction de l'Eau ou au Ministère de la Recherche Scientifique.

Par ailleurs, la Direction de l'Eau détient, exclusivement, les données hydrologiques en l'état et traitées.

4.3 Transport solide et qualité de l'eau

Aucune mesure systématique n'est réalisée dans ce domaine, malgré une assez forte demande d'informations émanant de certains utilisateurs potentiels.

Les seules mesures effectuées actuellement concernent les prises en rivière pour l'alimentation en eau potable et le contrôle de la qualité de l'eau distribuée.

Les moyens disponibles ne sont cependant pas négligeables, de jeunes laboratoires sont équipés pour une très large gamme de mesures et d'analyses :

- le Laboratoire Central de l'Eau (LCE), du Ministère de la Défense, qui a en charge le contrôle de l'environnement marin et lagunaire ;

- le Laboratoire National d'Essais de Qualité, de Métrologie, de Mesure de Pollution (LANEMA), du Ministère chargé de l'Industrie, qui a en charge le contrôle de l'environnement industriel.

En règle générale, les analyses sont axées sur la microbiologie et, dans une moindre mesure, sur les caractères physico-chimiques de l'eau.

oOo

CHAPITRE 5

EAUX SOUTERRAINES

5.1 Organisation et gestion

Depuis le mois de novembre 1990, la Côte d'Ivoire est en pleine restructuration ministérielle :

- le 7 novembre 1990 : nomination d'un Premier Ministre,
- le 30 novembre 1990 : constitution d'un nouveau gouvernement avec réduction du nombre de ministres à 18.

Lors de la mission du Consultant en Côte d'Ivoire, la répartition des différents services entre les nouveaux ministères n'était pas faite.

Les différents services qui, en Côte d'Ivoire, collectent des données relatives à la géologie et aux ressources en eaux souterraines, que ce soit sur le plan quantitatif aussi bien que qualitatif, sont :

- la SODEMI (Société pour le Développement Minier de la Côte d'Ivoire), dépendant du Ministère des Mines,
- la Direction de l'Eau, dépendant du Ministère de l'Equipement, des Transports et du Tourisme,
- la SODECI (Société de Distribution d'Eau de la Côte d'Ivoire), société privée, placée sous la tutelle de la Direction de l'Eau,
- la DCGTX (Direction et Contrôle des Grands Travaux), dépendant de la Présidence.

Nous donnons, ci-après, les attributions de ces différents services et, dans la mesure où les renseignements ont été communiqués, les organigrammes et les moyens disponibles (personnel, moyens informatiques, matériel d'analyses, etc.).

5.1.1 La SODEMI

En Côte d'Ivoire, le service chargé des études géologiques et de la carte géologique est la SODEMI, Société pour le Développement Minier de la Côte d'Ivoire.

Les travaux de ce service sont indispensables et servent de base à toute étude hydrogéologique.

Ce service est notamment chargé des points suivants :

- collecte et analyse d'échantillons de roche,
- levés géologiques de terrain,
- géologie structurale,
- constitution d'une carothèque,
- élaboration de la carte géologique.

La SODEMI dispose d'une importante documentation et d'une banque de données informatiques concernant toutes les références en géologie et en recherche minière en Côte d'Ivoire depuis 1883. Cette documentation a été suivie sur micro-ordinateur TRS 80 modèle III par la Direction des Recherches Minières de la SODEMI.

5.1.2 La Direction de l'Eau

En Côte d'Ivoire, tout ce qui concerne le domaine de l'eau est essentiellement dépendant de la Direction de l'Eau.

Cette direction dépendait, jusqu'à présent, du Ministère des Travaux Publics, des Transports, de la Construction et de l'Urbanisme.

Avec la réorganisation du pays, ce ministère devient Ministère de l'Equipement, des Transports et du Tourisme.

Les attributions de la Direction de l'Eau sont définies comme suit :

- l'inventaire des ressources en eau ainsi que la planification et le contrôle de leur exploitation,

- la conception, la réalisation et la gestion des équipements de production, d'adduction et de production d'eau, dans le cadre du programme national d'hydraulique urbaine.

Dans l'ancienne organisation, la Direction de l'Eau avait aussi comme attribution, la conception, la réalisation et la gestion des équipements d'assainissement et de drainage.

Ces attributions sont maintenant sous la responsabilité du Ministère de l'Environnement, de la Construction et de l'Urbanisme.

5.1.2.1 Organigramme

Le décret n° 91-67 du 20 février 1991 précise l'organisation de la Direction de l'Eau.

Celle-ci comporte trois sous-directions :

. la Sous-Direction de l'Hydraulique Urbaine : alimentation des villes en eau potable, tarification de l'eau, organisme de contrôle de la SODECI,

. la Sous-Direction de l'Hydraulique Villageoise : alimentation de la population rurale en eau potable, études, forages de puits, contrôle des points d'eau et pompes, formation de responsables villageois,

. la Sous-Direction de l'Hydrologie (déjà décrite au chapitre 4).

A ces trois Sous-Directions, s'ajoute le Service Administratif.

L'organigramme indiqué en figure 5.1.1 est celui en vigueur dans l'ancienne organisation. Le détail des modifications liées à la réorganisation des trois Sous-Directions ne nous a pas été communiqué.

La Direction de l'Eau a le statut d'administration générale et ne dispose pas de ressources propres. Elle n'est pas autorisée à vendre ses produits avec un profit commercial.

5.1.2.2 Personnel et formation

Seules les deux Sous-Directions de l'Hydraulique Villageoise et de l'Hydraulique Urbaine interviennent dans le domaine des eaux souterraines.

a. La Sous-Direction de l'Hydraulique Villageoise

Elle comprend 42 ingénieurs de formation ENSTP (Ecole Nationale Supérieure de Travaux Publics), option hydraulique, et 71 techniciens supérieurs de formation Mines-Géologie/hydraulicien et divers.

Les fonctions occupées par le personnel sont les suivantes :

. Personnel permanent

-	Sous-directeur :	1
-	Chefs de service :	4
-	Ingénieurs :	1
-	Chefs d'antenne :	11
-	Géophysiciens :	3
-	Contrôleurs de travaux :	8
-	Informaticiens :	2
-	Techniciens formateurs :	40
-	Animateurs formateurs :	49

- Technicien supérieur : 1
- Technico-Administratif : 1
- Dactylo : 1
- Chauffeurs : 5

. Personnel temporaire

- Chauffeur : 1

. Personnel journalier

- Aide-géophysicien : 1
- Aide-mécanicien : 1
- Dactylos : 5
- Chauffeurs : 15
- Manoeuvres : 2
- Gardiens : 7

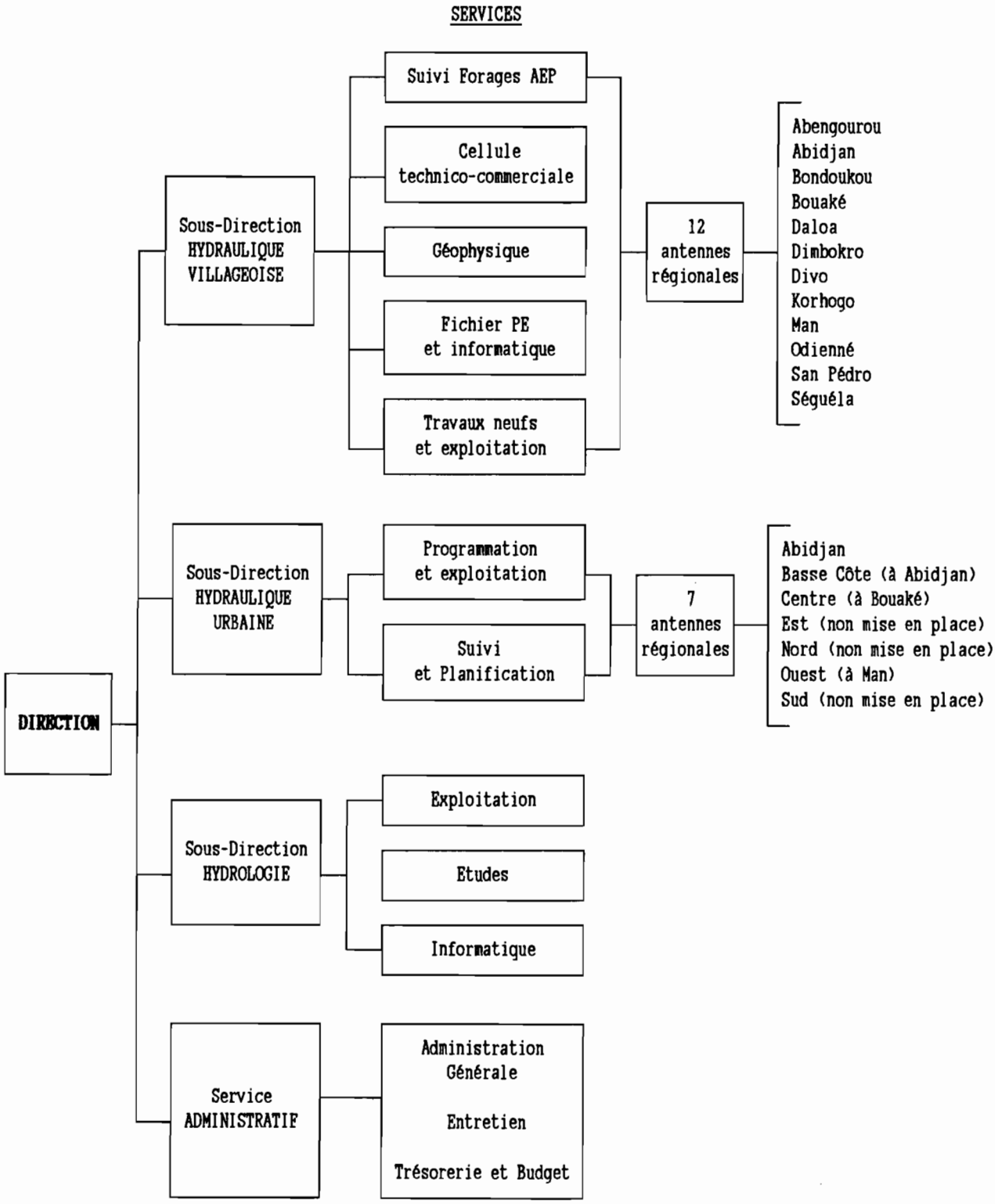
Huit personnes sont affectées à la Direction à Abidjan. L'essentiel du personnel se trouve dans les antennes régionales et constitue des équipes dans le cadre de l'organisation de la maintenance des ouvrages d'hydraulique villageoise.

En tout, il y a 57 équipes réparties comme suit :

. Abengourou : 2 équipes
. Abidjan : 3 équipes
. Bondoukou : 6 équipes
. Bouaké : 7 équipes
. Daloa : 6 équipes
. Dimbokro : 7 équipes
. Divo : 5 équipes
. Korhogo : 8 équipes
. Man : 6 équipes
. Odienné : 3 équipes
. San Pedro : 2 équipes
. Séguéla : 2 équipes

Figure 5.1.1

ORGANIGRAMME GENERAL DE LA DIRECTION DE L'EAU



b. La Sous-Direction de l'Hydraulique Urbaine

Elle comprend 17 ingénieurs de formation ENSTP.

Les fonctions occupées par le personnel sont les suivantes :

. Personnel permanent

-	Sous-Directeur :	1
	(ce poste est actuellement vacant)	
-	Chefs de Service :	2
-	Coordinateur :	1
-	Chefs d'antenne :	6
-	Adjoints aux chefs d'antenne :	4
-	Chargés de contrôle :	14
-	Secrétaire-dactylo :	1
-	Dactylo :	1

. Personnel journalier

-	Dessinateur :	1
-	Secrétaire :	1
-	Dactylo :	1
-	Chauffeurs :	2

Ce personnel est réparti entre la Sous-Direction à Abidjan et quatre antennes régionales : deux à Abidjan, une à Bouaké et une à Man.

Les besoins actuels nécessiteraient en fait une antenne régionale pour chaque centre régional de la SODECI (9 en tout).

Le tableau 5.1.1 résume le personnel disponible par catégories à la Direction de l'Eau.

5.1.2.3 Moyens matériels disponibles à la Direction de l'Eau

a. Véhicules

La Direction dispose de deux véhicules légers et d'un camion citerne.

La Sous-Direction de l'Hydraulique Villageoise dispose en tout de 72 véhicules légers ; seulement trois de ces véhicules appartiennent en propre à la Sous-Direction et sont affectés à la Sous-Direction

d'Abidjan. Tous les autres véhicules ont été acquis dans le cadre de projets : 66 véhicules fonctionnent dans le cadre du programme de réhabilitation des pompes villageoises. Ces véhicules sont affectés aux antennes régionales.

La Sous-Direction de l'Hydraulique Urbaine dispose de 5 véhicules légers.

Tableau 5.1.1 - MOYENS EN PERSONNEL DE LA DIRECTION DE L'EAU

			Sous-Directions		
Personnel	Catégorie	Direction	Hydraulique Urbaine	Hydraulique Villageoise	Hydrologie*
Ingénieurs	Hors catégorie	1	-	-	-
Ingénieurs	A1	1	6	8	-
Ingénieurs	A2	-	11	34	12
Techniciens supérieurs	B1	3	4	69	4
Techniciens supérieurs	B3	2	-	2	1
Agents de maîtrise	C2	2	1	10	15
Adjoints administratifs	C3	-	1	-	-
Dactylographes	D1	3	-	1	1
Chauffeurs	D2	1	-	4	4
Agents temporaires		1	-	1	-
Journaliers		25	5	31	43
Agents en stage		-	7	2	5
Agents en disponibilité		-	5	5	-
Total		39	40	167	85

* Voir chapitre 4

b. Matériel géophysique

Au niveau de l'antenne régionale de Bouaké dépendant de la Sous-Direction de l'Hydraulique Villageoise, il y a deux équipes de géophysique disposant de deux ingénieurs.

Ces équipes disposent uniquement du matériel nécessaire à la prospection électrique. Ce matériel, d'origine canadienne et allemande, est actuellement en état de marche.

La liste détaillée du matériel n'a pas été obtenue.

Selon les responsables de la Sous-Direction de l'Hydraulique Villageoise, le matériel, actuellement disponible, permet de répondre à tous les besoins d'études géophysiques.

c. Matériel pour analyses d'eau

La Direction de l'Eau ne dispose pas de laboratoire d'analyses de l'eau. Seules des mallettes portatives sont disponibles :

. A la Sous-Direction de l'Hydraulique Villageoise : chaque antenne régionale dispose d'un pHmètre, d'un résistivimètre et de mallettes d'analyses chimiques qualitatives fournies par l'Aide canadienne.

Toutes ces mallettes sont actuellement hors service.

. A la Sous-Direction de l'Hydraulique Urbaine : chaque antenne (quatre, actuellement) dispose d'une mallette HYDROCURE d'analyses physico-chimiques permettant d'effectuer les analyses suivantes :

- pH,
- fer,
- ammoniaque,
- nitrites,
- silice dissoute,
- nitrates,
- chlore,
- manganèse,
- TH calcique,
- TH total,
- CO_2 libre,
- oxygène dissous,
- TA,
- TAC,
- chlorures,
- sulfates.

Ces mallettes sont en état de fonctionnement, et la Sous-Direction à Abidjan dispose d'un stock de dépannage pour les différents réactifs nécessaires.

Les analyses sont faites par les agents de la Sous-Direction de l'Hydraulique Urbaine qui se sont formés eux-mêmes ("à la lecture du mode d'emploi") et par quelques stages.

d. Matériel informatique et logiciels

d1. Matériel

Concernant les eaux souterraines, l'ensemble du matériel informatique se trouve à Abidjan.

Le matériel informatique disponible à la Sous-Direction de l'Hydraulique Villageoise est le suivant :

Deux unités indépendantes comprenant :

. 1 PC Wang Modal PM 004L avec disque dur de 20 Mégabits, écran monochrome de 25 lignes et 80 caractères par ligne :

  - 1 clavier Azerty
  - 1 imprimante Wang PM 015
  - 1 lecteur de disquette 5"1/4 Wang

. 1 PC Wang Modal PL 004L

  - 1 clavier Aserty
  - 1 imprimante Wang PM 016
  - 1 lecteur de disquette 5"1/4 Wang

L'ensemble du matériel a été acquis vers 1985.

Actuellement, les deux systèmes sont hors service :

. l'un, pour un problème de DOS,
. l'autre, pour un problème de ventilation.

L'imprimante PM 015 a été constatée hors service.

Les deux systèmes étaient hors service depuis plus de sept mois (lors de la mission de janvier 1991), faute de contrat de maintenance du matériel et, à défaut, de financement.

A ce matériel, s'ajoute celui acquis dans le cadre du programme de réhabilitation des points d'eau d'hydraulique villageoise (réhabilitation des pompes) :

. 1 Compaq 386 avec disque dur de 20 Mégabits,
. 1 lecteur de disquette 5"1/4 et Scanner Compaq,
. 1 imprimante Epson LQ1050,
. 1 onduleur Merlin Gerin BX1200.

L'ensemble du matériel acquis en 1989 fonctionne normalement, mais il n'y a pas de contrat de maintenance.

Manque de foumitures : papier, disquettes, rubans d'imprimante, etc.

d2. Logiciels

Les logiciels actuellement disponibles et installés à la Sous-Direction de l'Hydraulique Villageoise sont les suivants :

. Sur système Wang

- MS DOS version 2,01
- Editeur Wang
- Basic Wang
- DBase III - Version 1.1 (Wang ?)
- Logiciel de saisie des données mis au point par Wang en 1985 et modifié ou complété par la Sous-Direction de l'Hydraulique Villageoise en 1987/88.

Aucune notice sur le logiciel spécifique n'a été retrouvée et l'ingénieur responsable était en stage en Belgique pour deux ans.

. Sur système Compaq

- MS DOS - Version 3.31 avec notice
- DBase III+
- Logiciel de suivi du projet LOUTRE (BURGEAP-SAEI) de 1989.

Il y a un manuel de l'utilisateur.

Actuellement, ce logiciel est uniquement utilisé pour le suivi financier des véhicules et des indemnités des agents de terrain.

5.1.2.4 Budget

Le budget de fonctionnement de la Direction de l'Eau a été le suivant, pour 1988 et 1989 (tableau 5.1.2) :

Tableau 5.1.2 - BUDGET DE FONCTIONNEMENT DE LA DIRECTION DE L'EAU		
	1988	1989
21.15.00.20 - Salaire des journaliers	104 000 000	104 000 000
21.15.00.54 - Fournitures de bureau	9 000 000	6 750 000
21.15.00.55 - Fournitures techniques	9 000 000	6 750 000
21.15.00.56 - Habillement	1 800 000	1 350 000
21.15.00.57 - Entretien du matériel	12 000 000	9 000 000
21.15.00.58 - Entretien des véhicules	35 000 000	26 250 000
21.15.00.59 - Carburants	60 000 000	45 000 000
Sous-total	126 800 000	95 100 000
21.15.39.55 - Fournitures techniques	2 500 000	1 875 000
21.15.39.57 - Entretien locaux et matériel	14 000 000	10 500 000
21.15.39.60 - Dépenses diverses	450 000	338 000
Sous-total	16 950 000	12 713 000
Total général	247 750 000	211 813 000

Cependant, il faut constater que ce budget est un document théorique.

5.1.3 La SODECI

La Société de Distribution de l'Eau de la Côte d'Ivoire s'est constituée en 1960 à partir de sa maison mère, la SAUR (Société d'Aménagement Urbain et Rural), avec comme mission l'exploitation et l'alimentation en eau potable de la ville d'Abidjan.

La SODECI est maintenant une société de droit privé, dont les capitaux sont détenus par :

- Etat ivoirien : 3 %
- Privés ivoiriens : 45 %
- FCP : 5 %
- SAUR + privés français : 47 %

Cette société, placée sous la tutelle de la Direction de l'Eau (Sous-Direction de l'Hydraulique Urbaine), assure la production et la distribution d'eau potable dans 370 "localités", y compris Abidjan (en Côte d'Ivoire, "localité" = population supérieure à 3000 ou 4000 habitants).

Cette société est par ailleurs responsable de la planification et des avant-projets d'AEP en milieu urbain (10 centres par an sont planifiés).

Pour la SODECI, les critères de planification pour équiper un centre d'adduction d'eau sont :

. électrification,

. village avec lotissements disposant de cinq points d'eau (un point d'eau pour 400 à 600 habitants) et ayant de 3000 à 4000 habitants,

. 150 à 200 abonnés potentiels.

La tarification actuellement pratiquée est la suivante :

. Trimestrielle, par tranche - prix progressif

. Prix moyen : 263 FCFA/m3

-	Rémunération concessionnaire	134 FCFA
-	Surtaxe reversée à l'Etat (remboursement de la dette)	101 FCFA
-	Fonds de développement (géré par SODECI)	28 FCFA

Sont à financer :

. les branchements sociaux (10 000/an)
. le renouvellement des installations,
. les travaux neufs.

C'est en 1973 que, dans le cadre du Programme National de l'Hydraulique, il a été décidé que la SODECI assurerait la gestion et l'exploitation de toutes les installations d'eau en Côte d'Ivoire.

Le FNH (Fonds National de l'Hydraulique) est chargé de la gestion financière du programme. C'est le FNH qui contracte les emprunts, recueille la part des recettes revenant à l'Etat et assure le service de la dette.

5.1.3.1 Schéma institutionnel actuel

La SODECI dispose d'un contrat de concession du service de l'eau pour 20 ans couvrant la période 1987-2007.

SODECI a l'exclusivité du service de la production et de la distribution, sauf pour l'hydraulique villageoise.

La SODECI dispose de l'autonomie financière.

5.1.3.2 Organigramme

La SODECI comporte une structure décentralisée :

. Une structure centrale, ayant son siège à Treichville (et une base à Adjamé).

. Deux directions régionales à Abidjan (Nord et Sud).

. Huit directions régionales dans l'intérieur :

- Basse Côte,
- Abengourou,
- Gagnoa,
- Man,
- Daloa,
- Yamoussoukro,
- Bouaké,
- Korhogo.

Le noyau de base est le centre d'exploitation dont la taille et l'organisation dépendent du nombre d'abonnés.

5.1.3.3 Moyens en personnel

En 1989, l'effectif en personnel de la SODECI représentait 1329 agents.

La SODECI s'occupe elle-même de la formation permanente de son personnel dans tous les secteurs, tant au niveau technique qu'informatique.

Certaines catégories de personnel font à l'étranger des stages, adaptés aux besoins de l'Entreprise.

Figure 5.1.2

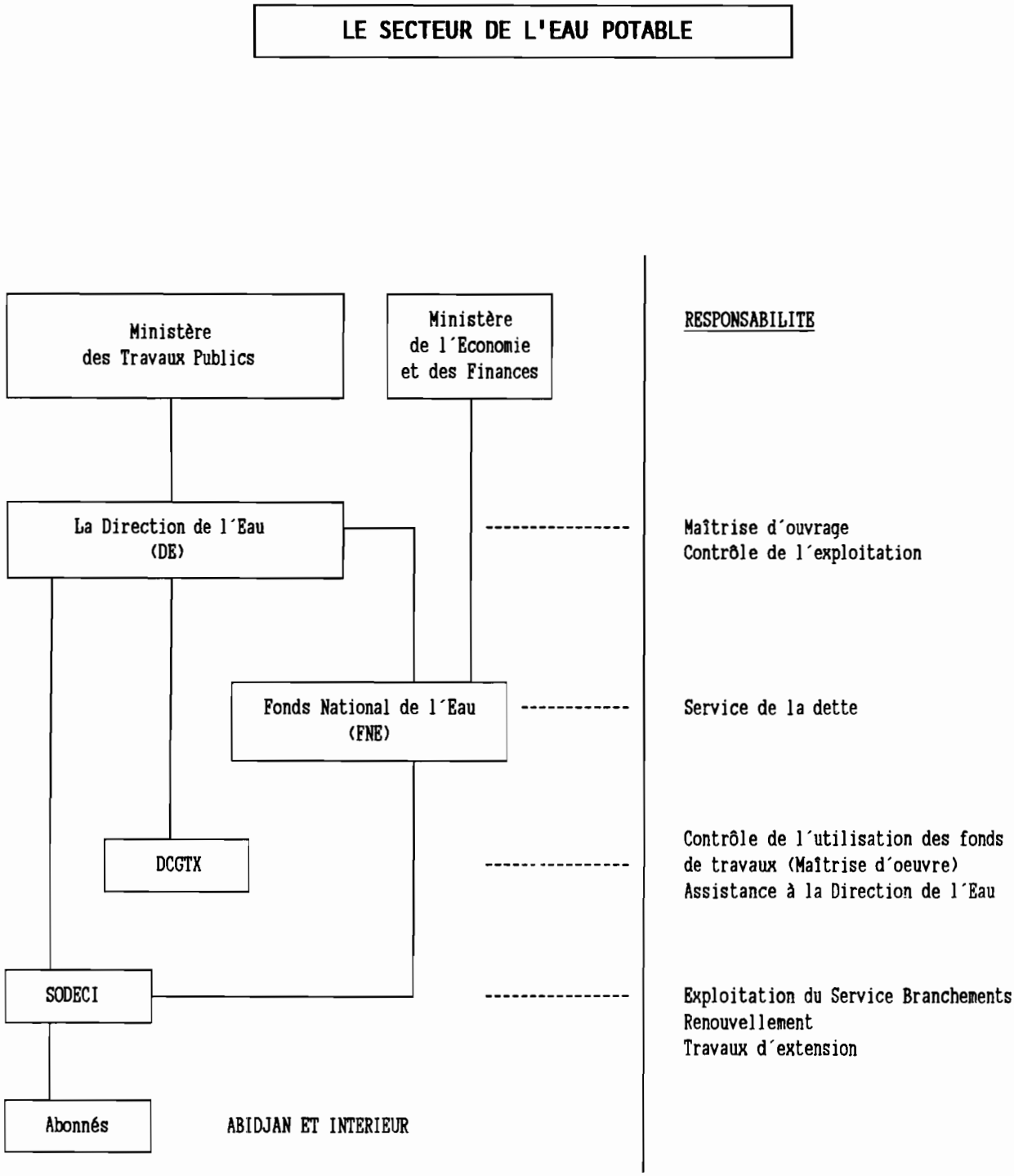
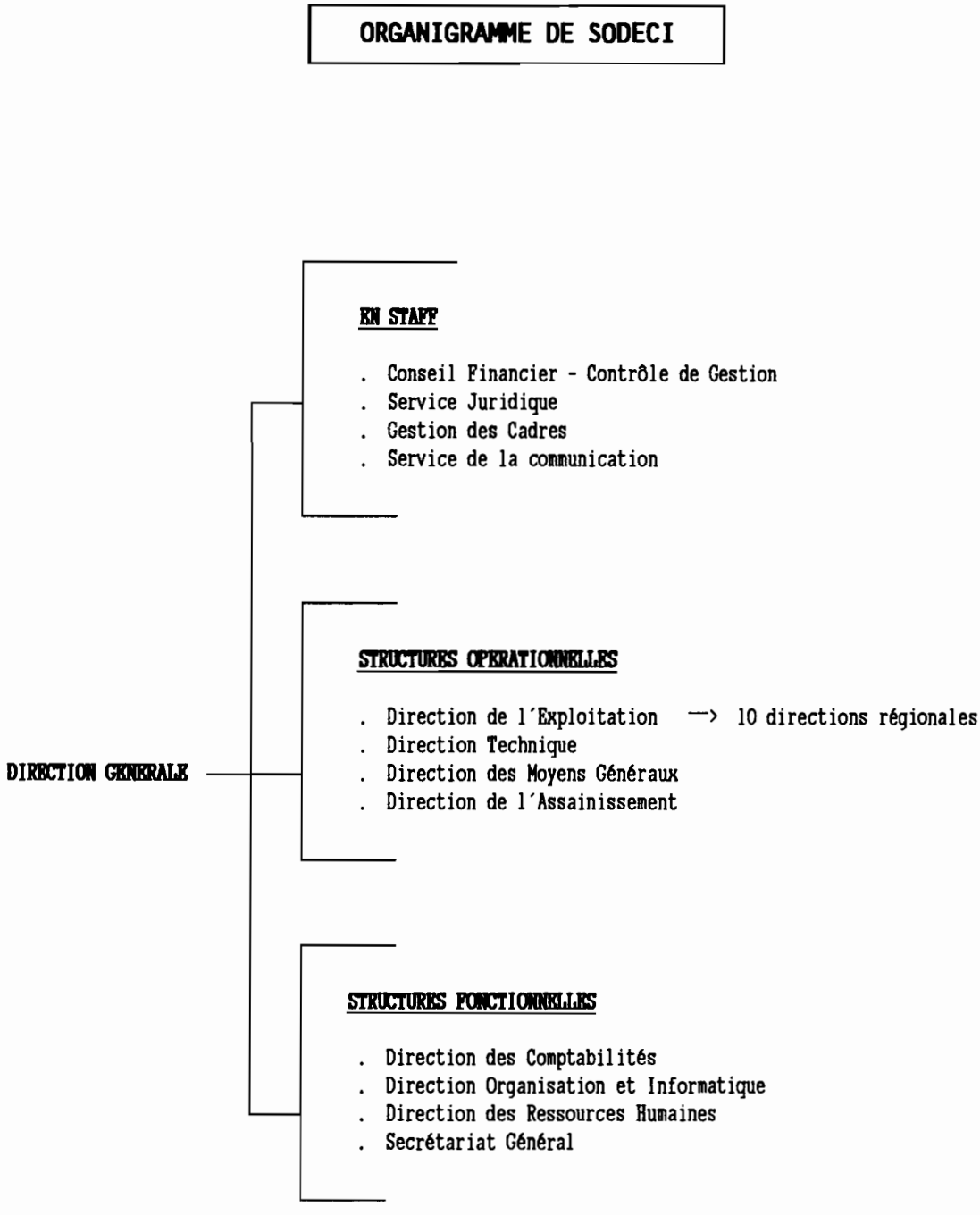

LE SECTEUR DE L'EAU POTABLE
Ministère des Travaux Publics
Ministère de l´Economie et des Finances
RESPONSABILITE
La Direction de l´Eau (DE)
Maîtrise d´ouvrage
Contrôle de l´exploitation
Fonds National de l´Eau (FNE)
Service de la dette
DCGTX
Contrôle de l´utilisation des fonds de travaux (Maîtrise d´oeuvre)
Assistance à la Direction de l´Eau
SODECI
Exploitation du Service Branchements
Renouvellement
Travaux d´extension
Abonnés
ABIDJAN ET INTERIEUR

Figure 5.1.3


ORGANIGRAMME DE SODECI
DIRECTION GENERALE
EN STAFF
. Conseil Financier - Contrôle de Gestion
. Service Juridique
. Gestion des Cadres
. Service de la communication
STRUCTURES OPERATIONNELLES
. Direction de l'Exploitation —> 10 directions régionales
. Direction Technique
. Direction des Moyens Généraux
. Direction de l'Assainissement
STRUCTURES FONCTIONNELLES
. Direction des Comptabilités
. Direction Organisation et Informatique
. Direction des Ressources Humaines
. Secrétariat Général

5.1.3.4 Moyens matériels disponibles à la SODECI

a. Moyens informatiques

La SODECI est très informatisée au niveau de sa gestion administrative et financière (abonnés, tarification, etc.). Mais elle ne dispose pas de moyens informatiques pour la gestion des données relatives aux ressources en eau.

b. Moyens pour l'analyse de l'eau

Chaque station de traitement de la SODECI dispose d'un petit laboratoire d'analyse.

Le Service Technique de la SODECI d'Adjamé à Abidjan dispose d'un laboratoire bien équipé qui permet d'effectuer une analyse complète de l'eau. Un chimiste, basé à Abidjan, effectue les tournées de prélèvement.

Les analyses physico-chimiques réalisables par la SODECI comportent les éléments suivants :

. Caractères physiques généraux

- Température en °C
- Couleur en mg/l de sels de cobalt-platine
- pH électrométrique

. Analyse chimique

En degré français :

- Titre hydrotimétrique total (TH)
- Titre hydrotimétrique calcique
- Titre hydrotimétrique magnésien
- Titre alcalimétrique complet (TAC)
- Chlorures

En mg/litre

- Fer (Fe^{++})
- Manganèse (Mn^{++})
- Gaz carbonique libre (CO_2)
- Oxygène dissous (0_2)
- Matières organiques en oxygène emprunté à $Mn0_4K$ à chaud en :
  a. milieu alcalin
  b. milieu acide

- Azote ammoniacal (NH_4^+)
- Azote nitreux (NO_2^-)
- Azote nitrique (NO_3^-)
- Silice (SiO_2)
- Phosphates (P_2O_5)

En ce qui concerne les analyses bactériologiques, celles-ci sont faites par deux laboratoires privés à Abidjan.

A intervalles réguliers, pour contrôler les résultats fournis par les laboratoires privés, des analyses peuvent être confiées au LANEMA (Laboratoire National d'Essais de Qualité, de Métrologie et d'Analyse des Pollutions).

Sur le plan bactériologique, les analyses suivantes sont faites :

. germes mésophiles à 37°C,
. coliformes totaux,
. coliformes thermotolérants,
. streptocoques fécaux.

Au niveau de chaque station de production de la SODECI, la fréquence des analyses est :

. toutes les heures : mesure automatique du pH et du chlore,

. tous les 15 jours : analyse complète physico-chimique,

. tous les mois : analyse bactériologique uniquement sur l'eau distribuée (prélèvements en plusieurs points).

5.1.3.5 Résultats de la SODECI

Les données générales pour 1989 sont :

Mètres cubes produits	99 878 000 m3
Mètres cubes facturés	85 051 000 m3
Nombre d'abonnés	225 000
Nombre de villes et villages alimentés	370
Chiffre d'affaires (en HT)	17 milliards FCFA
répartis en :	

- vente d'eau 67 %
- assainissement 6 %
- travaux 13 %
- divers 14 %

Longueur du réseau exploité 8861 km de conduite

5.1.4 La DCGTX (Direction et contrôle des grands travaux)

La Direction et Contrôle des Grands Travaux est un établissement public à caractère administratif créé par la loi n° 78-660 du 4 avril 1978 et dont l'organisation est définie dans le décret n° 81-824 du 25 septembre 1981.

Cet établissement public, rattaché à la Présidence de la République, est chargé, pour le compte de l'Etat et sous la tutelle technique des Ministres concernés agissant en qualité de Maître d'Ouvrage, d'assurer le contrôle et la direction des projets d'aménagement et de construction dont l'estimation est supérieure à 1 milliard de FCFA.

A ce titre, la DCGTX assure le contrôle d'un certain nombre de projets d'exploitation des eaux souterraines et est amenée à réaliser un certain nombre d'études lui permettant de collecter des données.

5.1.5 L'Institut d'hygiène

L'Institut d'Hygiène, sous la tutelle du Ministère de la Santé, a dans ses attributions le contrôle de la qualité de l'eau dans les centres urbains (aussi bien à Abidjan que dans les centres de l'intérieur).

Il doit également contrôler la qualité de tous les captages d'eau souterraine utilisés pour l'hydraulique villageoise.

A ce titre, ce Service détient les données sur la qualité des eaux souterraines.

5.1.6 La Commission nationale de l'environnement

Cette Commission existe depuis 1973. Elle a été sous la tutelle du Ministère de l'Environnement, puis du Ministère de la Marine.

5.2 Données géologiques

5.2.1 Cartographie géologique

Actuellement, les cartes géologiques réalisées sur la Côte d'Ivoire sont les suivantes :

. Carte géologique de Côte d'Ivoire au 1/1 000 000, établie par TAGINI en 1965 (vendue 4000 FCFA à la SODEMI) - sans notice.

. D'autres cartes sont également disponibles :

Au 1/500 000

- Odiénné 1968 - sans notice
- Katiola 1963 - sans notice
- Sud-Ouest 1973 - sans notice

. Il existe par ailleurs d'autres documents :

Au 1/200 000

- Daloa 1990 - en couleur
- M'Bahiakro 1990 - en couleur
- Toumodi
- Bouaké 1970 - en bleu
- Man-Danané Edition prévue fin 1991
- Gagnoa Edition prévue fin 1991

Au 1/400 000

- Boucle du Cacao (P. RENOUX) - en bleu

L'ensemble du territoire a été couvert par des missions aéromagnétiques et aéroradiométriques. La restitution a été faite au 1/50 000 et au 1/200 000 ; environ 70 % de la couverture sont disponibles à la Direction de la Géologie. Le reste est détenu par la SAPA et CGC.

5.2.2 Documentation

La SODEMI a publié, en juin 1985, un ouvrage en deux volumes sur la bibliographie de la géologie (études réalisées entre 1885 et 1983). La remise à jour de ce document est prévue.

5.3 Données hydrogéologiques

5.3.1 Cartographie des aquifères

Les documents cartographiques relatifs aux eaux souterraines existants sont les suivants :

- Carte hydrogéologique de reconnaissance au 1/1 000 000 établie en 1964 (J.C. MAILLARY, BRGM). C'est la seule carte hydrogéologique de la Côte d'Ivoire actuellement visible à la SODEMI. Ce document n'est plus en vente.

- Entre 1963 et 1964, des cartes hydrogéologiques au 1/200 000 ont été éditées, mais ne sont plus disponibles.

- A ce jour, il n'y a pas de projet d'actualisation de ces documents.

- Carte de potentialités des ressources en eau souterraine CIEH/BRGM/GEOHYDRAULIQUE, 1986.

5.3.2 Données de base hydrogéologiques

Nous donnons ci-après le descriptif des données de base collectées et stockées par :

- la Sous-Direction de l'Hydraulique Villageoise,
- la Sous-Direction de l'Hydraulique Urbaine,
- la SODECI.

5.3.2.1 Données disponibles à la Sous-Direction de l'Hydraulique Villageoise

a. Méthode de collecte des données

Il existe une base de données générales sur les points d'eau à la Sous-Direction de l'Hydraulique Villageoise.

Au niveau de chaque antenne régionale, les rapports d'exécution de travaux provenant du contrôle ou des entreprises sont théoriquement stockés.

Dans le cadre de chaque projet, les villages concernés et les points d'eau exécutés doivent faire obligatoirement l'objet d'un dossier manuel sur bordereau comprenant les renseignements suivants :

. Bordereau d'identification (bordereau n° 1)

- indice de classement,
- bassin versant,
- département, sous-préfecture, village,
- coordonnées,
- carte cartographique,
- photographie aérienne,
- nature de l'ouvrage et sa description,
- profondeur d'investigation,
- profondeur finale,
- date des travaux,
- équipement : diamètre intérieur,
- débit garanti,
- niveau dynamique par rapport au sol,
- date de réception,
- mode d'exécution,
- fluide forage,
- état paroi,
- utilisation,
- financement,
- propriétaire ou exploitant,
- entrepreneur,
- morphologie du lieu d'implantation,
- station météo et station de jaugeage situées à proximité.

. Coupe géologique et caractéristiques du captage (bordereau n° 2) :

- lithologie,

- position des crépines (hauteur utile, ouverture des fentes, pourcentage des vides, diamètre intérieur).

. Mesures périodiques et équipement (bordereau n° 3) :

- date de la mesure,
- profondeur de l'eau au repos,
- profondeur de l'ouvrage,
- température de l'eau, pH et résistivité,
- données de pompage (débit et niveau dynamique),
- modèle et marque de pompe,
- état de la pompe, de la margelle et des abords.

Ces fiches, ainsi que la codification d'un certain nombre d'éléments, ont été mises au point par le BNETD-BRGM en 1977 dans le cadre du projet Estimation des Ressources Hydrauliques.

Dans chaque antenne régionale une saisie manuelle des données est effectuée sur les fiches de ce type.

b. Centralisation et saisie informatique des données

Les fiches décrites ci-dessus, remplies manuellement, sont transmises à la Sous-Direction de l'Hydraulique Villageoise à Abidjan, accompagnées éventuellement par d'autres éléments comme :

- le plan de situation de l'ouvrage,
- la coupe géologique,
- la coupe technique,
- les données de l'essai de pompage,
- la courbe de pompage.

Les données recueillies sur les fiches bordereaux sont ensuite saisies sur micro-ordinateur grâce au logiciel de saisie mis au point par Wang.

Pour la saisie informatique à Abidjan, la Sous-Direction de l'Hydraulique Villageoise dispose des moyens en personnel suivants :

- un ingénieur : coordinateur de l'archivage,
- un ingénieur : superviseur de la saisie, lequel suit un stage de deux ans en Belgique,
- deux techniciens chargés de la saisie.

La saisie des données est faite en Basic. Régulièrement, un transfert est effectué en dBASE III, et le stockage est fait sur le disque dur de chaque appareil sous forme de trois bordereaux établis manuellement. La saisie s'effectue normalement à raison de 400 dossiers par mois avec deux opérateurs.

A intervalles réguliers, les deux disques durs sont actualisés, de manière à stocker et contenir les mêmes informations. De ce fait, il existe deux versions identiques de la base de données complètes.

c. Vérification des données

Sur les bordereaux remplis manuellement, la seule vérification effectuée concerne la véracité logique des coordonnées du point d'eau.

Après la saisie informatique, les données sont listées et relues en les comparant aux données manuscrites des bordereaux.

d. Données actuellement saisies par la Sous-Direction de l'Hydraulique Villageoise

Il y aurait environ 15 000 points d'eau (puits et forages) en Côte d'Ivoire. Actuellement, 13 600 ouvrages ont fait l'objet d'une fiche. Toutes ces fiches sont centralisées à Abidjan à la Sous-Direction de l'Hydraulique Villageoise.

Environ 10 000 dossiers ont été saisis par informatique. Les données sont stockées sur les disques durs des deux appareils Wang.

5.3.2.2 Données disponibles à la Sous-Direction de l'Hydraulique Urbaine

Des analyses physico-chimiques et bactériologiques sont faites par la Sous-Direction de l'Hydraulique Urbaine dans le but de contrôler la qualité de l'eau distribuée par la société concessionnaire.

Ces analyses sont faites :

- en utilisant les mallettes d'analyses disponibles,
- par le LANEMA (Laboratoire National d'Essai de Qualité, de Métrologie et d'Analyse des Pollutions).

Toutes les données sont centralisées à Abidjan, au niveau de la Sous-Direction de l'Hydraulique Urbaine. Le stockage est sous forme de fiches.

En 1990, la Sous-Direction de l'Hydraulique Urbaine a effectué des analyses d'eau sur 56 centres de la SODECI.

5.3.2.3 Données disponibles à la SODECI

a. Documentation

La SODECI fait actuellement un effort dans l'organisation et le stockage de la documentation existante. Pour cela, un documentaliste a été affecté à ce travail depuis quelques mois, lors de l'enquête de la présente étude.

La liste de toutes les études ou rapports concernant l'hydrologie détenus par la SODECI a ainsi été établie.

La liste existe actuellement sous forme manuscrite et elle devrait être informatisée dans un délai de quelques mois.

La SODECI a remis au CIEH, fin 1990, la liste des documents relatifs à la République de Côte d'Ivoire détenus par la SODECI.

b. Inventaire des forages

La SODECI détient l'inventaire de toutes les installations existantes.

Un fichier forages existe et contient les données suivantes :

- situation,
- profondeur totale du forage,
- profondeur d'installation de la pompe,
- niveau statique,
- niveau dynamique,
- diamètre intérieur de l'équipement,
- débit,
- hauteur manométrique totale,
- type de pompe,
- date de la dernière visite technique.

Les données de tous les forages exploités par la SODECI sont ainsi fichées. Le stockage est sous forme de microfiches.

c. Données sur l'exploitation des forages

Tous les ouvrages exploités par la SODECI sont équipés de compteurs volumétriques.

Ainsi, on connaît la quantité d'eau prélevée par forage et la quantité d'eau de surface introduite dans les réseaux de distribution.

Lors des visites d'entretien des ouvrages (pompes) effectuées par deux équipes de la SODECI, il y a mesure systématique de quelques paramètres :

- profondeur de l'ouvrage,
- niveau statique,
- niveau dynamique,
- diamètre de l'ouvrage.

Chaque direction régionale fait un rapport mensuel transmis à la Direction, à Abidjan, qui archive.

Ainsi, pour tous les centres de l'intérieur, la DT d'Abidjan dispose des productions mensuelles :

- de 1977 à 1988 : les tableaux de production sont sur microfilm,

- depuis 1989 : informatisation des données à moyen terme - conservation sur support magnétique.

Pour les forages, il y a un problème d'erreur sur les mesures, car il n'y a pas de possibilité de tarage.

La politique de la SODECI est à la décentralisation du traitement des données de base, le Siège ne faisant que la consolidation.

Ce système devrait être opérationnel dès février 1991.

Les quantités produites font partie du rapport annuel de la SODECI qui est distribué auprès de diverses autorités.

d. Données sur la qualité des eaux

L'ensemble des données relatives aux analyses d'eau faites par SODECI est archivé au Service technique d'Adjamé.

Il n'y a pas d'informatisation de ces données et pas de projet d'informatisation à court terme de ce type de données.

5.3.2.4 Autres stockages de données disponibles

Suite aux prestations effectuées par GEOMINES entre 1976 et 1982 en République de Côte d'Ivoire dans le cadre de l'hydraulique villageoise, la Sous-Direction de l'Hydraulique Villageoise dispose du rapport complet réalisé par cette société.

Ce rapport se présente sous forme d'inventaire des points d'eau (9000) existant au 1er janvier 1982 en Côte d'Ivoire.

Outre les cartes d'inventaire au 1/200 000, le rapport présente, sous forme de catalogue informatique (tableau), l'ensemble des ouvrages inventoriés, avec des données sur :

- la situation géographique,
- la profondeur de l'ouvrage,
- la lithologie,
- des données sur les débits, niveaux,
- la résistivité,
- l'unité géologique.

Le tableau 5.3.1 montre le détail du catalogue informatique qui a été utilisé. Cependant, la Sous-Direction de l'Hydraulique Villageoise ne dispose que du rapport, mais pas des fichiers informatisés qui ont servi à l'élaboration de ce document.

5.3.3 Données piézométriques

5.3.3.1 Dans le cadre de l'étude de la nappe d'Abidjan

Dans le cadre de l'étude sur l'alimentation en eau potable d'Abidjan réalisée par le groupement SCET-IVOIRE, SODECI, HOLDFELDER et SCET-INTERNATIONAL, il existe un recensement des points d'observation de cette nappe.

Pour réaliser cet inventaire, tous les organismes concernés ont été contactés :

- la SODEMI,
- l'Université d'Abidjan,
- la SODECI,
- les entreprises de forage.

En tout, 86 points d'eau (piézomètres, forages ou puits) sur lesquels des mesures piézométriques étaient possibles ont été retenus pour l'étude.

Les tournées d'observations systématiques ont démarré en juin 1977 avec une fréquence bimensuelle.

A partir de novembre 1977, ont été éliminés un certain nombre de puits situés en bordure de lagunes, n'étant d'aucune aide pour l'étude.

Les mesures se sont poursuivies sur 50 à 60 points jusqu'en décembre 1978. La fréquence a d'abord été maintenue à deux mesures par mois puis une mesure par mois vers la fin de la période d'étude, les variations constatées étant lentes et régulières.

Tous les points importants d'observation ont été nivelés dans le système NGCI.

Tableau 5.3.1

LEGENDE DU CATALOGUE INFORMATIQUE

-

Identification Nom de la carte topographique 1:200 000 — **Numéro** Numéro d'identification du commentaire de carte de l'annexe 1

Colonnes	Descriptions
Village	Nom du village classé par ordre alphabétique et par carré équivalent à 15" sur la carte topo
*Village	Indique que le forage correspondant est réalisé dans le cadre de l'Hydraulique Urbaine
X	Longitude en degrés, minutes, secondes
Y	Latitude en degrés, minutes, secondes
Z	Altitude (m)
P F S	Nature de l'ouvrage P = puits (grand diamètre) F = forage (faible diamètre) S = Sondage
PR.T	Profondeur totale (m)
PR.R	Profondeur du socle (m)
LITHO.	Nature du socle intercepté lors de l'exécution du forage. Les symboles utilisés sont décrits comme suit:

Symboles	Descriptions	Symboles	Descriptions
A	*Altérites (socle non atteint)*	GR	*Grès*
		GW	*Grauwackes*
—	*Socle (non décrit ou non atteint)*	AK	*Arkoses*
G	*Granites*	QZ	*Quartzites*
GDT	*Granodiorites*	PE	*Pegmatites*
DT	*Diorites*	AMP	*Amphibolites*
MGM	*Migmatites*	DO	*Dolérites*
GN	*Gneiss*	GB	*Gabbros*
SCH	*Schistes*	SY	*Syénites*

NS	Niveau statique (m)
Q.AL	Débit «air-lift» (m³/h)
QMAX	Débit maximum-pompe (m³/h)
ND	Niveau dynamique (m) correspondant au débit maximum-pompe
PROF.AE	Profondeur d'arrivée d'eau (m) par rapport au sol
Réels.	Résistivité (Ωcm)

Colonnes	Descriptions
E	Sans code: ouvrage exploité Avec un code: ouvrage non exploité La signification des codes est comme suit:

Codes	Descriptions
1	*Forage sec*
2	*Forage à débit insuffisant*
3	*Forage abandonné pour faute technique*
4	*Forage abandonné car eau de mauvaise qualité*
5	*Sondage négatif*
6	*Puits équipé mais intermittent*

UG — Unité géologique telle que cartographiée sur le fond géologique. Les symboles utilisés sont décrits comme suit:

Symboles	Descriptions
Q1	*Sédiments côtiers*
T1	*Sables, argiles, graviers et conglomérats*
N1	*Dolérites*
O1	*Syénites, granodiorites et granites alcalins*
P1	*Granites homogènes à biotite*
P2	*Granites hétérogènes à biotite*
P3	*Migmatites*
P4	*Granites à deux micas*
P5	*Granites intrusifs, syénites, monzonites, diorites*
P10	*Granodiorites*
P11	*Granites akératiques*
P12	*Gabbros*
P13	*Basites et ultrabasites*
B1	*Grès, arkoses, métasédiments (paramolasses)*
B3	*Schistes, grauwackes, métasédiments indifférenciés (flyschs)*
B7	*Roches métamorphiques d'âge incertain*
B8	*Métasédiments*
B13	*Métavulcanites*
A3	*Migmatites anciennes et granites migmatitiques*
A4	*Anorthosites, norites et charnockites*
A5	*Itabirites et quartzites à magnétite*
A6	*Amphibolites et pyroxénites*
A7	*Gneiss*

Le tableau 5.3.2 donne les informations qui ont pu être collectées par le Consultant et indique la dernière mesure piézométrique effectuée pour cette étude.

5.3.3.2 Surveillance piézométrique faite par la SODECI

La Direction Technique de la SODECI du centre d'Adjamé à Abidjan a effectué des relevés piézométriques sur sept des ouvrages recensés pour les besoins de l'étude citée ci-dessus :

- période d'observation : du 1/10/1984 au 1/03/1987,
- fréquence des mesures : deux par mois,
- archivage des données : stockage sous forme manuscrite à Adjamé.

Depuis juin 1990, la SODECI a repris la surveillance piézométrique de la nappe d'Abidjan sur quatre points :

- Filtisac n° 2,
- Niangon n° 2,
- Zoo n° 1,
- Anonkoua n° 1.

La fréquence des mesures est mensuelle. Les données sont conservées par la SODECI sous forme manuscrite.

5.3.3.3 Suivi piézométrique en zone fracturée

Selon les informations recueillies lors des programmes d'hydraulique villageoise les plus récemment exécutés, il était prévu d'équiper en piézomètres les forages positifs hydrogéologiquement, mais non exploitables car d'un débit trop faible.

La Direction de l'Eau n'a aucune information spécifique sur ces ouvrages (nombre, situation, caractéristiques).

Tableau 5.3.2

RESEAU DE SURVEILLANCE DES NIVEAUX PIEZOMETRIQUES DE LA NAPPE D'ABIDJAN

IDENTIFICATION	NATURE DU POINT D'EAU	X	Y	Z /SOL	Z /REPERE	PROFONDEUR NAPPE /REPERE	ALTITUDE DE LA NAPPE	DATE MESURE
A1	PIEZOMETRE	384.62	593.86	20.92	21.71	13.82	7.89	11-12 12 78
A10	PIEZOMETRE	379.79	588.79	27.74	28.12	22.08	6.04	11-12 12 78
A2	PIEZOMETRE	384.45	595.82	38.02	38.20	18.29	19.91	11-12 12 78
A3	PIEZOMETRE	382.57	598.26	35.54	36.04	8.75	27.29	11-12 12 78
A4	PIEZOMETRE	389.78	592.73	51.60	51.85	40.91	10.94	11-12 12 78
A7 BIS	PIEZOMETRE	393.25	592.74	24.59	24.85	14.66	10.19	11-12 12 78
A8	PIEZOMETRE	380.98	589.44	35.64	35.78	30.06	5.72	11-12 12 78
ADONKOUA	FORAGE	365.84	598.04		67.84	42.78	25.06	11-12 12 78
AKOLPE	FORAGE	372.45	605.79	51.76	52.00	23.79	28.21	11-12 12 78
AKOUEDO	FORAGE	395.65	591.19	52.41	52.63	46.50	6.13	11-12 12 78
AKOUPE	FORAGE	372.45	605.79	51.76	52.00	23.71	28.29	09-10 10 78
ANONKOUA KOUTE 2	FORAGE	384.22	600.33	115.50	116.09	73.73	42.36	11-12 12 78
ANYAMA ADJAME	FORAGE	385.71	606.36	89.11	89.54	40.02	49.52	11-12 12 78
CAFE COTE D'IV.	PUITS	394.28	599.94	24.96	253.48	8.86	16.62	11-12 12 78
DAHLIA FLEURS	FORAGES	398.69	590.88	21.96	22.34	18.39	3.95	11-12 12 78
DCH1	PIEZOMETRE	379.52	598.15	49.40	50.28	17.87	32.41	11-12 12 78
DCH2	PIEZOMETRE	392.48	597.15	77.12	78.25	59.78	18.47	11-12 12 78
DCH3	PIEZOMETRE	388.85	599.80	78.86	79.67	45.46	34.21	11-12 12 78
DCH4	PIEZOMETRE	402.88	595.00		97.00	89.21	7.79	11-12 12 78
DCH5	PIEZOMETRE	379.36	599.55	107.07	107.67	68.34	39.33	07-08 11 78
DCH6	PIEZOMETRE	379.30	595.70	97.28	97.84	75.62	22.22	11-12 12 78
DJIBI	PUITS	391.64	603.22	46.14	46.44	7.32	39.12	11-12 12 78
EBIMPE COUVENT	FORAGE	379.24	606.90	68.65	68.86	18.17	50.69	16-17 8 78
EGLISE M'POUTO	PUITS	394.76	588.08	3.45	3.88	2.46	1.42	11-12 12 78
FILTISSAC	PIEZOMETRE	386.82	596.05	104.38	105.28	85.66	19.62	11-12 12 78
GRAND SEMINAIRE	FORAGE	382.03	607.10	85.48	85.55	30.30	55.25	07-08 11 78
GUERARD ALOKOUA	FORAGE	371.90	597.75	106.25	106.50	73.20	33.30	11-12 12 78
HORTIVEX	PUITS	375.65	595.72	21.73	22.88	4.82	18.06	11-12 12 78
H. RETRAITE ANYA	FORAGE	383.38	604.16	103.96	104.35	51.62	52.73	11-12 12 78
INSTITUT PASTEUR	FORAGE	374.30	597.42		18.04	18.01	0.03	11-12 12 78
IRCA	FORAGE	372.03	587.02	5.37	6.06	5.82	0.24	09-10 10 78
KOUAKOU	FORAGE	395.76	601.62		12.00	5.47	6.53	07-08 11 78
LUCIEN	PUITS	376.51	587.39		22.00	18.90	3.10	07-08 11 78
MAISON ET JARDIN	PUITS	400.08	592.05	11.95	12.05	6.35	5.70	11-12 12 78
MISSION	FORAGE	373.80	589.71	47.63	47.80	42.03	5.77	11-12 12 78
NAD1	PUITS	398.83	593.53	20.71	21.31	5.88	15.43	11-12 12 78
NIANGON KM 13	PIEZOMETRE	377.87	592.00	65.76	66.58	55.02	11.56	11-12 12 78
P12	PIEZOMETRE	383.70	587.10	6.63	6.82	9.72	2.31	11-12 12 78
P12	PIEZOMETRE	383.70	587.10	6.63	6.82	5.44	1.38	09 11 78
P13	PIEZOMETRE	384.20	588.90	11.87	12.03	10.42	1.61	09-10 10 78
P16	PIEZOMETRE	385.16	587.60	18.20	18.47	15.90		09 11 78
P26	PIEZOMETRE	387.95	591.45	10.58	10.68	3.76	6.92	07-08 11 78
P3	PIEZOMETRE	377.74	587.46	9.26	9.39	5.20	4.19	11-12 12 78
P37	PIEZOMETRE	391.54	589.06	18.48	18.67	16.63	2.04	11-12 12 78
P37	PIEZOMETRE	391.54	589.06	18.48	18.67	16.56	2.11	07-08 11 78
P38	PIEZOMETRE	392.62	589.09	2.59	2.70	1.63	1.07	11-12 12 78
P47	PIEZOMETRE	396.25	588.95	11.22	11.34	3.46	7.88	11-12 12 78

Tableau 5.3.2 (suite)

RESEAU DE SURVEILLANCE DES NIVEAUX PIEZOMETRIQUES DE LA NAPPE D'ABIDJAN

IDENTIFICATION	NATURE DU POINT D'EAU	X	Y	Z /SOL	Z /REPERE	PROFONDEUR NAPPE /REPERE	ALTITUDE DE LA NAPPE	DATE MESURE
P56	PIEZOMETRE	383.25	594.66	7.47	8.22	1.44	6.78	11-12 12 78
P58	PIEZOMETRE	394.30	588.85	11.57	11.72	9.11	2.61	11-12 12 78
P61	PIEZOMETRE	393.21	592.30	20.10	20.26	11.76	8.50	11-12 12 78
P76	PIEZOMETRE	382.42	598.84	53.22	53.52	1.82	51.70	11-12 12 78
P8	PIEZOMETRE	379.81	587.46	14.58	14.73	11.47	3.26	11-12 12 78
RECONN. SR1	SONDAGE	395.81	594.88	48.24	49.15	40.77	8.38	11-12 12 78
RECONN. SR2	SONDAGE	394.27	593.29	34.9	35.88	24.82	11.06	11-12 12 78
RUELLE		391.85	595.74		85.00	68.40	16.60	11-12 12 78
SABO	FORAGE	384.46	602.54	114.46	115.11	66.96	48.15	11-12 12 78
SAPA	FORAGE	382.44	602.23	122.46	123.60	74.60	49.00	02-03 1 78
SAPH	FORAGE	369.72	596.92	61.19	61.41	32.11	29.30	09-10 10 78
SODEPALM	PUITS	374.55	598.44	44.65	44.66	6.02	38.64	11-12 12 78
S. NIANGON 1	RECONNAISSANCE	377.16	593.24	26.67	27.73	13.93	13.80	11-12 12 78
S. NIANGON 2	RECONNAISSANCE	377.16	593.24	26.67	27.73	13.93	13.80	11-12 12 78
YAPI	PUITS	377.96	602.34	59.22	59.57	14.41	45.16	11-12 12 78
Z001	PIEZOMETRE	387.92	593.82	32.24	33.02	21.27	11.75	11-12 12 78
Z002	PIEZOMETRE	388.28	595.62	57.51	58.39	39.16	19.23	11-12 12 78
AKAKRO	FORAGE	408.73	592.28		13.98	11.64	2.34	10-12 10 77
EECI	PUITS	399.96	591.50		11.10	4.37	6.73	10-12 10 77
ELOKA	FORAGE	411.18	587.06		48.23	46.03	2.20	10-12 10 77
NAD4	PUITS	398.78	593.55	20.37	20.89	4.79	16.10	05-06 7 77
P11	PIEZOMETRE	382.80	587.22		14.30	10.79	3.51	26-27 9 77
P14	PIEZOMETRE	384.10	586.65	5.96	7.04	6.20	0.84	10-12 10 77
P18	PIEZOMETRE	378.64	586.83		2.64	0.72	1.92	10-12 10 77
P20	PIEZOMETRE	380.96	585.84	1.83	1.93	1.56	0.37	10-12 10 77
P22	PIEZOMETRE	381.48	586.21		0.82	0.75	0.07	10-12 10 77
P4	PIEZOMETRE	377.80	587.18	6.59	6.71	3.90	2.91	26-27 9 77
P42	PIEZOMETRE	393.80	588.10	1.42	1.57	0.82	0.75	10-12 10 77
P48	PIEZOMETRE	396.76	588.58	4.91	5.00	4.37	0.63	10-12 10 77
P5	PIEZOMETRE	378.54	587.12	9.75	9.83	7.27	2.56	26-27 9 77
P55	PIEZOMETRE	383.44	595.09	8.65	8.77	0.12	8.65	07-08 11 77
P57	PIEZOMETRE	395.09	588.00		1.41	0.83	0.58	10-12 10 77
P65	PIEZOMETRE	372.98	586.75	5.53	5.79	4.74	1.05	10-12 10 77
P7	PIEZOMETRE	380.25	586.35	6.25	6.38	5.69	0.69	26-27 9 77
P70	PIEZOMETRE	368.82	587.43	10.85	11.10	9.09	2.01	10-12 10 77
P71	PIEZOMETRE	365.71	587.73	17.60	17.85	10.12	7.73	10-12 10 77
P72	PIEZOMETRE	364.18	588.23	15.37	15.62	10.46	5.16	10-12 10 77
P73	PIEZOMETRE	366.08	588.48	16.35	16.70	9.61	7.09	10-12 10 77
SANTE	PUITS	384.56	589.02		8.07	8.15	-0.08	10-12 10 77

CHAPITRE 6

EXPERTISE ET EVALUATION

6.1 Besoins en données

Tous les utilisateurs rencontrés, tant au niveau décisionnel qu'exécutif, ont exprimé le souhait de disposer d'une information de qualité facilement accessible. Certains se plaignent de ne pas être suffisamment informés sur le type de données disponibles et sur les procédures d'accès. La brièveté des chroniques, les interruptions d'observations, l'incertitude sur la qualité des données sont également soulignées. Les différentes publications périodiques (bulletins, résumés ou même annuaires) sont certes très utiles mais ne peuvent constituer un moyen pratique et performant de transfert de l'information. Il faut rappeler, en outre, que le dernier annuaire hydrologique date de 1983.

L'accent doit être mis sur la nécessité d'utiliser des moyens informatiques modernes afin d'accélérer les délais de mise à disposition. Les besoins, qui concernent aussi bien l'hydrométrie que la pluvioclimatologie, sont nombreux et surtout très variés. Le degré d'élaboration et de précision demandé diffère donc sensiblement suivant les applications :

- estimation de la ressource en eau, tant au niveau national que régional,

- aménagement du territoire : évaluation des interactions entre différents ouvrages hydrauliques,

- études pour la construction d'aménagements nouveaux : hydroélectriques, hydroagricoles ou pastoraux, AEP, infrastructures routières ou ferroviaires, au stade d'avant-projets ou de projets,

- gestion d'ouvrages de tous types et, principalement, de retenues : apports, prélèvements, pertes par évaporation, etc.,

- mise en place et gestion de plans et de calendriers culturaux, dans le cadre d'une rationalisation agricole,

- étude pour la protection contre les catastrophes naturelles (inondations ou, au contraire, étiages sévères) et les risques de pollution due à des rejets industriels ou domestiques, ou à des modifications anthropiques du milieu (érosion, pollution diffuse).

Bon nombre de ces besoins concernent des bassins ou des zones de faible superficie (de quelques hectares à quelques centaines de km2), mal couverts par les réseaux hydrométriques et météorologiques nationaux. C'est pour cela qu'il a souvent été fait appel à la technique des bassins

représentatifs et expérimentaux (paragraphe 6.4.1)). De 1955 à 1958 l'ORSTOM a mené, dans les différentes régions phytoclimatiques du pays, 17 études de ce type portant sur 38 bassins ou sous-bassins. Les informations recueillies sont partiellement archivées dans la banque de données du Laboratoire d'Hydrologie de Montpellier. La liste complète de ces bassins est donnée dans l'annexe J. Les résultats obtenus sur l'ensemble de l'Afrique de l'Ouest francophone ont fait l'objet de publications synthétiques dont le caractère pratique doit être souligné (Rodier, Rodier-Auvray, Puech-Chabi Gonni).

Nous donnons ci-après les besoins en données manifestés par la Côte d'Ivoire lors de la mission du Consultant ; la liste indiquée n'est pas forcément exhaustive mais elle permet de mettre en valeur l'importance des données de base : nécessité de leur existence, de leur validité, de leur stockage, des traitements et des possibilités de leur diffusion.

6.1.1 Besoins en données pour l'évaluation des ressources en eaux souterraines

6.1.1.1 Dans le bassin sédimentaire côtier

On ne peut faire que des bilans très partiels des aquifères du bassin sédimentaire côtier. En effet, on se heurte à l'absence de données pour la plupart des exutoires (écoulement vers les fleuves, lacs et l'océan) et au manque de données précises sur l'infiltration directe.

Une évaluation plus précise de ces paramètres est nécessaire pour obtenir le bilan précis de ces aquifères.

Pour l'évaluation du débit des exutoires de ces nappes, il est nécessaire de disposer de mesures piézométriques et de mesures des débits des fleuves.

6.1.1.2 Nécessité d'un suivi piézométrique

Il s'agit, avant tout, de disposer d'un réseau piézométrique préventif nécessaire à la gestion des ressources en eau souterraine.

Les objectifs sont :

. En zone de socle :

- Suivre l'évolution du niveau de la zone fracturée à l'échelle interannuelle afin de déceler les éventuelles baisses de cette nappe, phénomène constaté depuis plusieurs années dans les pays sahéliens.

- Evaluer la recharge des aquifères discontinus. La corrélation entre les fluctuations piézométriques avec différents paramètres climatiques conduira à évaluer la recharge (en utilisant un modèle hydroclimatologique global tel que l'un des modèles de simulation du bilan hydrique du CIEH).

. En zone sédimentaire :

- Surveiller la configuration de la surface piézométrique de chaque aquifère principal (essentiellement Continental Terminal et sable du Maestrichtien).

- Mettre en évidence les zones de recharge, secteurs sensibles où l'environnement est à protéger.

- Appréhender la valeur du seuil pluviométrique d'alimentation de chaque aquifère, ce qui est une donnée essentielle pour estimer les risques au niveau de certains aquifères très sollicités : cas de la nappe d'Abidjan exploitée par la SODECI.

- Enfin, fournir un élément supplémentaire permettant de mieux évaluer l'importance des réserves.

6.1.2 Besoins en données sur la qualité de l'eau

Il est nécessaire de connaître la qualité de l'eau. Cette nécessité peut être illustrée par les exemples suivants :

. 60 % de la population d'Abidjan utilisent l'eau des puits de préférence à l'eau de la SODECI. Or, l'aquifère capté par ces puits est peu profond et très perméable. La pollution fécale est très abondante à cause de la multiplicité des installations sanitaires installées en ville.

. Le milieu lagunaire sert de lieu de rejet pour de nombreux polluants provenant de :

- quelques unités industrielles existantes,
- lessivage des matières fécales sur la voirie,
- les abattoirs,
- déversements clandestins.

On ignore quelle est l'importance de cette pollution et quel est le comportement du milieu lagunaire.

- Des milliers de puits et de points d'eau traditionnels existent en Côte d'Ivoire : ces points d'eau sont encore, et resteront encore longtemps, le moyen essentiel d'approvisionnement en eau des populations : quel est le niveau de qualité (ou de pollution) de ces ressources en eau ? Peut-on, par des moyens techniques, en améliorer les possibilités (en quantité et en qualité) ?

- Des centaines de forages sont réalisés en Côte d'Ivoire grâce à d'importants investissements : les moyens importants ainsi mobilisés permettent-ils d'apporter une eau potable à la population ?

- Quelles sont les ressources en eau exposées à des risques de pollution et les mesures à prendre pour les protéger ?

6.1.3 Problèmes soulevés par les différentes directions et services

6.1.3.1 Direction de l'eau

La Direction de l'Eau soulève d'abord le problème de moyens : seuls les hommes sont disponibles, tous les autres moyens font cruellement défaut.

Un problème de structure et d'organisation est aussi soulevé : les aspects de planification intégrant tous les usages de l'eau, de gestion prévisionnelle de la ressource, de la police des eaux n'ont pas été pris en compte.

Concernant les problèmes plus spécifiques de données, la Direction de l'Eau déplore les difficultés suivantes :

- les renseignements concernant les barrages sont épars dans différents Services : Direction de l'Eau, Agriculture, EECI, SODECI,

- il y a absence totale de données, pour de nombreux petits barrages à usage agricole notamment,

- absence d'inventaire de ces barrages,

- inquiétude sur la qualité des relevés effectués par les lecteurs d'échelles limnimétriques ; ceux-ci ne sont pas réglés depuis un an faute d'un texte permettant de les rémunérer.

6.1.3.2 SODECI

La SODECI mesure les niveaux de ses retenues et les niveaux au droit de ses prises en rivière ainsi que les volumes pompés. Elle connaît les cotes d'alerte, mais ne dispose pas de réseaux de mesures permettant de suivre l'évolution de la ressource (débits et volumes). Il manque une gestion prévisionnelle de la ressource prenant en compte tous les usages.

6.1.3.3 L'EECI (Energie Electrique de Côte d'Ivoire)

L'EECI insiste sur le problème de la collecte des données existantes : séries de mesures sur un espace de temps trop court, interruption dans certaines séries, incertitude sur la fiabilité des données existantes à cause de l'insuffisance des moyens mis en oeuvre et du manque de qualification du personnel. Cette situation a conduit l'EECI à mettre en place son propre réseau de mesure sur les sites qu'elle étudie.

6.1.3.4 La CIE (Compagnie Ivoirienne d'Electricité)

Il apparaît que les réseaux de collecte des données climatologiques et hydrologiques sont insuffisants pour une bonne gestion des ouvrages. De plus, certains paramètres sont mal connus tels que l'évaporation dans les retenues, calculée sans tenir compte des conditions météorologiques.

6.2 Pluviométrie

6.2.1 Evaluation générale

Les carences relevées sont avant tout liées à l'insuffisance du budget de fonctionnement. Celui-ci, beaucoup trop faible, entraîne une limitation drastique des tournées et, par conséquent, des contrôles sur le terrain, ce qui nuit à l'entretien du matériel et à la qualité des données. Par ailleurs, les observateurs des postes pluviométriques ne peuvent plus être régulièrement rétribués, ce qui explique de nombreuses négligences.

Faute de crédits, les stocks de pièces détachées et d'appareils de rechange n'ont pu être renouvelés, d'où de grandes difficultés à maintenir un réseau, par ailleurs relativement dense, dans un état de fonctionnement satisfaisant.

Dans le domaine de la transmission des données et de leur centralisation, les problèmes sont liés aux techniques utilisées. Les systèmes radio se révèlent plus ou moins efficaces et fiables, selon les périodes de l'année (harmattan en saison sèche, violents orages en saison des pluies). La télétransmission par satellite se révèlerait un système plus efficace et plus fiable. En outre, les

données qui ne sont pas communiquées par radio parviennent souvent à Abidjan avec beaucoup de retard, ce qui empêche leur diffusion rapide. C'est le cas, en particulier, pour les données de certaines stations agrométéorologiques ne dépendant pas de l'ANAM.

L'insuffisance actuelle des moyens informatiques permettant le stockage, le traitement et la publication des données observées doit également être soulignée. Le matériel énuméré paragraphe 3.2.4, appartient à l'ANAM et non à la Sous-Direction de la Météorologie qui en a seulement la jouissance. Le remplacement du mini-ordinateur Mini-6 par un DPS 6000, dont le disque dur a une capacité limitée à 150 Mo, peut paraître d'ores et déjà insuffisant dans le cadre d'une informatisation importante, souhaitable et nécessaire. Les lacunes sont également criantes en logiciels, on pense en particulier à des logiciels de traitement statistique, à des tableurs graphiques et à des traitements de texte. Toujours dans le domaine de l'informatique, il paraît indispensable que le personnel de la Sous-Direction de la Météorologie puisse bénéficier de formations complémentaires. Le manque de formation des agents chargés d'utiliser le logiciel CLICOM a, par ailleurs, déjà été souligné.

Faute de moyens, les données pluviométriques ne sont pas véritablement exploitées, dans la mesure où elles ne sont pas valorisées une fois critiquées et saisies : aucune étude statistique n'est réalisée, les tracés d'isohyètes interannuelles ne sont pas actualisés, etc.

En matière de pluviographie, les lacunes sont criantes puisque seules les données des stations synoptiques sont centralisées à Abidjan, les observations effectuées dans les stations agrométéorologiques n'étant généralement pas transmises.

Les données pluviographiques reçues sont stockées sans avoir subi aucun traitement. L'énorme retard accumulé ne saurait être résorbé sans l'aide de techniques de traitements automatiques et informatisées. Au vu de la carence en logiciels et en matériel adéquats (table à numériser), un tel travail ne peut être envisagé actuellement.

6.2.2 Situation actuelle

Le document UNESCO/OMM, intitulé "Water Resource Assessment Activities - Handbook for National Evaluation", donne un certain nombre de recommandations en ce qui concerne les densités et autres caractéristiques des différents réseaux de mesures climatologiques.

Pour les observations pluviométriques (tableau 6.2.1), la densité ne serait satisfaisante, tous postes permanents confondus, que pour les régions arides où les précipitations moyennes annuelles sont inférieures à l'évaporation potentielle moyenne annuelle (définition OMM/UNESCO), soit sur 65 % du pays environ. Sur les 35 % formant la partie méridionale, la densité n'atteint pas le quart de la valeur recommandée (440 postes nécessaires pour 110 000 km2).

Tableau 6.2.1 - DENSITE DU RESEAU DE MESURES			
Elément du réseau	Densité recommandée par l'OMM		Densité observée
	zone humide	zone aride	
Pluviométrie (nb postes pour 10^4 km2)	40	6	6,8
Pluviographie (nb postes pour 10^4 km2)	2	1	1,3
Evaporation-Bac (nb postes pour 10^5 km2)	2	3	13,3
Centres de maintenance du matériel pour 200 stations pluviométriques	1	2	1

Si on considère que la densité moyenne pour l'ensemble de la Côte d'Ivoire devrait être de :

6 x 0,35 + 40 x 0,65 = 28 postes pour 10 000 km2,

le nombre de postes nécessaires serait de 575.

Le réseau actuel représente moins de 40 % de ce chiffre.

Le parc de pluviographes est, par contre, relativement satisfaisant. On regrettera donc, a fortiori, que les données pluviographiques ne soient pas ou peu exploitées.

6.2.3 Besoins à venir

Le patrimoine de données pluviométriques est important et souvent méconnu. Pour parvenir à une certaine crédibilité vis-à-vis des utilisateurs potentiels et surtout à une certaine efficacité, il est indispensable que les données puissent être fournies sur support informatique. Il faudrait également que les prestations proposées ne se limitent pas à la remise de données brutes ou critiquées. Le besoin en données traitées (cumuls sur plusieurs jours non chevauchant ou classés, valeurs caractéristiques, valeurs moyennes dans le temps ou l'espace, dépassements de seuils, maximums journaliers par mois, valeurs régionalisées, etc.) et en documents graphiques ou cartographiques est patent pour de nombreuses applications : agriculture, environnement, hydroélectricité, travaux publics, etc.

Certains problèmes inhérents au développement du pays devraient générer rapidement une forte demande d'informations pluviographiques : drainage des zones urbaines, érosion dans les régions déforestées, prévision ou annonce des crues et protection des zones menacées.

La mise en place d'une banque pluviographique ne devrait donc pas être retardée. Si le doublet : temps-hauteur pluviométrique, doit constituer l'information de base, la possibilité de fournir des données plus élaborées doit également être considérée : calcul d'intensités, extraction de valeurs maximales ou de valeurs seuils, analyse fréquentielle.

Sans se substituer aux aménageurs ou aux gestionnaires d'ouvrages, la Sous-Direction de la Météorologie doit pouvoir jouer pleinement son rôle de conseiller et de coordonnateur, en même temps que de gestionnaire de réseaux et de banque de données. L'élaboration de synthèses et de normes pluviométriques régionalisées peut permettre de substantielles économies, lors des études nécessaires à la réalisation de projets d'aménagement ou à l'estimation comme à la rationalisation des ressources en eau.

La mise à disposition des données, dans des délais raisonnables, doit être un objectif prioritaire que les moyens modernes de traitement (informatiques) et, pour certaines stations, les moyens d'acquisition (enregistrements électroniques) et de transmission (liaisons satellitaires) doivent permettre d'atteindre.

Si la gestion des réseaux pluvioclimatologiques d'usages spécifiques n'est pas nécessairement du ressort de la Météorologie (gestion des ouvrages hydroélectriques, par exemple), la demande d'informations, sinon en temps réel, du moins en temps peu différé, semble malgré tout, à terme, inéluctable (agriculture, travaux publics, défense civile, etc.).

6.3 Climat

6.3.1 Evaluation générale

La densité du réseau de stations de mesures des paramètres climatologiques est acceptable. Cependant, la répartition géographique n'est pas toujours homogène. Le Sud du pays est particulièrement bien couvert en stations agrométéorologiques alors que, dans le Nord, le réseau est beaucoup plus lâche. Ceci tient au fait que cette partie du pays est moins peuplée et que les villes d'une certaine importance, accueillant des sociétés de développement, propres à entretenir ce type de stations, sont moins nombreuses. L'ANAM, consciente de ce problème, essaye de mettre en place une politique d'intensification de son réseau, en particulier dans des zones jusqu'à présent mal couvertes (cf. figures 3.2.1 et 3.2.2).

En outre, la qualité des mesures souffre de la vétusté du matériel, surtout dans les stations synoptiques, plus anciennes, où la défection d'un appareil n'entraîne pas son remplacement, faute de pièces de rechange (quatre stations synoptiques sont ainsi privées d'anémomètres).

Les publications, relativement sommaires de la Sous-Direction de la Météorologie, traduisent une valorisation encore trop réduite des observations du réseau. La possibilité d'utiliser le logiciel CLICOM devrait permettre d'atteindre rapidement une exploitation plus efficace et complète des données.

Une part importante de l'information enregistrée graphiquement n'est pas exploitée, principalement par manque de matériel permettant la numérisation des diagrammes. Le relevé de quelques valeurs à heures fixes constitue actuellement l'unique exploitation de ces enregistrements.

6.3.2 Situation actuelle

Au regard des normes de l'OMM (tableau 6.2.1.), il apparaît que le réseau ivoirien est correctement équipé pour la mesure de l'évaporation sur bac. Tous les gestionnaires ou projeteurs de barrages (aménagements hydroélectriques, aménagements agro-pastoraux, retenues pour l'AEP) mettent néanmoins l'accent sur l'impossibilité d'effectuer une évaluation pratique et correcte des pertes par évaporation. La Compagnie Ivoirienne d'Electricité utilise par exemple des abaques mal adaptés qui ne prennent en compte que l'altitude du site, donc très imparfaitement les conditions climatiques réelles.

Le nombre d'ateliers de maintenance est également satisfaisant dans l'absolu. En pratique, l'atelier de Bouaké ne peut jouer son rôle, faute de stocks suffisants.

Le tableau 6.3.1 présente les normes UNESCO/OMM en matière de personnel et la situation telle qu'elle se présente en Côte d'Ivoire.

Tableau 6.3.1 - PERSONNEL (nombre d'agents pour 100 stations)

	Ingénieurs	Techniciens Niveau 2	Techniciens Niveau 1 et Assist.météo	Observateurs
Recommandé				
Terrain	0,5	2	2	100
Traitement	1	2	2	
Administration	0,25			
Total	1,75	4	4	100
Existant				
Terrain		8	42	100
Traitement	3,5	11,5	8	
Administration	2,5			
Total	6	19,5	50	100

A l'examen de ces chiffres, il ressort que le personnel de l'ANAM est relativement important. Ce potentiel est toutefois mal utilisé par manque de formation. Ainsi, près de 70 % des assistants météorologues n'ont pas reçu de formation adéquate. Il faut souligner également le manque de motivation des observateurs, mal et irrégulièrement indemnisés.

L'efficacité du travail fourni par la Sous-Direction de la Météorologie se voit altérée par un certain nombre de difficultés auxquelles elle doit faire face quotidiennement :

- insuffisance générale du budget de fonctionnement impliquant une réduction des tournées d'inspection et d'entretien ;
- insuffisance des moyens de transport ;
- nombreux problèmes de transmission des données, liés à l'absence d'un système réellement efficace et fiable ;
- appareillage ancien, difficile à entretenir et à très faible taux de renouvellement ;
- équipement informatique insuffisant, tant en matériel qu'en logiciels ;
- manque de formation du personnel de terrain dans le domaine de la météorologie ;
- absence ou insuffisance de formation informatique de l'ensemble du personnel.

6.3.3 Besoins à venir

Les remarques faites, à propos des informations pluviométriques, sur la nécessité de pouvoir fournir des données sur support informatique, qu'il s'agisse de données brutes ou de données atteignant un certain degré d'élaboration, s'appliquent également aux informations climatologiques.

Les applications agrométéorologiques, actuellement développées, fournissent des renseignements très utiles sur les aspects climatiques (atmosphériques et édaphiques) des conditions de développement et de croissance des cultures. Un effort basé sur un travail de rationalisation du réseau doit toutefois être fait dans le sens d'une meilleure représentativité des stations.

L'exploitation des mesures d'évaporation effectuées sur bac semble à tort quelque peu délaissée. Il est vrai que de telles observations sont souvent délicates : approvisionnement en eau, imprécision des bilans en périodes pluvieuses, maintien de la propreté de l'eau, nécessité d'une protection contre les animaux (reptiles, batraciens, volatiles, etc.). La détermination d'un facteur de passage régionalisé, entre évaporation sur bac et évaporation sur retenue, tenant compte éventuellement des caractéristiques de cette dernière (essentiellement sa profondeur), est une préoccupation souvent manifestée par les aménageurs et les gestionnaires (hydroélectricité, agriculture, AEP). Il est certain

que l'installation d'un simple bac d'évaporation est beaucoup moins onéreuse que l'installation d'une station complète où sont mesurés les différents paramètres nécessaires au calcul de l'évaporation.

Dans les diverses applications nécessitant une estimation des pertes par évapotranspiration, prise dans son sens le plus large, ce n'est pas la fiabilité de la formule de PENMAN qui est mise en cause, mais sa mise en oeuvre, tant au niveau de la disponibilité des paramètres d'observation qu'à celui de l'estimation des paramètres empiriques. Les moyens informatiques actuellement disponibles devraient permettre, à partir d'une analyse spatio-temporelle des données, d'évaluer la qualité des résultats délivrés et, éventuellement, proposer des améliorations au réseau actuel d'observations.

6.4 Hydrologie

6.4.1 Evaluation générale

La couverture nationale et la répartition de l'encadrement technique sur le terrain sont relativement satisfaisantes, mais des réductions budgétaires ont rendu tout ce dispositif de moins en moins opérationnel. La capacité de travail demeure cependant intacte.

Dans le contexte actuel qui ne permet pas une activité normale, les directives UNESCO/OMM ont été adaptées aux conditions locales. La densité du réseau est, ainsi, de 5 stations limnimétriques et de 1,6 station limnigraphique pour 10 000 km2.

Ce réseau, de par son implantation, permet tout de même de faire face aux besoins actuels en données ; mais il n'empêche que son équipement doit être adapté aux conditions modernes d'exploitation, pour parvenir à une réduction sensible des coûts.

En 1989 et 1990, un certain niveau d'activités a pu être maintenu grâce au projet PNUD IVC/87/009, intitulé "Renforcement et développement des activités hydrologiques en Côte d'Ivoire".

Quatre objectifs importants ont pu être atteints :

1. réhabilitation du réseau hydrométrique et renouvellement de certains équipements ;

2. création d'une base de données nationale et décentralisation informatique ;

3. valorisation des données par élaboration de deux monographies sur le plus grand bassin de Côte d'Ivoire, le Bandama ;

4. formation de cinq cadres techniques en hydrologie.

6.4.2 Situation actuelle

Les besoins en données hydrologiques sont importants pour l'élaboration, la réalisation et le suivi des projets d'alimentation en eau potable, d'irrigation, d'hydroélectricité, de gestion des ressources en eau, d'aménagement du territoire, etc. Ils vont de la donnée brute (hauteur d'eau, jaugeage) à la donnée de débit (instantané, moyen journalier, mensuel ou annuel). De ce fait, les observations et mesures doivent être poursuivies, en essayant de se rapprocher des normes UNESCO/OMM.

Le tableau 6.4.1 permet de comparer le niveau de la main-d'oeuvre disponible à la Sous-Direction de l'Eau pour la collecte, le traitement et l'analyse des données hydrométriques, avec le niveau recommandé par l'OMM.

Tableau 6.4.1 - BESOINS EN MAIN-D'OEUVRE POUR LA COLLECTE, LE TRAITEMENT ET L'ANALYSE DES DONNEES HYDROMETRIQUES

	Personnel pour 100 stations			
Article	Personnel spécialisé	Techniciens		Surveillants
		Sénior	Junior	
Niveaux de main-d'oeuvre recommandés				
Opérations sur le terrain et entretien	1	5	5	100
Traitement, analyse et interprétation des données	2	3	3	-
Surveillance	0,5	-	-	-
Total	3,5	8	8	100
Niveaux actuels de main-d'oeuvre				
Opération sur le terrain et entretien	5	1,3	12	99
Traitement, analyse et interprétation des données	2	1,3	3	-
Surveillance	0,6	-	-	-
Total	7,6	2,6	15	99

Globalement le niveau de main-d'oeuvre est satisfaisant ; le personnel chargé des opérations sur le terrain et de l'entretien serait même en surnombre, tant en ce qui concerne le personnel spécialisé que les techniciens, le manque de techniciens seniors pouvant être, dans une certaine mesure, compensé par un très large excès en techniciens juniors. Pour cela, un certain effort devrait être fait dans le domaine de la formation. Les carences signalées, essentiellement dans le déroulement des opérations de terrain et de maintenance, ne sont donc dues qu'à l'indigence des crédits attribués à ce type d'activité.

Pour ce qui a trait aux moyens matériels de mesure, d'observation et de collecte, le tableau comparatif 6.4.2, qui fait également référence aux normes recommandées par l'OMM, appelle certains commentaires :

- le nombre de stations limnimétriques devrait être plus que doublé ;

- le nombre de stations limnigraphiques est très satisfaisant ;

- le nombre de moulinets et d'ateliers de réparation et d'entretien de l'équipement hydrologique est sensiblement suffisant ;

- les équipes hydrologiques de terrain, composées en partie de techniciens seniors, devraient être renforcées (cf. ci-dessus).

Il faut préciser également que les données sur la qualité de l'eau et le transport solide, fréquemment requises par les planificateurs, font partie des besoins à satisfaire.

La critique faite, par certains aménageurs ou gestionnaires d'ouvrages, sur l'absence de stations du réseau national à proximité des sites potentiellement aménageables ou existants, n'est souvent pas justifiée. Ce réseau, qui doit effectivement couvrir l'ensemble du pays sans lacunes importantes, ne dispense nullement les utilisateurs d'informations hydrométriques de l'installation de stations tertiaires ou secondaires, ou de stations servant à la gestion d'ouvrages.

Les gestionnaires de retenues doivent se donner les moyens de gérer au mieux la ressource stockée, par une bonne connaissance des cubatures et un contrôle rigoureux des apports, des prélèvements et des déversés. Par exemple, la prévision des apports aux aménagements hydroélectriques de Buyo, Taabo ou Ayamé, afin de limiter le plus possible les déversements, demande l'implantation de stations hydrométriques et climatologiques, équipées si possible pour la télétransmission. Cet équipement pourra être utilisé également pour l'estimation des pertes par évaporation, et d'une manière plus générale, pour la rationalisation de leur exploitation.

De la même manière, l'implantation, par les chargés d'études, de stations à proximité des sites aménageables, est souvent négligée à tort. C'est néanmoins dans cet esprit que l'EECI a programmé l'installation de stations hydrométriques sur certains sites reconnus de la Comoé. Les données recueillies pourront ensuite être valorisées à partir des données du réseau patrimonial.

Certaines stations des réseaux d'usage peuvent ultérieurement, si leur localisation et l'information qu'elles apportent le justifient, être intégrées au réseau permanent.

Tableau 6.4.2 - NIVEAUX D'ACTIVITE POUR LA COLLECTE DES DONNEES HYDROMETRIQUES

Elément	Densité minimum recommandée[1]				Densité pondérée NS	Densité réelle humide
	Aride[2]		Humide			
	S[3]	NS[4]	S	NS		
Stations de niveau des eaux de surface sans enregistrement (nb pour 10^4 km2)	1,2	2,4	12	24	13	5
Stations de niveau des eaux de surface avec enregistrement (nb pour 10^4 km2)	0,6	1	1	1	1	1,5
Stations de débit fluvial (nb pour 10^4 km2)	1	2	10	20	12	0
Stations de débit solide (nb pour 10^4 km2)	0,7	0,4	5	3	2	0
Stations de mesure de la qualité des eaux de surface (nb pour 10^4 km2)	0,7	0,4	5	3	2	0
Moulinets (nb pour 10 stations de débit)	2	2	1	1	1,3	1
Equipement d'étalonnage pour les moulinets (nb pour 200 moulinets)	2	2	1	1	1,3	0
Ateliers de réparation et d'entretien de l'équipement hydrologique (nb pour 200 stations de débit)	2	2	1	1	1,3	1
Laboratoires d'analyse des sédiments hydriques (nb pour 200 stations)	5	5	3	3	3,5	0
Laboratoires de qualité d'eau (nb pour 100 stations-qualité d'eau)	5	5	3	3	3,5	0
Equipes hydrologiques sur le terrain (2 à 3 personnes) (nb pour 10 stations de débit)	2	2	1	1	1,3	0,6
Equipes spécialisées de reconnaissance eaux superficielles (3 à 4 personnes) (nb pour 10^5 km2)	2	2	1	1	1,3	2
Personnel cadre-eaux superficielles (nb pour 100 stations de débit fluvial)	4	4	4	4	4	8

NOTES : (1) Recommandations OMM/UNESCO, 1988

(2) Aride : les précipitations moyennes annuelles sont inférieures à l'évaporation potentielle moyenne annuelle

(3) S : Géologie sédimentaire

(4) NS : Non-sédimentaire

6.4.3 Besoins à venir

Dans le domaine de l'hydrométrie, la Sous-Direction d'Hydrologie doit, à l'égal de la Sous-Direction de la Météorologie dans le domaine de la climatologie, afficher clairement et assumer son rôle de conseiller et de coordonnateur. Elle doit être consultée, quelle qu'en soit la finalité (aménagements hydroélectriques, hydraulique agricole, hydraulique urbaine, AEP, infrastructures de communications, etc.), pour la sélection des sites d'installation, le choix de l'appareillage et des mesures à effectuer, ainsi que pour la gestion et le traitement des observations.

Cependant, pour accomplir les différentes tâches qui lui sont dévolues : évaluation et conservation des ressources en eau, réglementation et police des eaux, la SDH ne peut se limiter à la simple gestion du réseau hydrométrique. Des données plus élaborées, ou même de véritables normes, sont indispensables. Un certain nombre d'études de référence doivent être développées, tant au niveau national que régional. La Sous-Direction pourra, si elle dispose des moyens humains et matériels nécessaires, réaliser elle-même ces études. Dans le cas contraire, elle en gardera l'initiative en proposant un cahier des charges précis et en assumant ultérieurement le suivi des travaux, confiés alors à un chargé d'études.

Le réseau de mesure du transport solide, comme celui du contrôle de la qualité des eaux, ne doit pas être dissocié du réseau hydrométrique. L'estimation des quantités de matières solides transportées dans les cours d'eau et le calcul des flux de matières dissoutes ne peuvent être en effet réalisés sans une connaissance correcte des débits.

Enfin, la pression démographique et le développement, parfois mal contrôlé, des zones urbaines et rurales (habitations, industries, périmètres agricoles), rendent parfois nécessaires des mesures de protection contre les crues. Les inondations, qui en 1990 ont provoqué de très importants dégâts à Agboville et dans toute sa région, sont l'illustration de ce besoin. Les données disponibles n'ont pas jusqu'ici permis d'expliquer cet événement de façon convaincante. La réalisation d'infrastructures et la mise en place de réseaux de prévision ou d'alerte doivent donc s'appuyer sur des chroniques de données suffisamment longues et fiables. Ces mêmes données devraient servir également, dans l'avenir, à l'établissement de plans d'occupation des sols, dans le but de rationaliser le développement des zones à risques.

6.5 Hydrogéologie

6.5.1 Evaluation de la situation actuelle au niveau de l'organisation et de la gestion

6.5.1.1 Service géologique de la SODEMI

Aucun commentaire particulier n'est à formuler concernant la SODEMI.

6.5.1.2 Sous-Direction de l'Hydraulique Villageoise

a. Qualité du personnel et formation

D'une manière générale, le personnel de la Sous-Direction de l'Hydraulique Villageoise a un bon niveau de connaissances et est compétent.

Cependant, la majorité des cadres et techniciens a une formation d'hydraulicien.

Un complément de formation est indispensable dans les domaines suivants :

- en hydrogéologie,
- en informatique : utilisation du matériel et des logiciels de gestion de données,
- concernant les méthodes pratiques d'analyses physico-chimiques (pour les techniciens).

Des stages de formation accélérée pluridisciplinaire de deux à trois mois sont envisageables dans le cadre du centre de formation continue. Ceux-ci ne peuvent être faits par manque de financement.

Concernant la géophysique, la Sous-Direction de l'Hydraulique Villageoise disposait de deux équipes comportant chacune deux ingénieurs. L'un d'entre eux a été nommé chef d'antenne et n'a pas été remplacé.

b. Evaluation des moyens matériels

Pour la géophysique, la Sous-Direction dispose de matériel à l'antenne de Bouaké. Ce matériel est actuellement suffisant pour le travail à fournir.

Pour le matériel d'analyse chimique, toutes les mallettes d'analyses qualitatives fournies par le Canada sont hors service.

Pour les moyens informatiques, l'ensemble du système de saisie sur les deux PC WANG était en panne, lors de la mission, depuis plus de sept mois. Plus aucune saisie n'est donc effectuée.

Ce qui est plus préoccupant, c'est que toutes les données saisies sont actuellement sur les deux disques durs des systèmes en panne et qu'il n'existe aucun listing et aucune sauvegarde de l'ensemble des données. Il est urgent de faire un back-up sur disquette de l'ensemble des données et de les stocker en lieu sûr de façon à ne pas perdre ces informations en attendant la réparation ou le changement des systèmes informatiques. Rappelons que les données relatives à 10 000 points d'eau sont actuellement stockées dans ces deux systèmes hors service.

Concernant la banque de données des eaux souterraines, il serait nécessaire que la Direction de l'Eau dispose d'un logiciel de saisie qui soit compatible avec ceux utilisés par ailleurs, et notamment dans les autres pays membres du CIEH.

Ce logiciel doit être à la fois un outil de planification et un logiciel de gestion de :

- données administratives,
- données géologiques,
- données hydrogéologiques,
- données physico-chimiques,
- etc.

Pour tout le matériel informatique, il est absolument indispensable de prévoir un contrat de maintenance.

Pour les moyens de déplacement, il n'y a pas de véhicule propre à la Sous-Direction de l'Hydraulique Villageoise. Les véhicules utilisés sont des véhicules acquis dans le cadre de la réhabilitation des points d'eau et affectés aux antennes régionales pour la mise en état du parc de pompes. Trois véhicules seulement sont affectés à la Sous-Direction d'Abidjan.

c. Problème de budget

Au sein de la Direction de l'Eau, il y a un budget global établi chaque année de façon théorique (voir paragraphe 5.1.2.4).

La difficulté de fonctionnement est double :

- la demande de budget annuel ne se traduit pas par la mise à disposition des crédits correspondants,

- de plus, il n'y a pas de budget de fonctionnement propre à chaque Sous-Direction et chaque Service.

Le fonctionnement n'est souvent possible que grâce à une aide substantielle apportée par le PNUD ou la Banque Mondiale.

6.5.1.3 Sous-Direction de l'Hydraulique Urbaine

a. Qualité du personnel et formation

La Sous-Direction de l'Hydraulique Urbaine a pour attribution :

- le contrôle de l'exploitation des ouvrages d'adduction d'eau potable et de la qualité de l'eau (ouvrages SODECI),

- l'exécution des travaux neufs d'adduction d'eau potable.

Pour mener à bien ces tâches, la Sous-Direction de l'Hydraulique Urbaine dispose d'un personnel ayant une formation adaptée (ingénieurs ENSTP).

b. Evaluation du matériel

Pour le matériel d'analyse chimique, la Sous-Direction possède quatre mallettes HYDROCURE d'analyses physico-chimiques de l'eau, en état de marche, avec un stock de produits pour les différents éléments recherchés.

Mais pour son rôle de contrôle de la qualité de l'eau distribuée par SODECI, la Sous-Direction de l'Hydraulique Rurale a surtout recours au Laboratoire National d'Essais de Qualité, de Métrologie et d'Analyse des pollutions (LANEMA), qui effectue les analyses bactériologiques.

Pour le matériel informatique et les logiciels, la Sous-Direction de l'Hydraulique Urbaine ne dispose d'aucun moyen. L'ensemble des moyens informatiques utilisés pour les eaux souterraines est centralisé à la Sous-Direction de l'Hydraulique Villageoise.

Pour les moyens de déplacements, il faut noter une insuffisance du nombre de véhicules affectés à la Sous-Direction de l'Hydraulique Urbaine : 5 véhicules pour 17 ingénieurs et 4 techniciens.

c. Problème de budget

Il n'y a pas de budget de fonctionnement propre à cette Sous-Direction. Les problèmes sont identiques à ceux de la Sous-Direction de l'Hydraulique Villageoise.

6.5.2 Evaluation des données hydrogéologiques

6.5.2.1 Evaluation des données géologiques

Concernant la documentation, la SODEMI effectue un travail considérable de collecte de toutes les références sur la géologie et la recherche minière en Côte d'Ivoire.

La diffusion de cette bibliograhie est rendue possible par la publication d'un ouvrage en deux volumes.

Sont actuellement disponibles toutes les références entre 1885 et 1983.

La préparation d'un ouvrage pour les références postérieures à cette période est en cours. De plus, une mise à jour de cette bibliographie est prévue.

Concernant la cartographie géologique, la Côte d'Ivoire possède une couverture géologique complète au 1/500 000. La couverture au 1/200 000 ne comporte actuellement que quatre cartes, mais l'édition de deux cartes supplémentaires était prévue pour fin 1991.

6.5.2.2 Evaluation des données hydrogéologiques

Concernant la cartographie, le seul document disponible est la carte hydrogéologique de reconnaissance au 1/1 000 000 établie en 1964, donc déjà ancien.

La diffusion de cette carte présente maintenant une difficulté : elle n'est plus en vente à la SODEMI.

Il existe aussi des cartes hydrogéologiques au 1/200 000, mais celles-ci sont également anciennes (1963-1964) et ne sont plus disponibles.

Aucun projet d'actualisation de ces documents n'est envisagé à ce jour.

Concernant la collecte des données, utilisée par la Sous-Direction de l'Hydraulique Villageoise, l'utilisation des fiches points d'eau et des dossiers village décrits au chapitre 5 (paragraphe 5.3.2.1) est généralisée depuis 1978 pour tous les points d'eau exécutés en hydraulique rurale.

Cependant on constate une importante hétérogénéité des informations pour les raisons suivantes :

- avant 1978, faute de fiches types, chaque intervenant faisait un dossier selon son habitude ; de ce fait tous les renseignements n'ont pas toujours été notés,

- la valeur des données varie en fonction de celui qui remplit les fiches suivant qu'il s'agit d'un Bureau d'Etudes ou d'un autre, ou d'un cadre technique de l'Administration ou d'un foreur.

Une analyse critique et un examen approfondi de tous ces dossiers sont indispensables avant de les stocker sur des supports informatiques. Ceci n'a été que très partiellement fait en Côte d'Ivoire.

La seule vérification faite sur les fiches de saisie manuelles concerne la véracité logique des coordonnées du point d'eau. Ce contrôle n'est cependant pas effectué de façon systématique.

Concernant les données stockées à la Sous-Direction de l'Hydraulique Villageoise : après la saisie informatique, les données sont listées et relues en les confrontant aux données écrites sur les fiches bordereau.

Aucun test de validation n'est effectué sur ces données.

Le fichier informatisé des points d'eau existants reste actuellement partiel : il ne concerne que 10 000 points d'eau. Le nombre réel des points d'eau en fonctionnement sur le terroitire n'est d'ailleurs pas connu avec précision (15 000 points d'eau ?).

L'ensemble des données saisies est stocké sur les disques durs des deux systèmes informatiques disponibles. Il n'y a pas de sauvegarde des données relatives aux points d'eau déjà saisis.

Concernant les données stockées à la Sous-Direction de l'Hydraulique Urbaine et à la SODECI, celles-ci sont essentiellement sur fiches manuscrites : au niveau de la SODECI, l'informatique est très utilisée au niveau de la gestion administrative et financière (abonnés, tarification, pompes, etc.), mais il n'existe pas de banque de données sur l'utilisation des ressources en eau (prélèvements effectués, qualité des eaux).

Concernant les données stockées dans le cadre de l'inventaire hydrogéologique, réalisé en 1982 par GEOMINES, les informations concernant 9000 points d'eau (puits et forages) ont été saisies. Cette première base de données, élaborée en Côte d'Ivoire, a été stockée par le système BURROUGH 6800 de l'ENSTP de Yamoussoukro où se trouvent toujours les fichiers informatisés.

La récupération de ces données pose des problèmes techniques tels que la Direction de l'Eau préfère s'orienter vers l'abandon de cette banque de données et reprendre toutes les fiches manuscrites.

Concernant la documentation existante

. Au niveau de la Direction de l'Eau, il n'existe pas de service documentation chargé de centraliser les rapports sur les études et les projets qui se sont déroulés en Côte d'Ivoire.

  La documentation existante est dispersée dans les bureaux des différents responsables. Les rapports que l'on peut trouver sont souvent incomplets.

  Les documents sont également dispersés dans les antennes régionales.

. Au niveau de la SODECI, un service documentation a été créé et est chargé de centraliser, d'archiver tous les documents relatifs aux ressources en eau. Un effort important est fait à la SODECI pour mettre en oeuvre une banque de données bibliographiques des documents en leur possession.

Concernant les données sur la qualité des eaux

. A la Sous-Direction de l'Hydraulique Villageoise

  Aucune donnée concernant les caractéristiques physico-chimiques ou bactériologiques n'est archivée, et encore moins saisie, au niveau de cette Sous-Direction.

Aucun contrôle sur la qualité des eaux, en particulier analyse physico-chimique, n'est effectué en hydraulique villageoise.

Au début des programmes d'hydraulique villageoise, le Ministère de la Santé effectuait des tournées avec des unités mobiles pour contrôler la qualité des eaux de captage (puits et forages).

Ces contrôles étaient effectués par le Service des Grandes Endémies et portaient sur :

- les coliformes totaux,
- les coliformes fécaux.

En fonction des résultats, un traitement de l'ouvrage était demandé.

A ce jour, ce système n'est plus opérationnel, surtout par manque de crédits.

Il n'est plus possible de retrouver ces données.

. A la Sous-Direction de l'Hydraulique Urbaine et à la SODECI, des mesures physico-chimiques et bactériologiques sont faites régulièrement pour contrôler la qualité de l'eau fournie en milieu urbain et dans les centres placés sous la responsabilité de la SODECI.

Pour les analyses dont la réalisation est confiée au LANEMA, celles-ci sont faites dans de bonnes conditions. A priori, les résultats sont fiables.

Pour les analyses réalisées par les techniciens de l'Administration à l'aide des mallettes de terrain "HYDROCURE", il faut préciser que ces techniciens n'ont reçu qu'une formation essentiellement pratique sur le terrain et par le biais de quelques stages.

L'ensemble des données est archivé :

- au Service Technique de la SODECI,
- à la Sous-Direction de l'Hydraulique Urbaine.

Il n'y a pas d'informatisation de ces données, et cela n'est pas envisagé actuellement.

6.5.2.3 Evaluation des données piézométriques

Il n'y a pas en Côte d'Ivoire de réseau piézométrique généralisé sur l'ensemble du pays. La Direction de l'Eau estime que la majeure partie du pays concernée par l'hydraulique villageoise fait l'objet de faibles prélèvements en eaux souterraines. C'est pourquoi le suivi des nappes n'a pas été envisagé.

Toutefois, l'alimentation en eau des centres urbains à partir des eaux souterraines pose des problèmes plus importants : des tarissements de forages sont constatés, l'augmentation des débits se fait parfois de façon incontrôlée, les besoins augmentent dans des proportions importantes.

a. Dans le bassin sédimentaire côtier

Dans le cadre précis de la nappe d'Abidjan, un certain nombre d'ouvrages (puits, forages piézométriques) ont servi de points d'observation de cette nappe :

- de novembre 1977 à décembre 1978 : mesures sur 86 points,
- du 1er octobre 1984 au 1er mars 1987 : mesures sur 7 points,
- depuis juin 1990, la SODECI a repris les relevés piézométriques sur 4 piézomètres seulement.

Il n'y a pas eu de suivi permanent de cette nappe permettant de reconstituer l'historique de son exploitation et d'étudier l'évolution de son comportement. Ceci est d'autant plus grave que l'alimentation en eau d'Abidjan repose sur l'utilisation exclusive de cette ressource.

Le réseau de piézomètres et points de mesures évoqués ci-dessus et décrit plus en détail au chapitre 5 existe, mais il n'a pas été possible d'obtenir des renseignements précis sur ces ouvrages :

- caractéristiques précises,
- coupes géologiques,
- carte de positionnement.

Les seuls renseignements figurant au chapitre 5 sont extraits d'un rapport d'étude.

Les données piézométriques disponibles sont stockées à la SODECI sous forme de fiches manuelles.

b. En zone de socle

Jusqu'à ce jour aucun piézomètre n'a été suivi dans l'ensemble de la zone cristalline :

- Dans le cadre de l'hydraulique urbaine, pour les forages exploités par SODECI (252 forages en zone de socle), les mesures piézométriques devaient être faites régulièrement. Celles-ci ont été abandonnées, car le personnel ne sait pas effectuer la mesure avec la technique de la ligne d'air. Aucune disposition n'est prise pour remédier à cette lacune.

- Dans le cadre de l'hydraulique villageoise, il était prévu, dans l'exécution des programmes récents, d'équiper en piézomètres les forages positifs hydrogéologiquement, mais au débit insuffisant pour être mis en exploitation.

Ceci a été le cas lors de la réalisation du programme CEAO.

La Direction de l'Eau ne possède aucune information précise sur ces ouvrages (nombre, situation, caractéristiques).

Aucune campagne de mesures n'est effectuée sur ces piézomètres.

c. Etat du réseau

Compte tenu du manque d'informations sur les quelques points d'observation des eaux souterraines, il est impossible d'évaluer l'état de ces piézomètres.

oOo

CHAPITRE 7

RECOMMANDATIONS

7.1 Description générale du niveau de changement nécessaire

7.1.1 Législation actuelle du régime des eaux et cadre institutionnel

Depuis avril 1984, toutes les fonctions suivantes dépendaient d'une même direction centralisée du Ministère des Travaux Publics, de la Construction, des Postes et Télécommunications : la Direction de l'Eau :

- Gestion de la ressource en eau en quantité comme en qualité, comportant l'inventaire, la répartition, la planification, la programmation et le contrôle.

- Conception et réalisation des équipements d'alimentation en eau, d'assainissement et de drainage comportant, pour l'eau potable, les équipements de production-traitement, d'adduction et de distribution, pour l'assainissement et le drainage, la collecte, le transport et un traitement éventuel.

- Exploitation des différents réseaux d'eau potable, d'assainissement et de drainage.

Ce système était donc très centralisé, en notant toutefois :

- L'exploitation des réseaux d'eau potable urbaine et rurale est néanmoins concédée à la SODECI (y compris le renouvellement des matériels électromécaniques ou électriques).

- Pour l'assainissement et le drainage, la SETU est chargée, depuis 1975, de l'étude, la réalisation et la gestion des infrastructures d'assainissement et de drainage, à l'exclusion des collecteurs de drainage propres à la voirie. Elle sous-traite et concède certaines tâches. Ainsi, la SODECI entretient le réseau public d'assainissement d'Abidjan et certains collecteurs de lotissements privés.

- La Direction et Contrôle des Grands Travaux (DCGTX), rattachée à la Présidence de la République, est chargée, sous la tutelle technique du Ministère concerné, d'assurer la direction et le contrôle des projets en eau et assainissement dont l'estimation est supérieure à 1 milliard de Francs CFA.

- Le Ministère chargé de l'Economie et des Finances intervient dans la tutelle du Fonds National de l'Eau (FNE), celui-ci étant destiné au service de la dette.

7.1.2 Récentes réformes de structure

Suite aux demières élections de 1990, deux ministères viennent d'être créés, entraînant une scission des attributions de la Direction de l'Eau :

- Le Ministère de l'Equipement des Transports et du Tourisme conserve la Direction de l'Eau, avec les Sous-Directions suivantes :

  - ressources en eau de surface,
  - hydraulique villageoise,
  - hydraulique urbaine.

- Le Ministère de l'Environnement, de la Construction et de l'Urbanisme, comportant notamment la Sous-Direction de l'Assainissement.

Au niveau hydroélectricité, l'Energie Electrique de la Côte d'Ivoire (EECI) n'est plus responsable que de la gestion du patrimoine et de la réalisation des nouveaux investissements.

La CIE (Compagnie Ivoirienne d'Electricité - à capitaux 60 % SAUR et 40 % EDF) a été créée pour être concessionnaire de l'exploitation des installations de production d'énergie électrique.

7.1.3 Recommandations concernant le domaine de l'hydroclimatologie

Il est urgent de mettre en place une structure qui assure, dans un premier temps, une activité minimale en préservant l'acquis et en valorisant les données recueillies et permette ensuite de développer les aspects complémentaires pour une bonne gestion intégrée des ressources en eau.

A cet effet, des recommandations sont à exprimer d'abord à l'endroit du Gouvernement de Côte d'Ivoire, pour qu'il prenne conscience qu'il dispose d'un patrimoine non négligeable d'informations hydroclimatologiques. Pour que le capital investi ne se détériore pas rapidement, il est important que l'effort consenti antérieurement soit poursuivi. Une bonne connaissance des événements hydroclimatiques est indispensable à une gestion rationnelle de la ressource en eau, même si celle-ci paraît parfois suffisante en quantité comme en qualité.

Dans un souci d'efficacité, il est indispensable que la Sous-Direction de la Météorologie et la Sous-Direction de l'Hydrologie disposent d'une structure de concertation, premier pas vers la mise en place d'une véritable banque nationale de données sur l'eau, dans laquelle serait archivé l'ensemble des observations recueillies par tous les gestionnaires de réseaux. Les informations de base pourraient ainsi être facilement accessibles aux différents utilisateurs sur des supports et à l'aide de formats et de procédures standard.

La fourniture de produits hydrométéorologiques dérivés, c'est-à-dire plus élaborés, devrait être réalisée à titre onéreux afin que ces institutions puissent jouir d'une certaine autonomie financière.

A court terme, il est indispensable que l'ANAM et la Direction de l'Eau sensibilisent les autorités dirigeantes aux bénéfices apportés par les réseaux d'observation et mesures hydrométéorologiques. Un effort d'information doit être également fait en direction des utilisateurs potentiels qui ignorent souvent l'existence d'un tel patrimoine de données, et plus encore l'existence de banques informatisées. Si besoin, une plaquette explicative pourrait être publiée.

Le manque d'information et de concertation a amené certaines institutions (telle l'Energie Electrique de la Côte d'Ivoire) à développer leur propre banque. Des économies importantes pourraient être réalisées en créant un groupe technique de gestionnaires et d'utilisateurs, qui aurait essentiellement pour tâche d'harmoniser l'information offerte et les procédures d'accès aux besoins réels.

A l'endroit des institutions internationales de coopération, les recommandations qui leur sont adressées concernent le soutien technique, logistique et financier à apporter à la Côte d'Ivoire dans ses efforts de restructuration, d'équipement et de développement des activités en climatologie et en hydrologie. Ces institutions doivent cependant veiller à une bonne coordination de leurs activités et à ce que le volet "ressources en eau" soit pris en considération, complémentairement aux tâches d'acquisition et d'archivage de données.

A côté de l'aspect essentiellement technique évoqué, et malgré les prérogatives attribuées à la Direction de l'Eau, dans le cadre de l'organisation récente du Ministère de l'Equipement, des Transports et du Tourisme (METT), il semble nécessaire de définir, au niveau structurel et organisationnel, une entité autonome et intégrée qui puisse assurer :

- la planification et la gestion de la ressource en eau superficielle et souterraine prenant en compte tous les usages,

- la protection de cette ressource, profitant que les causes de pollution encore limitées permettent d'établir un état de référence (point 0) et de prendre des mesures conservatoires efficaces,

- la mise en place de dispositions juridiques indispensables : législation de l'eau, de l'environnement, etc.

Aucune procédure d'autorisation de prélèvement dans les eaux de surface n'a, jusqu'à ce jour, été instituée. Des conflits d'usage sont déjà apparus entre eau potable et irrigation. L'énergie hydroélectrique est également concernée : le remplissage du barrage de Kossou déjà problématique, se heurte aux prélèvements effectués en amont par la SODESUCRE et par de nombreux petits barrages hydroagricoles et pastoraux. Il est par ailleurs fréquent que le développement des centres urbains se fasse autour des retenues servant à l'alimentation en eau potable. Ces cuvettes reçoivent ainsi les eaux polluées, rendant les problèmes de traitement très difficiles.

Pour jouir d'une véritable indépendance et disposer des moyens nécessaires lui permettant de prendre en charge tous les aspects techniques, socio-économiques, juridiques et financiers, de la connaissance, de l'utilisation et de la protection de la ressource en eau, la structure à mettre en place devrait jouir d'une autonomie financière qui pourrait être recherchée dans une participation de tous les utilisateurs. Pour être équitable, les contributions devraient être en rapport avec l'usage qui est fait de la ressource : prélèvements (AEP, irrigation, industrie), pollution (rejets industriels ou domestiques, agriculture), altération du régime des eaux (retenues hydroélectriques).

7.1.4 Recommandations pour la coordination du domaine hydraulique

- L'eau est un bien économique et même politique. Sa maîtrise et sa gestion doivent être traitées d'une manière globlale. Tous les spécialistes : industriels sanitaires, agriculteurs, aménageurs, environnementaux sont partie prenante.

- Elle doit être considérée comme une ressource épuisable et vulnérable, surtout vis-à-vis des pollutions.

- Toute politique de l'eau ne prenant pas en compte tous ces aspects est d'avance vouée à l'échec. En effet, on ne peut pas concevoir un plan d'alimentation en eau potable sans se préoccuper de la qualité des eaux.

- Des décisions doivent être prises pour superviser et coordonner les interventions dans le domaine des ressources en eau. Des moyens doivent être mis à la disposition des Ministères traitant des problèmes d'eau pour la connaissance, l'utilisation, la gestion, le contrôle qualitatif et quantitatif de qualité, la sauvegarde de cette ressource.

7.1.4.1 Nécessité d'une coordination : Comité Interministériel de l'Eau

La Côte d'Ivoire doit obligatoirement mettre en place un Comité Interministériel de l'Eau, dont le rôle le plus urgent sera de définir les mesures à prendre pour institutionnaliser la coordination entre tous les intervenants dans le domaine de l'hydraulique.

L'un des éléments de cette coordination est d'assurer la transmission de tous les renseignements et données sur l'eau et l'hydraulique à la Direction de l'Eau.

C'est la Direction de l'Eau qui doit détenir la banque de données sur l'eau en Côte d'Ivoire.

Cette coordination doit être complétée par l'institution d'un secrétariat technique, au sein de la Direction de l'Eau, chargé de fournir les services voulus au Comité Interministériel de l'Eau.

Dans l'immédiat, en attendant la création d'un Comité Interministériel de l'Eau, il est indispensable que la Direction de l'Eau soit en contact avec tous les organismes (privés ou publics) intervenant dans le domaine de l'eau et de l'hydraulique, afin de recueillir toutes les informations pour compléter la banque de données informatisées. La Direction de l'Eau doit détenir la banque nationale de toutes les données sur l'eau.

Afin de pouvoir remplir ce rôle, il est nécessaire de créer une documentation à la Direction de l'Eau, destinée à recevoir, répertorier et classer un exemplaire de tous les rapports techniques sur les projets exécutés en Côte d'Ivoire : études de faisabilité, rapports d'avancement, rapports de fin de projet.

Une banque de données régulièrement mise à jour et une documentation complète sur toutes les études de ressources en eau faites en Côte d'Ivoire doivent devenir très rapidement des éléments indispensable pour la conception et l'orientation des projets futurs.

Ainsi, la recherche de toutes les données concernant les potentialités en eau d'une région bien déterminée constitue actuellement, en Côte d'Ivoire, une opération longue et complexe exigeant la consultation de nombreuses archives détenues par plusieurs services, et souvent dispersées au sein de ces services qui ne sont pas toujours décidés à mettre ces documents à la disposition du visiteur.

La Direction de l'Eau, chargée de centraliser toutes les données, doit aussi assurer la diffusion des informations auprès de tous les intervenants dans le domaine de l'eau qui sont demandeurs.

Ce rôle important de coordination, de centralisation des données et de leur diffusion que doit avoir la Direction de l'Eau n'est pas encore institutionnalisé : il est nécessaire que des protocoles d'accord soient conclus entre la Direction de l'Eau et les différents intervenants dans le domaine de l'eau pour permettre la transmission et la diffusion d'informations.

7.1.4.2 Nécessité d'une politique de l'eau

Lorsque le Comité Interministériel de l'Eau aura été instauré, il devra orienter ses activités en priorité vers les tâches suivantes :

- Création d'un bureau central chargé des affaires relatives à la réglementation et à l'administration des droits d'eau.

- Réforme du cadre institutionnel du secteur de l'eau avec possibilité de grouper les activités concernant l'eau et l'hydraulique sous l'autorité et/ou la tutelle (pour les sociétés) d'un seul ministère, comme c'est le cas dans un nombre croissant de pays ou, tout au moins, d'une seule direction.

- Etablissement d'un Plan Directeur pour l'aménagement du régime des eaux.

Toutes ces questions pourraient être examinées dans le cadre d'une conférence sectorielle de l'eau à laquelle participeraient les organismes ivoiriens s'occupant de l'eau et de l'hydraulique ainsi que les bailleurs de fonds.

7.1.4.3 Difficultés actuelles et solution proposée

Les autorités ivoiriennes ont parfaitement conscience du problème de structure et d'organisation actuel dans le domaine de l'eau et de l'hydraulique. La difficulté essentielle empêchant toute tentative de réorganisation est le manque de moyens matériels et financiers sans lesquels il est impossible de permettre à une structure de fonctionner.

Ce problème, soulevé par les différents responsables rencontrés par le Consultant, avait déjà été soulevé dans le cadre de l'étude institutionnelle des secteurs de l'eau et de l'assainissement réalisée en 1984 (voir ci-après documents de référence).

Nous reprenons ici les propositions faites pour remédier aux difficultés actuelles. Le système proposé est basé sur la création d'une Autorité de l'Eau en tant qu'organisme gestionnaire du secteur.

La structure proposée comporte :

. Un comité interministériel de l'Eau (comme cela a déjà été évoqué au paragraphe 7.1.4.1) assurant la tutelle de l'Autorité de l'Eau et fixant notamment, sur proposition de cette dernière, les prix de l'eau, le programme d'investissement ainsi que la répartition des financements entre le secteur et l'Etat.

. Une Autorité de l'Eau chargée de toutes les responsabilités techniques et financières dans le domaine de l'eau et assurant également la maîtrise des ouvrages et leur exploitation.

  Le statut juridique de l'Autorité de l'Eau pourrait être un Etablissement Public, une Société d'Etat ou une Société d'Economie Mixte. Ce statut pourrait d'ailleurs être évolutif dans le temps en fonction de l'autonomie souhaitée.

. Des opérateurs :

  - l'un chargé de la maîtrise d'oeuvre des grands travaux (DCGTX),

  - d'autres, comme la SODECI, chargés de l'exploitation et de l'entretien des ouvrages ayant une large responsabilité dans le cadre de leur contrat, et notamment chargés de certains investissements d'extension destinés à améliorer la rentabilité du secteur en général et de leur contrat d'exploitation.

Une première phase immédiate dans la mise en place progressive de l'Autorité de l'Eau pourrait consister à modifier les structures actuelles de la manière suivante :

. Création d'un Comité de Gestion de l'Eau dont les tâches essentielles seraient :

- assurer une coordination permanente entre les rouages les plus actifs du secteur (Direction de l'Eau, Fonds Nationaux et Opérateurs) et définir en conséquence les nouvelles orientations éventuelles,

- proposer une fois par an au Comité Interministériel les stratégies globales établies par la Direction de l'Eau permettant de garantir l'équilibre du système (tarifs, programmes d'investissements et répartition des charges entre le secteur et l'Etat).

  Ce Comité de Gestion sera en fait l'organisme clé du secteur, et ses attributions seront celles du futur Conseil d'Administration de l'Autorité.

. Amélioration des structures de la Direction de l'Eau par :

- la création d'un service Planification-Economie-Finance, chargé de l'établissement des stratégies globales,

- la réorganisation d'autres services dans le cadre des principes énumérés.

. La gestion interne du Fonds National de l'Eau, actuellement placée sous la tutelle du Ministère de l'Economie et des Finances, devrait être assurée par le Comité de Gestion.

7.2 Pluviométrie et climat

7.2.1 Structure organisationnelle

La Sous-Direction de la Météorologie apparaît comme une entité bien structurée. La Section d'Hydrométéorologie, rattachée à la Division de Climatologie du Département de Climatologie Générale et Appliquée, doit servir de trait d'union avec la Sous-Direction de l'Hydrologie, chargée des observations et mesures hydrométriques au sein de la Direction de l'Eau.

Responsable de la gestion du réseau pluvioclimatologique patrimonial, c'est-à-dire permanent, de l'ensemble de la Côte d'Ivoire, la Météorologie devrait centraliser toutes les données produites par des tiers. Elle devrait être également consultée pour toute nouvelle création ou modification de poste ou de station, tant au niveau du choix des sites d'implantation et de l'appareillage, qu'au niveau des procédures de mesures ou de traitements. Son rôle, dans ce domaine, est donc d'assurer la

cohérence des réseaux et garantir le respect des normes, sans lesquels gaspillage et inefficacité ne pourront être évités.

L'utilisateur, de son côté, doit être assuré d'avoir accès à l'ensemble de l'information et être informé, s'il le juge nécessaire, sur la qualité des données fournies. Pour cela, la mise en place d'un gestionnaire de la banque de données pluvioclimatologiques est souhaitable. Il devrait jouer le rôle "d'interface" entre informaticiens, spécialistes météorologues, climatologues, agrométéorologues, voire hydrologues et utilisateurs.

Si, grâce à la micro-informatique, il est concevable et même souhaitable que le contrôle et la saisie des données soient décentralisés, en préservant cependant l'harmonisation des procédures, il est néanmoins recommandé que toutes les données soient regroupées à Abidjan au sein de la banque nationale. Cela ne signifie nullement que la mise en place de serveurs secondaires de données soit à rejeter (à Bouaké ou Korhogo, par exemple).

Il serait légitime que la Sous-Direction de la Météorologie bénéficie d'un retour des recettes produites par les différentes prestations qu'elle effectue à la demande de tiers. Ces prestations pourraient d'ailleurs, grâce à l'outil informatique, être sensiblement développées en élargissant la gamme des produits dérivés, ce qui permettrait de renforcer les crédits publics de fonctionnement et d'équipement, jugés très insuffisants. Il faut, par contre, veiller à ce que la tarification des données de base ne soit pas trop dissuasive. Actuellement, les données brutes sont vendues plus chères que les données élaborées, pour éviter la concurrence d'organismes ou bureaux d'études qui disposeraient de chaînes de traitement plus performantes que celle de la Météorologie.

7.2.2 Réseau

7.2.2.1 Taille et densité

Une meilleure connaissance des paramètres conditionnant l'évaporation passe par un rééquilibrage du réseau climatologique, tous types de stations confondus. Le Nord du pays est sensiblement défavorisé. La création, à court ou moyen terme, de 6 à 7 stations synoptiques et d'une dizaine de stations agrométéorologiques doit être envisagée. Ces stations devront être dotées d'équipements modernes : stations automatiques équipées de centrale d'acquisition électronique et d'un système de télétransmission par satellite (fiche projet n° 1).

En se référant aux normes OMM/UNESCO, le réseau pluviométrique permanent, dont les données sont disponibles à la Sous-Direction de la Météorologie, a une couverture insuffisante. Le nombre d'appareils devrait être plus que doublé pour dépasser les 500 postes nécessaires (paragraphe : 6.2.2). Ce chiffre masque toutefois de fortes disparités. Si globalement les 2/3 de la partie septentrionale du pays sont relativement bien pourvus, les régions Nord-Est, Nord et Centre-Ouest devraient être renforcées. Quant à la partie méridionale humide, son parc devrait, en théorie,

être quadruplé, en faisant porter un effort particulier sur le quart Sud-Ouest. Ce renforcement pourrait néanmoins être limité à une cinquantaine d'appareils, si les observations effectuées aux 188 postes gérés par des tiers pouvaient être contrôlées et centralisées par la Météorologie de façon permanente.

Avec la création d'une dizaine de stations agrométéorologiques, le nombre de nouveaux pluviographes pourrait être suffisant. Il s'agirait bien évidemment d'appareils électroniques permettant l'enregistrement des données sur mémoire informatique.

7.2.2.2 Personnel

Il existe, à tous les niveaux, un important besoin en formation spécialisée qu'il est urgent de satisfaire :

- ingénieurs : 7 synopticiens, 2 météorologues, 2 climatologues, 1 agronome, 1 hydrométéorologue, 1 statisticien, 1 agronome ;

- techniciens supérieurs : 2 chefs et chefs-adjoints de stations, 24 agroclimatologues, 1 informaticien et 8 spécialistes de maintenance des équipements ;

- 113 assistants de la météorologie, dont 37 nouvellement recrutés (fiche projet n° 4).

La modernisation des réseaux n'étant pas encore entrée dans sa phase de réalisation, toutes les informations recueillies (y compris le fonds de données anciennes) doivent être saisies manuellement par des opérateurs. Un renforcement du personnel est donc nécessaire à ce niveau. De la même manière, le développement de nouvelles applications et la décentralisation informatique (à Bouaké et Korhogo) rendront nécessaires le recrutement d'informaticiens, au niveau d'analystes-programmeurs, parfaitement rôdés à la micro-informatique. Le personnel déjà en service devrait recevoir une formation complémentaire dans ce domaine, ainsi que pour une meilleure utilisation du logiciel CLICOM.

Il est également indispensable qu'un effort soit fait pour la formation continue des observateurs bénévoles. Celle-ci ne pouvant être assurée qu'au cours des tournées d'inspection, il est important qu'une fréquence de visite biannuelle, de tous les postes, soit respectée. De la même manière, des séminaires régionaux de formation doivent être organisés pour les observateurs des Sociétés de développement agricole, des Instituts de Recherches ou d'autres institutions qui collaborent au recueil des données climatologiques ou agrométéorologiques.

7.2.2.3 Equipement

De nombreux équipements de mesures et d'observations ont plus de vingt ans d'âge. De plus, avec la croissance de l'urbanisation et de l'occupation des sols par l'homme, certaines anciennes stations ne sont plus représentatives et devraient être déplacées (Bondoukou, Gagnoa, Dimbokro et Bouaké).

La modernisation des installations vétustes doit donc être menée de pair avec l'amélioration de la densité des réseaux (fiche projet n° 1). Elle doit permettre :

- de minimiser l'intervention humaine, souvent contraignante et source d'erreurs dans la pratique des mesures ;

- d'enregistrer les observations sur un support qui permette un traitement automatique par des moyens informatiques modernes ;

- de bénéficier, si besoin est, d'une transmission fiable, sûre et pratique (permettant de recevoir directement les informations sous forme digitale).

Les stations automatiques équipées de centrale électronique d'acquisition sur site répondent à ces différents critères. Peu consommatrices d'énergie, elles peuvent être alimentées par batterie chargée à l'aide d'un panneau solaire.

La télétransmission par satellite pourrait fonctionner sur un réseau minimum qui, prioritairement, serait le réseau synoptique une fois celui-ci complété, auquel s'ajouteraient éventuellement quelques stations agrométéorologiques.

Une meilleure exploitation des données passe par une amélioration sensible de l'environnement informatique qui doit se traduire par un accroissement du parc de matériel, tant en quantité qu'en qualité (fiche projet n° 2).

Sachant que les applications demandées sont multiples, un schéma directeur d'équipement devrait être établi. D'ores et déjà et sans préjuger des conclusions, il apparaît qu'une part plus importante devrait être faite à la micro-informatique qui n'interdit aucunement le travail en réseau. L'acquisition devrait porter non seulement sur des micro-ordinateurs performants, mais aussi sur des périphériques supplémentaires : imprimante laser et imprimante matricielle, table traçante et, enfin, table à numériser pour le traitement de tous les enregistrements graphiques et plus particulièrement des pluviogrammes. Un tel équipement rendrait intéressant un investissement en progiciels et logiciels : langages de programmation, éditeurs de textes, tableurs-graphiques, analyse et traitements statistiques, cartographie, etc.

Dans ce contexte, il semble qu'un minimum de formation à l'utilisation de la micro-informatique, sous la forme de stages, des ingénieurs et techniciens supérieurs soit hautement souhaitable. Un niveau de valorisation des données, sensiblement supérieur au niveau actuel, pourrait alors être atteint.

7.2.2.4 Entretien

Alors que compte tenu de la vétusté du matériel, la fréquence des défaillances tend à augmenter, le nombre de tournées d'inspection et de contrôle tend à se réduire sensiblement. Seul l'entretien courant peut être assuré, les stocks de pièces de rechange ou d'appareils étant très réduits.

La présence à Bouaké, pour sa situation au centre du pays, du Département des Equipements et des Techniques Instrumentales doit être maintenue. Bien structuré (tableau 3.1.2), il est indispensable de lui donner les moyens qui lui permettent de jouer son rôle de manière effective : stocks de pièces détachées et d'instruments, outillage, systèmes d'étalonnages etc. La Division des Equipements Electroniques qui lui est rattachée devrait être amenée à jouer un rôle de plus en plus important, compte tenu de la nature des équipements modernes, tant au niveau de l'instrumentation qu'au niveau de la télétransmission.

Une gestion optimisée de ces équipements est à rechercher, principalement, dans l'homogénéité du parc instrumental qui permet de limiter les stocks de pièces de rechange et d'appareils, ou de matériel consommable.

La télétransmission par satellite permet un auto-contrôle des instruments de mesure, mais ne dispense pas des interventions sur le terrain. De plus, il est impensable d'équiper d'un tel dispositif un réseau pluvioclimatologique complet. Il est donc indispensable que la Sous-Direction de la Météorologie dispose de moyens de mobilisation suffisants : véhicules, carburant, indemnités de déplacement.

7.2.3 Données

Si dans le domaine de la météorologie les aspects liés à la navigation aérienne et à la prévision des conditions atmosphériques restent prioritaires, les nombreuses applications climatologiques ne peuvent se contenter des seules données traitées en temps peu différé. La connaissance de données historiques, absolument nécessaire, ne pourra être satisfaite sans la mise en place d'une banque de données regroupant tous les paramètres mesurés.

Il s'agit là d'une opération importante qui demande de gros moyens tant en personnel qu'en matériel. Il est pour cela de première importance que les données saisies et critiquées par d'autres institutions (par exemple les précipitations journalières traitées par l'ORSTOM jusqu'à l'année 1980) ne soient pas saisies une seconde fois, comme l'intention en avait été manifestée par la Sous-Direction de la Météorologie. La récupération des anciens fichiers par le système CLICOM relève de l'informatique classique.

L'outil informatique utilisé pour la saisie, le contrôle et l'archivage des données de base doit également permettre d'élargir la gamme des produits dérivés pour lesquels la demande est de plus en plus forte. Parmi les opérations à entreprendre ressortent :

- la mise à jour des isohyètes interannuelles tant au niveau mensuel qu'annuel ;

- l'étude des pluies journalières et des séquences pluvieuses ;

- l'étude de la forme des averses ;

- l'étude de la stationnarité des séries climatiques, des tendances saisonnières et des "cycles interannuels" ;

- le développement des applications agrométéorologiques (aspects atmosphériques et édaphiques), en liaison avec les instituts de recherche et les sociétés de développement ;

- l'ajustement de lois statistiques et la régionalisation des paramètres ;

- la création d'une banque de données d'évaporation ;

- la création d'une banque de données pluviographiques, ce qui nécessite le comblement de l'important retard accumulé en ce domaine : dépouillement des enregistrements, étude des intensités, établissement de courbes intensité-durée-fréquence.

L'installation de pluviographes électroniques dans les années futures facilitera l'archivage des enregistrements récents, mais laissera entier le problème du traitement des diagrammes anciens, si un programme d'intervention, doté de moyens suffisants en personnel et en matériel, n'est pas rapidement mis en place (fiche projet n° 3).

L'ANAM doit enfin disposer de moyens qui lui permettent de publier des ouvrages de référence, dont certains sont déjà disponibles à l'état de minute : études des régimes et des tendances pluviométriques, études des saisons pluvieuses, études des pluies journalières, etc.

La collaboration avec les autres organismes effectuant des observations climatologiques ne doit pas se limiter à une simple intervention de la Météorologie pour le choix des sites de mesures et de l'appareillage ou la définition des protocoles d'observation. Toutes les données recueillies doivent être archivées dans la banque nationale, après avoir été traitées par les procédures standard. Les sociétés de développement équipées de stations agrométéorologiques, l'EECI qui effectue des observations à proximité des aménagements hydroélectriques, pour ne citer que les plus connus, doivent s'astreindre à faire parvenir, dans des délais raisonnables, les résultats de leurs mesures à la SDM.

7.3 Eaux superficielles

7.3.1 Structure organisationnelle

La structure organisationnelle demande à être renforcée sur le plan institutionnel, afin d'aboutir à une gestion intégrée des ressources en eau où l'autonomie de gestion, et surtout d'action, serait effective. Dans le schéma proposé au paragraphe 7.1, une structure aurait spécifiquement en charge tous les aspects ayant trait aux eaux superficielles : inventaire et conservation de la ressource, tant au niveau quantitatif que qualitatif, normalisation et réglementation. Cette structure issue, au moins partiellement, de la Sous-Direction de l'Hydrologie gèrerait les différents réseaux patrimoniaux : stations hydrométriques, stations de mesure du transport solide et de la qualité physico-chimique des eaux de surface.

La mise en place d'une telle entité peut être réalisé, progressivement, en autorisant, dans un premier temps, la Direction de l'Eau à facturer certaines prestations (essentiellement, celles sortant du domaine du strict service public), pour couvrir une partie des dépenses de fonctionnement et lui donner une certaine aptitude à financer des actions non programmées, mais nécessaires.

7.3.2 Réseau

7.3.2.1 Taille et densité

Certains bassins étant mal pourvus en stations, le réseau hydrométrique doit être étendu pour atteindre les normes minimales UNESCO/OMM. Parmi les bassins à pourvoir ressortent le bassin de la Lobo, affluent du Sassandra, et le bassin du N'zi, affluent du Bandama. Il est évident qu'une extension significative du réseau ne pourra se faire qu'en équipant des bassins de superficie faible à moyenne, avec toutes les difficultés de gestion que cela comporte (rapides variations de débit nécessitant l'installation d'enregistreurs et compliquant l'étalonnage). Aussi, s'il est vrai que le nombre de stations hydrométriques doit, sur l'ensemble du territoire national, être doublé, l'équipement du réseau demande, avant tout, à être modernisé tout en s'adaptant aux conditions nouvelles (fiche projet n° 5). L'installation de stations limnimétriques dans des retenues bien choisies peut permettre, à peu de frais, d'évaluer les lames écoulées et les apports en sédiments. Il suffit pour cela de vérifier périodiquement (tous les cinq ans, par exemple) les courbes hauteurs-volumes et hauteurs-surfaces, et que le barrage soit équipé d'un évacuateur de crues de section stable. Il y a néanmoins grand intérêt à choisir des retenues déversant peu, et sur lesquelles un contrôle des prélèvements en eau est effectué, ou pour le moins possible.

7.3.2.2 Personnel

Le potentiel humain est suffisant pour assumer les différentes tâches qui incombent à la Sous-Direction d'Hydrologie. Il est cependant nécessaire de donner la possibilité aux techniciens et agents de maîtrise d'accéder à des formations complémentaires, afin de parvenir à une meilleure motivation et à une plus grande responsabilisation.

Le personnel de niveau supérieur doit être, quant à lui, formé aux techniques nouvelles d'acquisition, de traitement, de critique et d'analyse des données, ainsi qu'aux méthodes de l'hydrologie moderne où une large place est faite à la modélisation mathématique. Rendues possibles et dans une certaine mesure banalisées grâce au rapide développement de l'informatique (software et hardware), ces techniques et méthodes demandent une formation minimum, mais indispensable.

7.3.2.3 Equipement

Dans la perspective d'une modernisation des équipements du réseau, il est recommandé d'envisager l'installation d'un certain nombre de plates-formes de collecte automatique de données (PCAD) avec transmission satellitaire pour, d'une part, faciliter l'acquisition des données et surveiller le fonctionnement des appareils, et, d'autre part, rationaliser les missions sur le terrain.

On peut estimer à 30 % de l'ensemble des stations du réseau le niveau d'équipement en PCDA à atteindre, à plus ou moins long terme.

Un choix judicieux des stations à équiper devra prendre en compte leur représentativité, la qualité des données, leur difficulté d'accès ainsi que l'état d'avancement de leur étalonnage. Après plusieurs années de fonctionnement sur un site, les équipements peuvent facilement être transférés sur une autre station dont les relevés et le tarage demandent à être améliorés.

En plus de l'acquisition de la hauteur d'eau, des capteurs supplémentaires pourraient permettre, pour des coûts additionnels relativement faibles, de mesurer des constantes physiques telles que la température de l'eau, la conductivité, etc.

L'optimisation d'un tel réseau impose l'installation de deux stations de réception : une au centre du pays pour mieux guider et piloter les opérations de terrain et une autre de secours, à Abidjan, utilisée en temps normal pour la partie méridionale du réseau.

Les équipements classiques ont également besoin d'un léger renouvellement :

- 4 véhicules utilitaires,
- 2 micro-ordinateurs,
- diverses pièces de rechange pour le matériel hydrométrique.

De plus, la numérisation des diagrammes, qui seront nécessairement encore utilisés dans le futur, la modemisation du réseau ne pouvant être que progressive et probablement partielle, impose l'acquisition de tables à numériser. Le nombre de diagrammes à traiter en rythme annuel n'étant pas excessif, la SDH devrait être équipée en priorité, les antennes régionales l'étant ensuite en fonction de leur charge de travail.

7.3.2.4 Entretien

Les moyens de mobilisation doivent, impérativement, être dégagés pour assurer l'entretien des équipements (indemnités de tournées, véhicules, carburant, autres consommables).

Au-delà de ces moyens, les équipes de terrain devraient bénéficier d'une formation qui leur permette d'assurer correctement la maintenance du matériel, y compris pour les nouveaux équipements dans lesquels l'électronique tient une place importante. Les consignes de maintenance doivent être formelles et leur application particulièrement suivie.

7.3.3 Données

Le système décentralisé d'acquisition et surtout de traitement des données hydrométriques, mis en place dans le cadre du projet PNUD IVC/87/009, est bien adapté à la Côte d'Ivoire dont la capitale est particulièrement excentrée. Cette décentralisation des tâches, dans différentes antennes régionales, n'a toutefois été rendue possible que grâce à la micro-informatique qui permet de garantir la standardisation des procédures utilisées (logiciel HYDROM). Il est de la responsabilité du gestionnaire de la banque de données de veiller à leur stricte et surtout correcte application.

L'intégration de données produites par d'autres gestionnaires de réseaux, au demeurant peu nombreux, est hautement souhaitable.

La présence d'importantes retenues hydroélectriques sur les plus grands fleuves du pays rend nécessaire un rapprochement avec l'EECI. Bien que cette dernière ait jugé bon de développer sa propre de banque de données (Hydata), l'échange d'informations par un système de "passerelle" informatique est tout à fait réalisable et souhaitable.

La prolifération de barrages de toutes tailles, construits à diverses fins (agriculture, AEP, agroindustrie) et ayant souvent un impact non négligeable sur le régime des eaux, rend urgente l'élaboration d'un inventaire de toutes les retenues du pays. Un tel travail a été initié par certains services (Direction du Contrôle des Grands Travaux, Ministère de l'Agriculture), mais n'a pas été mené à terme. A côté d'un travail d'enquête mené auprès des différents services concernés, il sera nécessaire de faire appel aux moyens modernes de télédétection. Un travail similaire devra ultérieurement être fait pour les prises et dérivations de cours d'eau. Par ailleurs, un travail de sensibilisation des gestionnaires à la nécessité d'équiper les différents ouvrages hydrauliques, et plus

particulièrement les retenues, d'un dispositif minimum de contrôle (échelle limnimétrique), devra également être entrepris. La connaissance des écoulements et des quantités de matières solides transportées par les cours d'eau pourra être ainsi améliorée (paragraphe 7.3.2.1).

Une banque de données performantes, mise à jour de façon permanente et facilement accessible à tout utilisateur, ôte beaucoup d'intérêt à la publication d'un annuaire qui peut alors, avantageusement, être remplacé par un recueil de données plus élaborées, où, à côté des caractéristiques des différentes stations et de leur bassin, figureraient certains débits de référence déduits de l'analyse statistique (débits mensuels et annuels, débits de crue et d'étiage de différentes fréquences, débits classés) et certains débits remarquables observés (étiage absolu, crue maximale).

Enfin, la valorisation des données archivées passe par l'élaboration d'ouvrages de référence, nécessaires aux planificateurs comme aux aménageurs (fiche projet n° 6).

L'euthrophisation de plus en plus forte des milieux naturels montre qu'une bonne connaissance de la ressource en eau ne peut s'appuyer uniquement sur des données quantitatives. Des informations sur la qualité physico-chimique de l'eau (matières solides et matières dissoutes) sont souvent nécessaires. La mise en place d'un réseau de mesures devrait intervenir assez rapidement, avec la possibilité, pour certains cours d'eau, d'établir un niveau de référence, dit niveau 0 (fiche projet n° 7).

L'acquisition et le traitement des données hydrométriques en temps réel, ou peu différé, ne sont jamais indispensables à la gestion d'un réseau patrimonial. L'usage de la télétransmission sert alors à pallier les défaillances qui peuvent intervenir dans la collecte des observations et représente, aussi, un excellent moyen de surveillance des appareils et de rationalisation des interventions de terrain (jaugeages, dépannage, etc.). Il en va différemment si le réseau de stations a pour finalité essentielle la prévision de catastrophes naturelles. Un système d'annonce de crues, par exemple, fonctionne généralement à partir d'un modèle hydrologique alimenté par des données télétransmises par satellite, radio, téléphone ou autres moyens plus ou moins sophistiqués, suivant la région concernée (fiche projet n° 8). Les données recueillies sur ce type de réseau peuvent être intégrées à la banque de données hydrométriques, mais il s'avère que, très fréquemment, les stations concernées ne fonctionnent qu'à partir d'un seuil d'alerte et ne fournissent donc que des chroniques discontinues. Les critères de choix des sites d'implantation ne sont, de plus, pas nécessairement les mêmes que pour une station du réseau général. Néanmoins, dans un souci d'économie, on s'efforcera, chaque fois qu'il sera possible, d'utiliser la même station pour divers usages.

7.4 Eaux souterraines

7.4.1 Structure organisationnelle

Nous ne reviendrons pas sur les réformes de structures qui s'imposent, celles-ci ont été abordées au paragraphe 7.1. Cependant certains points doivent être soulignés ici.

7.4.1.1 Renforcement des moyens de la Direction de l'Eau

La Direction de l'Eau est en mesure de fournir des services dans le cadre d'études sur les ressources en eau souterraine ou d'exécution de projet, notamment dans le domaine de la prospection géophysique.

Dans ce cadre, les besoins de la Direction de l'Eau concernent l'acquisition d'un matériel géophysique complémentaire :

- 1 générateur MG1,
- 1 transmetteur RT1,
- 2 receveurs RV1.

7.4.1.2 Besoins en formation de la Direction de l'Eau

L'essentiel du personnel cadre et technique étant de formation "hydraulique", il est indispensable qu'un complément de formation dans le domaine de l'hydrogéologie soit appliqué à ce personnel.

Une formation en informatique s'avère également nécessaire.

7.4.2 Recommandations concernant les données hydrogéologiques

7.4.2.1 Base de données hydrogéologiques

Il est indispensable que la Direction de l'Eau dispose d'une base de données hydrogéologiques complète et parfaitement opérationnelle.

Les autorités ivoiriennes estiment qu'il est nécessaire et prioritaire, dans un premier temps, d'améliorer et développer la collecte des données. L'analyse et la synthèse de ces données (sous forme de cartes des ressources en eaux souterraines) constituera l'étape suivante.

Pour cela, il faut :

- améliorer le système de gestion des données de la Direction de l'Eau en complétant le matériel existant,

- introduire un logiciel modeme compatible avec ceux existants dans la sous-région,

- transférer et actualiser les données déjà saisies sur ce nouveau système,

- introduire des procédures de contrôle de la validité des données.

a. Conception d'une nouvelle base de données hydrogéologiques

Il sera nécessaire d'effectuer une étude préalable sur la conception d'une base de données hydrogéologiques en fonction des besoins de la Côte d'Ivoire :

- objectifs,
- contenu,
- architecture du programme.

La banque de données (matériel, logiciel, structure des fichiers et des programmes) doit être conçue pour s'intégrer dans un environnement standard pouvant s'adapter à l'évolution prévisible du matériel informatique et des logiciels commerciaux et permettre une utilisation conviviale.

a1. Standards à utiliser

Il faut orienter le choix du matériel vers du compatible IBM, et du logiciel vers dBASE III plus qui est le standard le mieux adapté dans le domaine des systèmes de gestion de base de données.

Ce logiciel permet de communiquer sans problème de transfert.

a2. Programmation

Le programme doit être conçu pour permettre aux utilisateurs de créer leurs propres fichiers de données et programmes spécifiques tout en restant compatible avec la banque centrale.

b. Gestion de la banque de données

La banque de données est destinée à gérer la totalité des renseignements concernant les ressources en eau de la Côte d'Ivoire : pour cela, il faut respecter une rigueur dans son utilisation. Le schéma de gestion pourrait être le suivant :

b1. Modalités d'entrée, de vérification, de saisie et de sauvegarde des données

La collecte, la saisie et la vérification des données constituent le processus le plus important dans la constitution d'une banque de données. Il doit être réalisé en chaîne :

- les techniciens de terrain remplissent les fiches de saisie codifiées,

- l'ingénieur responsable vérifie ces fiches et les remet à l'opérateur de saisie,

- l'opérateur de saisie entre les différentes fiches dans des fichiers transitoires de l'ordinateur,

- l'opérateur édite ensuite un listing des données ainsi mémorisées et le remet au responsable de la banque de données,

- le responsable vérifie le listing, le corrige et le rend à l'opérateur,

- l'opérateur effectue les corrections éventuelles des données dans le fichier correspondant de l'ordinateur,

- l'opérateur transfère les fichiers transitoires dans le fichier opérationnel correspondant, chaque fois que nécessaire et le plus souvent possible,

- l'opérateur effectue régulièrement une copie (Backup) des fichiers opérationnels sur disquettes et sur bande magnétique.

b2. Traitement

Le traitement des données doit être accessible par le biais des mesures qui permettent :

- la consultation à l'écran,
- la modification des données,
- l'édition de données.

b3. Structure et utilisation de la banque de données

Il appartiendra à la Direction de l'Eau de faire une étude pour définir la structure de la banque de données avec tous les fichiers qui la constitueront.

Nous pouvons suggérer la structure ci-dessous :

- un noyau central de fichiers dBASE articulés autour du "Village" qui est l'unité administrative de base,

- une série de fichiers satellites en LOTUS 1.2.3.

L'ensemble des fichiers doit pouvoir être traité sous forme statistique avec calcul des moyennes, maxima, minima, distributions, écarts types, les données obtenues donnant des fichiers statistiques utilisables sous forme de graphiques et de cartes thématiques par des logiciels tels que "Atlas Graphics".

Le programme doit se présenter comme une succession de menus dans lesquels l'utilisateur effectue son choix selon ses besoins et d'écrans masques servant à éditer les données suivant le format désiré.

c. Moyens à mettre en oeuvre

c1. Acquisition d'un matériel informatique

L'état du matériel informatique actuellement disponible à la Direction de l'Eau étant difficilement appréciable, une mission d'évaluation de ce matériel sera nécessaire. Cependant il faut préconiser l'acquisition de deux micro-ordinateurs supplémentaires avec les imprimantes et les logiciels nécessaires.

c2. Appui d'un Bureau d'Etudes

Pour la conception et la mise en oeuvre d'une banque de données hydrogéologiques, la Direction de l'Eau aura besoin de l'appui d'un bureau d'études expérimenté qui mobilisera les moyens suivants :

- 1 ingénieur informaticien pendant 3 mois,
- 1 ingénieur hydrogéologue pendant 5 mois.

Trois missions seront nécessaires :

- Une mission d'un mois pour l'évaluation du matériel existant, la définition du matériel supplémentaire, en particulier du logiciel.

- Une mission pendant trois mois comportant un informaticien et un hydrogéologue pour la réception du matériel, la mise en route du logiciel, la formation du personnel, le suivi du démarrage de la saisie.

- Une mission d'un mois en fin de projet pour l'évaluation et les recommandations éventuelles à formuler.

c3. Formation

La Direction de l'Eau désignera les cadres et les techniciens qui travailleront sur le projet avec le bureau d'études. Les techniciens seront principalement chargés de l'entrée des données et recevront une formation sur le tas pour l'utilisation des ordinateurs.

Les cadres recevront une formation sur le tas à l'utilisation des logiciels spécifiques de gestion des données et des procédures appropriées du contrôle de la qualité des données.

De plus, des stages de formation en gestion des eaux souterraines (Office International de l'Eau, ou autres) sont prévus pour deux membres du personnel.

d. Récupération des données déjà saisies à la Direction de l'Eau

Les données d'environ 10 000 points d'eau (voir chapitre 5) ont été saisies à l'aide de dBASE III plus. Il ne doit donc pas y avoir de difficultés à récupérer les informations ainsi stockées. Rappelons cependant qu'il n'existe pas de sauvegarde de ces données, celles-ci sont stockées sur les deux disques durs des micro-ordinateurs.

Si ces données peuvent être récupérées, il reste à faire un important travail de vérification de ces données.

Les types de vérification à faire sont :

d1. Vérification par identification des données anormales

Des petits programmes simples doivent être écrits en DBASE pour permettre de déceler certaines données anormales. Sachant que la plupart des données sont soumises à certaines contraintes, comme par exemple :

- la profondeur de l'eau (niveau statique) doit toujours être inférieure à la profondeur du forage,

- la cote piézométrique doit être positive, sauf très rares exceptions ; une cote piézométrique négative doit entraîner une vérification attentive de l'altitude du point d'eau ou de la profondeur de l'eau,

- les coordonnées des forages du Département de Dimbokro doivent toutes être comprises en 4°40' et 5° de longitude et entre 6°30' et 7°40' de latitude.

d2. Vérification du positionnement et de l'altitude

Les coordonnées des points d'eau représentent une donnée essentielle. Celles-ci sont informatisés à partir des indications données par les fiches de terrain fournies par chaque projet, sans aucune vérification.

Préalablement à leur enregistrement, il est nécessaire d'effectuer une vérification pour déceler les données suspectes.

Ce contrôle peut se faire de la façon suivante :

- utilisation de cartes topographiques (le 1/50 000 ou le 1/200 000) disposées de façon pratique, sous forme d'un atlas de format A3,

- réalisation de sorties sur calque à l'aide de la table traçante avec la position des points d'eau,

- superposition des calques sur les cartes topographiques correspondantes permettant de déceler les points suspects,

- pour tout point dont le positionnement semble douteux, le retour aux fiches d'origine permet de vérifier les coordonnées et l'altitude.

e. Recommandations concernant le matériel informatique

Afin de rentabiliser au mieux le matériel informatique dispersé actuellement au sein de la Direction de l'Eau, et pour une meilleure efficacité, la Direction de l'Eau a décidé dernièrement la création d'une cellule informatique autonome au sein de la DE avec des responsables permanents.

C'est dans ce cadre que les spécifications du matériel informatique à acquérir, pour répondre aux recommandations faites ici, doivent être effectuées.

7.4.2.2 Nécessité d'actualiser l'inventaire des points d'eau existant en Côte d'Ivoire

L'essentiel de l'eau potable des populations urbaines et la totalité de celle destinée aux populations rurales proviennent de l'exploitation des ressources en eau souterraine.

Au cours des vingt dernières années, plusieurs milliers de points d'eau (puits et forages) ont été exécutés. A ce jour, plus de 13 500 points d'eau modernes ont été recensés et sont exploités par ou pour les populations.

En 1982, une étude sur financement canadien a permis de dresser un inventaire, avec un support cartographique au 1/200 000, des points d'eau existant au 1er janvier 1982 (9000 environ) et d'établir des documents cartographiques de synthèse simples au 1/250 000 :

- profondeur moyenne de socle sain,
- profondeur moyenne du niveau d'eau,
- épaisseur moyenne d'altération saturée.

Depuis cette date, le nombre d'ouvrages réalisés a considérablement augmenté (+5 %), avec l'exécution de nombreux projets.

Compte tenu de l'importance d'une section AEP, il est apparu nécessaire de réactualiser et d'envisager que cet inventaire puisse être mis à jour régulièrement.

a. Conception de l'actualisation de l'inventaire des points d'eau

Pour la Côte d'Ivoire, il est indispensable :

- d'actualiser l'inventaire des points d'eau existant en Côte d'Ivoire à ce jour,
- de disposer de documents cartographiques au 1/200 000 avec report des points d'eau existants,
- de disposer de documents de synthèse facilitant la planification des projets futurs,
- de disposer d'un système pérenne permettant la mise à jour régulière de l'inventaire.

Pour mener à bien cette tâche, les prestations suivantes doivent être réalisées :

- Reprise de l'étude GEOMINES de 1982.
- Compilation de tous les ouvrages réalisés depuis le 1er janvier 1982 avec leurs coordonnées et les principales caractéristiques (nature de l'ouvrage, profondeur, coupe géologique, niveau statique, etc.).
- Mise en place du système de traitement.
- Mise au point des documents de synthèse.
- Formation du personnel ivoirien aux procédures de saisie des données et à l'établissement des documents de synthèse.

b. Moyens à mettre en oeuvre

b1. Services concernés

L'actualisation de l'inventaire des points d'eau intéresse deux services :

- La Direction de l'Eau, pour laquelle il est nécessaire d'avoir une banque de données complètes sur la mobilisation actuelle des ressources en eau souterraine pour l'AEP rurale. Cet outil est indispensable pour une meilleure gestion de la ressource et pour obtenir des documents de synthèse aidant à la planification des futurs projets.
- La Direction de la Géologie qui est concernée par l'exploitation de la banque de données sur les points d'eau existants, et notamment par les représentations cartographiques qui pourront en être faites.

b2. Acquisition d'un matériel informatique

Aucun moyen informatique de CAO n'étant disponible, il convient d'acquérir notamment :

. 1 table traçante couleur,
. 1 logiciel de CAO,
. 1 station de travail ou micro-ordinateur 486.

b3. Appui d'un bureau d'études

Pour la mise en oeuvre de l'actualisation de l'inventaire des points d'eau, la Direction de l'Eau et la Direction de la Géologie auront besoin de l'appui d'un bureau d'études expérimenté qui mobilisera les moyens suivants :

. Un expert hydrogéologue intervenant au cours de plusieurs missions totalisant 14 hommes/mois :

- une mission d'un mois pour la définition du matériel et des moyens à mettre en oeuvre,

- un stage de formation de trois mois en Europe pour deux techniciens et un cadre de la Direction de la Géologie pour acquérir les techniques d'utilisation du matériel informatique appliqué à la cartographie,

- une mission n° 2 de douze mois pour la mise en route du projet, la formation sur le tas du personnel, la compilation des données, la saisie des données cartographiques et des données de base, la définition des documents de synthèse et de présentation des résultats,

- une mission d'un mois en fin de projet pour l'évaluation de celui-ci et la définition des procédures pour la mise à jour régulière des documents de synthèse en fonction de la réalisation de nouveaux projets.

b4. Formation

La formation concernera :

. le personnel de la Direction de l'Eau qui participera à la compilation des données et à la saisie des données hydrogéologiques ou géologiques de base,

. les cadres et les techniciens de la Direction de la Géologie qui participeront au projet pour tout ce qui concerne la cartographie assistée par ordinateur et la sortie des documents de synthèse.

La formation se déroulera en deux phases :

. Une phase préliminaire à l'étranger, au sein d'un organisme parfaitement au fait de la cartographie assistée par ordinateur, qui portera sur :

  - la maîtrise et l'utilisation de ce type de moyens,
  - la maîtrise des logiciels et des techniques de saisie des données,
  - la maîtrise des outils d'établissement des documents de synthèse.

. La phase suivante sera un complément de formation sur le tas au cours du déroulement du projet.

c. Utilité du projet

Ce projet servira de base nécessaire à l'établissement d'une future carte hydrogéologique du pays.

7.4.2.3 Nécessité d'une campagne de prélèvements pour la qualité des eaux souterraines

Au cours des vingt dernières années, l'ensemble de la Côte d'Ivoire a été couvert de points d'eau (puits modernes et forages). A ce jour, plus de 13 500 points d'eau ont été recensés.

Actuellement, seuls les ouvrages exploités par la SODECI font l'objet d'un contrôle de la qualité de l'eau.

Sur les ouvrages d'hydraulique villageoise, le suivi de la qualité bactériologique des eaux, instauré il y a plusieurs années, a été progressivement abandonné : à ce jour, il n'existe pratiquement aucun suivi de la qualité de l'eau sur la majorité des ouvrages d'hydraulique villageoise.

Il est actuellement impossible, compte tenu du faible nombre d'analyses disponibles et du doute sur la fiabilité de certains résultats, d'avoir un aperçu général, à l'échelle de la Côte d'Ivoire, de la cartographie sur l'aspect qualitatif de l'eau.

De ce fait, il est actuellement impossible de dire :

. Combien il faut de points de contrôle de la qualité de l'eau ?

. Quels sont les éléments caractéristiques de la qualité à suivre ?

. Quelles sont les zones à risque ou présentant un problème de qualité d'eau qu'il convient de surveiller ?

Pour permettre la mise au point d'un programme de surveillance de la qualité des eaux souterraines en Côte d'Ivoire, il faut, en premier lieu, faire une campagne de prélèvements couvrant toutes les unités hydrogéologiques définies incluant les différents types de captage utilisés (forages, puits modernes, puits traditionnels, sources) en tenant compte de tous les cas spécifiques recensés (pollution locale, secteur à géochimie particulière, secteurs à risques, etc.).

a. Conception d'une campagne de mesures sur la qualité des eaux souterraines de Côte d'Ivoire

Compte tenu de la situation actuelle sur l'état des connaissances sur la qualité des eaux, il importe de faire deux campagnes de prélèvements pour analyses complètes des eaux : physique, chimique et bactériologique, soit :

- une campagne en période de hautes eaux,
- une campagne en étiage (en fin de saison sèche).

Nous déterminerons le nombre de points de prélèvements de la façon suivante :

- Des prélèvements doivent être faits aussi bien sur des points d'eau déjà connus sur le plan qualitatif que sur des points d'eau pour lesquels aucune analyse n'a été faite.

- Les prélèvements à faire doivent être répartis en fonction de la situation du point par rapport aux formations et aquifères captés : on peut considérer qu'il y a 15 unités principales en Côte d'Ivoire.

- Dans chaque unité, les prélèvements doivent être faits en fonction de la position morphologique du point d'eau :

  - plateau : 20 prélèvements,
  - pente : 20 prélèvements,
  - bas-fond : 20 prélèvements

Le nombre de points de prélèvements est, dans ces conditions, de 900.

Sur deux campagnes, il faut 1800 analyses complètes.

b. Moyens à mettre en oeuvre

Les campagnes de prélèvements seront réalisées par les antennes régionales de la Direction de l'Eau. Dans chaque antenne (12 au total), la Direction de l'Eau affectera, pour ces tournées, un technicien, un chauffeur et un véhicule.

Pour ces campagnes de prélèvements, il sera nécessaire d'acquérir le matériel indispensable :

- matériel de prélèvement d'eau pour analyse chimique et pour analyse bactériologique,
- matériel de conservation des échantillons,
- une sonde électrique,
- un pHmètre et un conductimètre de terrain,
- un thermomètre.

Les analyses seront effectuées :

- par le LANEMA (Laboratoire National d'Essais de Qualité, de Métrologie et d'Analyse des Pollutions) à Abidjan,

- par la SODECI, ou directement par le personnel de la Direction de l'Eau.

Pour l'exécution du projet, la Direction de l'Eau devra disposer de l'appui des services déjà cités : LANEMA, SODECI.

c. Appui d'un bureau d'études

Le projet devrait se dérouler sur 15 mois au sein de la Direction de l'Eau, avec l'assistance de la SODECI, du LANEMA et d'un expert au cours de trois missions représentant quatre hommes-mois :

- Une mission d'un mois pour la définition du matériel complémentaire à mettre en service, le choix des points de prélèvements, l'organisation des stages de formation du personnel ivoirien.

- La formation de douze techniciens de la DE (un par antenne) aux techniques de prélèvements et à l'exécution des analyses pendant un mois dans des laboratoires ivoiriens (LANEMA, SODECI).

- Une mission de deux mois pour la mise en route du projet, l'organisation de la campagne de prélèvements, des analyses, la saisie des données et l'élaboration des documents de synthèse, la formation du personnel ivoirien aux techniques spécifiques au projet.

- Une mission d'un mois en fin de projet pour faire l'évaluation de celui-ci et définir les procédures pour la poursuite des mesures systématiques qui devront être effectuées sur certains ouvrages.

d. Formation

La formation concernera 12 techniciens de la Direction de l'Eau, soit un technicien par antenne régionale, et se déroulera en deux phases :

. une phase préliminaire à Abidjan pour douze techniciens dans un ou plusieurs laboratoires d'analyse des eaux, afin de parfaitement maîtriser les techniques d'analyse physico-chimique des eaux,

. une deuxième phase se déroulant sous forme de formation sur le tas au cours du projet.

e. Recommandation pour les projets à venir

Dans le cadre de tous les programmes d'hydraulique villageoise à réaliser, il est indispensable d'exiger la réalisation de prélèvements d'eau lors des essais de pompage, aux fins d'analyses physico-chimiques et bactériologiques. Ces prélèvements doivent être faits lors de l'essai de pompage, ou en fin de développement, à défaut. Les prélèvements doivent être analysés dans un laboratoire agréé.

7.4.2.4 Nécessité d'un réseau piézométrique minimum

Dans le cadre de l'UNESCO et de l'OMM, des normes ont été établies pour définir la densité d'un réseau de surveillance des eaux souterraines : nombre de piézomètres à mesures manuelles, nombre de piézomètres avec enregistrement des niveaux. Il est inutile de vouloir appliquer de telles normes à un pays comme la Côte d'Ivoire. Il est plus rationnel de déterminer ce qu'il faut surveiller, suivre et mesurer.

a. Conception d'un réseau piézométrique applicable à la Côte d'Ivoire

Il s'agit, avant tout, de mettre en place un réseau piézométrique préventif nécessaire à la gestion des ressources en eau souterraine.

Les objectifs sont :

. En zone de socle :

- Suivre l'évolution du niveau de la zone fracturée à l'échelle interannuelle afin de déceler les éventuelles baisses de cette nappe, phénomène constaté depuis plusieurs années dans les pays sahéliens.

- Evaluer la recharge des aquifères discontinus. La corrélation entre les fluctuations piézométriques avec différents paramètres climatiques conduira à évaluer la recharge (en utilisant un modèle hydroclimatologique global tel que l'un des modèles de simulation du bilan hydrique du CIEH).

- Lorsque des débits importants sont prélevés dans un aquifère de fractures (cas de l'alimentation en eau d'un centre urbain), il faut surveiller la nappe et l'évolution du niveau piézométrique. Dans le cas de l'hydraulique urbaine, les prélèvements ne sont plus négligeables par rapport à la recharge en zone de socle.

. En zone sédimentaire :

- Surveillance de la configuration de la surface piézométrique de chaque aquifère principal (essentiellement Continental Terminal et sable du Maestrichtien).

- Mettre en évidence les zones de recharge, secteurs sensibles où l'environnement est à protéger.

- Appréhender la valeur du seuil pluviométrique d'alimentation de chaque aquifère, ce qui est une donnée essentielle pour estimer les risques au niveau de certains aquifères très sollicités : cas de la nappe d'Abidjan exploitée par la SODECI.

- Enfin, fournir un élément supplémentaire permettant de mieux évaluer l'importance des réserves.

Les données fournies par un réseau piézométrique doivent être significatives (en qualité) et suffisantes (en quantité). Pour cette raison, le réseau doit tenir compte :

. des conditions géologiques : roches cristallines fracturées, altérations, schistes, formations sédimentaires,

. des conditions géomorphologiques : proximité d'un axe d'alimentation (rivières permanentes, barrages, etc.), zone de plateau, zone de vallée,

. des conditions climatiques : il faut compartimenter la Côte d'Ivoire en zones climatiques :

- pluviométrie inférieure à 1000 mm,
- pluviométrie entre 1000 et 1500 mm,
- pluviométrie entre 1500 et 2000 mm,
- pluviométrie supérieure à 2000 mm.

b. Situation actuelle

On s'aperçoit qu'aucun suivi piézométrique systématique n'a été fait en Côte d'Ivoire, sauf quelques mesures ponctuelles, pour suivre l'évolution de la nappe utilisée pour l'alimentation en eau potable de la ville d'Abidjan.

c. Moyens à mettre en oeuvre

Il convient de mettre en place un réseau de piézomètres d'observation sur l'ensemble du territoire en retrouvant les ouvrages qui ont été équipés comme tels lors de projets antérieurs :

- les piézomètres mis en place par la SODECI pour la surveillance de la nappe d'Abidjan,
- les forages à la productivité trop faible, équipés en piézomètres dans le cadre des programmes d'hydraulique villageoise.

La sélection des piézomètres à surveiller sera faite selon les critères d'implantation exposés ci-dessus.

Il sera ensuite nécessaire de procéder aux opérations suivantes :

- Inventaire et situation des ouvrages équipés en piézomètres.
- Nivellement de ces ouvrages.
- Acquisition du matériel nécessaire : véhicules, matériel de mesure, logiciel, moyens informatiques, etc.
- Organisation de la procédure de mesure, des tournées.
- Etablissement d'une base de données simples et mise au point des documents de synthèse : listings, cartes, etc.
- Formation du personnel ivoirien aux procédures de mesure, à la saisie des données, à leur gestion et à leur contrôle.

Concernant la reprise des mesures sur les piézomètres mis en place pour la surveillance de la nappe d'Abidjan, l'appui de la SODECI sera nécessaire pour établir un diagnostic précis sur l'état de ces piézomètres.

Il est nécessaire, dans un premier temps, de préconiser deux ans de mesures sur ce réseau d'observation. Après la réalisation d'un premier cycle annuel de mesures, nous recommanderons d'examiner les données piézométriques disponibles : pour les 15 piézomètres qui présentent les plus grandes fluctuations de niveau d'eau, l'équipement doit être complété par un limnigraphe.

d. Appui d'un bureau d'études

La mise en place d'un réseau piézométrique minimum doit se faire au sein de la Direction de l'Eau, avec l'assistance de la SODECI et avec l'appui d'un bureau d'études qui devra intervenir au cours de quatre missions totalisant quatre hommes/mois :

- une mission n° 1 (un mois), pour définir le réseau des points de mesure, le matériel et les moyens à mettre en oeuvre,

- une mission n° 2 (un mois), pour la mise en route du projet, la formation du personnel, le suivi du démarrage du projet, de la collecte et de la saisie des données,

- une mission n° 3 (un mois), après 12 mois de déroulement du projet, afin de faire une première évaluation et les recommandations éventuelles,

- une mission n° 4 (un mois), en fin de projet, pour faire l'évaluation et les recommandations pour la poursuite des campagnes de mesures.

e. Formation

Afin de permettre à la Côte d'Ivoire de compléter la mise en place de son réseau piézométrique national à moindre coût, il serait souhaitable d'envisager, de façon systématique, l'équipement en piézomètres de tous les forages positifs, mais non exploitables pour débit insuffisant, que ce soit dans les programmes d'hydraulique villageoise ou dans le cadre de l'hydraulique urbaine, ceci surtout dans les régions où le réseau d'observation est très faible (zone de socle).

7.4.2.5 Besoins en données complémentaires pour la surveillance de la nappe d'Abidjan

Malgré les inquiétudes soulevées par la présente étude concernant l'avenir des ressources en eau alimentant Abidjan, nous ne faisons aucune recommandation particulière ici, car la Côte d'Ivoire a déjà pris les mesures qui s'imposent.

En effet, un projet d'étude de la nappe d'Abidjan a été préparé avec :

- mise à jour de l'étude de 1988, avec modélisation de la nappe,

- définition des possibilités de nouvelles zones de production avec capacité de prélèvement,

- définition des règles de protection de la nappe, compte tenu du développement de l'urbanisation de la périphérie d'Abidjan.

L'appel à préqualification des bureaux d'études a été fait en 1990. L'étude doit être réalisée prochainement grâce à un financement de la BAD.

Compte tenu de l'exécution prévue de cette étude, il faut en attendre les résultats avant de préconiser d'éventuelles mesures supplémentaires.

7.4.3 Diffusion des données

La centralisation de toutes les données relatives aux eaux souterraines à la Direction de l'Eau est une première étape nécessaire à :

- la mise en place d'une banque de données hydrogéologiques,

- la création d'une documentation permettant de rassembler tous les rapports d'études et de projets exécutés en Côte d'Ivoire.

Une fois en place et opérationnelle, la banque de données hydrogéologiques doit être valorisée, c'est-à-dire en mesure d'apporter les éléments de base indispensables à tous les intervenants dans ce secteur permettant une exploitation rationnelle des ressources en eau souterraine.

Pour cela, il faut favoriser la diffusion des données. La Direction de l'Eau doit faire connaître :

- l'existence de la banque de données hydrogéologiques et les informations qu'elle contient,

- l'existence d'une documentation complète avec des moyens informatiques permettant d'effectuer des recherches sur tous les aspects liés à la ressource en eau.

La Direction de l'Eau doit nécessairement mettre au point un bulletin d'information diffusé dans tous les services techniques des Ministères et dans certaines sociétés. Une périodicité semestrielle paraît insuffisante.

Le contenu de ce bulletin permettrait :

- d'informer tous les intervenants dans le domaine des ressources en eau sur l'organisation et le fonctionnement de la Direction de l'Eau,

- de faire savoir ce que les différents services de la Direction de l'Eau peuvent fournir comme prestations :

  - mesures de géophysique,

  - la banque de données hydrogéologiques,

- le réseau de surveillance mis en place : piézomètres,

- la documentation (ouvrages disponibles, mode de classement, modalités de consultation des documents),

- informations synthétiques sur les ressources en eau sous forme de tableaux et cartes.

L'ensemble des recommandations faites ici, les Termes de Référence de l'étude (généraux et spécifiques) ont permis d'identifier un certain nombre de projets permettant de combler une grande partie des lacunes observées en matière de données de base et de moyens permettant une évaluation précise des ressources en eau.

7.5 Projets identifiés

Les recommandations décrites ci-dessus ont permis d'élaborer les documents de projets présentés à l'annexe B.

La liste de ces projets fait l'objet du tableau 7.5.1.

Tableau 7.5.1 - RECAPITULATIF DES PROJETS IDENTIFIES

N°	Agence Gouvernementale	Titre proposé	Coûts US$
RCI-01	Ministère de l'Equipement, des Transports et du Tourisme - ANAM	Modernisation et rationalisation du réseau climatologique	3 430 000
RCI-02	Ministère de l'Equipement, des Transports et du Tourisme - ANAM	Renforcement du potentiel informatique de la Sous-Direction de la Météorologie de l'ANAM	364 000
RCI-03	Ministère de l'Equipement, des Transports et du Tourisme - ANAM	Création d'une banque de données pluviographiques	324 000
RCI-04	Ministère de l'Equipement, des Transports et du Tourisme - ANAM	Formation des techniciens et des assistants météorologues de la Sous-Direction de la Météorologie de l'ANAM	961 000
RCI-05	Ministère de l'Equipement, des Transports et du Tourisme - DE	Soutien et consolidation des activités hydrologiques	1 511 000
RCI-06	Ministère de l'Equipement, des Transports et du Tourisme - DE	Valorisation de l'acquis hydrologique Edition de l'Atlas des ressources en eau	895 000
RCI-07	Ministère de l'Equipement, des Transports et du Tourisme - DE	Prévention des inondations	1 020 000
RCI-08	Ministère de l'Equipement, des Transports et du Tourisme - DE Ministère de la Défense - LCE	Mesure du transport solide et de la qualité physico-chimique des cours d'eau	970 000

Tableau 7.5.1 - RECAPITULATIF DES PROJETS IDENTIFIES (suite)			
N°	Agence Gouvernementale	Titre proposé	Coûts US$
RCI-09	Ministère de l'Equipement, des Transports et du Tourisme - DE	Reprise, actualisation de la banque de données hydrogéologiques	416 000
RCI-10	Ministère de l'Equipement, des Transports et du Tourisme - DE	Etablissement d'un réseau piézométrique et suivi piézométrique des nappes de Côte d'Ivoire	526 000
RCI-11	Ministère de l'Equipement, des Transports et du Tourisme - DE Ministère de l'Industrie, des Mines et de l'Energie - Direction de la Géologie	Actualisation de l'inventaire des points d'eau existant en Côte d'Ivoire	630 300
RCI-12	Ministère de l'Equipement, des Transports et du Tourisme - DE	Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines en République de Côte d'Ivoire	826 000
Total			11 866 000

Nous indiquons ci-après le chronogramme montrant l'enchaînement des projets qu'il faudrait respecter ainsi que l'ordre de priorité, ceci dans l'optique où les sources de financement mobilisables ne permettraient pas de réaliser toutes les opérations proposées.

7.6 Remarques sur les projets proposés

L'actualisation de l'inventaire des points d'eau existant en Côte d'Ivoire doit être une première étape indispensable à la connaissance des ressources en eau du pays et de son degré d'exploitation.

Le facteur qualité des eaux est un point qu'il faut prendre en considération dans toute estimation de la ressource disponible, de sa vulnérabilité et des mesures à prendre pour assurer sa protection. Il a longtemps été négligé au profit du facteur quantité, mais les pays concernés se rendent de plus en plus compte, à juste titre, de la relation entre qualité et santé.

Pour cela de nombreux programmes d'éducation sanitaire seront mis en place en Afrique, parallèlement à la réalisation de grands programmes d'équipement.

EVALUATION HYDROLOGIQUE DE L'AFRIQUE SUB-SAHARIENNE
CHRONOGRAMME DES PROJETS PROPOSES POUR LA COTE D'IVOIRE

Projets identifiés	An 1												An 2												An 3											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
Modernisation et rationalisation du réseau climatologique	------												------												------											
Création d'une base de données pluviographiques													———																							
Renforcement du potentiel informatique de la météorologie (ANAM)	------																																			
Formation des techniciens et des assistants de l'ANAM																																				
Reprise et actualisation de la banque de données hydrogéologiques	------																																			
Soutien et consolidation des activités hydrologiques :																																				
. Phase 1	------																																			
. Phase 2	------												------												------											
Valorisation de l'acquis hydrologique - Edition d'un atlas hydrologique																																				
Mesure du transport solide et de la qualité chimique des cours d'eau	------												------												------											
Prévention des inondations																																				
Actualisation de l'inventaire des points d'eau existant en Côte d'Ivoire	------												------																							
Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines en Côte d'Ivoire													———												———											
Etablissement d'un réseau piézométrique et suivi piézométrique des nappes de Côte d'Ivoire							———						———												———											

------ Priorité 1
——— Priorité 2

DOCUMENTS DE REFERENCE

Nous donnons ci-après la liste des principaux documents et références bibliographiques qui ont permis de fournir de nombreux renseignements et d'où sont extraites certaines des conclusions et recommandations de la présente étude :

SAFEGE	Etude institutionnelle des secteurs de l'eau et de l'assainissement - Analyse prospective, propositions organisationnelles	1984
DIRECTION DE L'EAU	Le programme national d'hydraulique villageoise	1984
SCET IVOIRE/SODECI/HOLFELDER/ SCET INTERNATIONAL	Alimentation potable d'Abidjan : Plan directeur et étude de la nappe et de sa protection contre la pollution	1980
SCET IVOIRE/SODECI/HOLFELDER/ SCET INTERNATIONAL	Etude hydrogéologique de la nappe d'Abidjan	1980
SCET IVOIRE/SODECI/HOLFELDER/ SCET INTERNATIONAL	Etude hydrogéologique de la nappe d'Abidjan - Extension à l'Est de la Bete et de Bingerville	1982
MINISTERE DE L'ECONOMIE ET DES FINANCES	Projet de Plan de Développement Economique, Social et Culturel pour 1986-1990	1987
SODECI	Plan quinquennal 1988-1992 - Situation de la production des centres de l'intérieur (au 30/09/90)	1990
MINISTERE DU PLAN	Perspectives de Développement Economique et Social à l'horizon 1991	1988
GEOMINES	Inventaire hydrogéologique appliqué à l'hydraulique villageoise	1982
G. DEMAREE	Evaluation des activités relatives à la gestion des ressources en eau en Côte d'Ivoire	1989

LISTE DES ANNEXES

Annexe A : TERMES DE REFERENCE SPECIFIQUES A LA COTE D'IVOIRE

Annexe B : FICHES DE PROJET

Annexe C : BIBLIOGRAPHIE

Annexe D : DISPONIBILITE DES PHOTOGRAPHIES AERIENNES ET DE DOCUMENTS CARTOGRAPHIQUES

Annexe E : LISTE DES SERVICES VISITES LORS DE LA MISSION EN COTE D'IVOIRE

Annexe F : TARIF DES RENSEIGNEMENTS ET DES ABONNEMENTS AUX DOCUMENTS PUBLIES PAR LA SOUS-DIRECTION DE LA METEOROLOGIE NATIONALE

Annexe G : LISTE DES STATIONS PLUVIOMETRIQUES DE LA COTE D'IVOIRE

Annexe H : QUALITE DES OBSERVATIONS PLUVIOMETRIQUES

Annexe I : LISTE DES STATIONS HYDROMETRIQUES EN SERVICE EN 1990

Annexe J : LISTE DES BASSINS VERSANTS REPRESENTATIFS ET/OU EXPERIMENTAUX

Annexe A

TERMES DE REFERENCE SPECIFIQUES
A LA COTE D'IVOIRE

1. HYDROMETEOROLOGIE

Le Consultant devra faire les analyses et recommandations nécessaires concernant :

- *l'adéquation du réseau existant de stations aux besoins en données pour les futurs aménagements,*

- *la modernisation du système d'acheminement des données en prenant notamment en compte le coût élevé de location de lignes télétypes,*

- *les conditions de traitement informatique, à la fois techniques et matérielles (connexions mini-micros, extension des locaux),*

- *le renforcement des moyens de transport et des instruments de mesure, ainsi que les dispositions concernant la maintenance de ces derniers,*

- *les dispositions à prendre pour l'archivage et la conservation des données,*

- *le recrutement et la formation du personnel.*

2. EAUX DE SURFACE

Le Consultant devra faire les analyses et recommandations nécessaires suivantes :

- *Examiner les aspects relatifs à l'extension du réseau, en tenant compte des normes internationales de densité des réseaux, des futurs aménagements hydrauliques et des ressources financières en voie de mise à disposition par des donateurs, notamment le PNUD, pour le renforcement des activités hydrologiques.*

- *Evaluer les conditions actuelles d'exploitation du réseau et définir les améliorations permettant d'optimiser cette exploitation.*

- *Examiner les conditions de collaboration entre la DRES et tous les utilisateurs de ressources en eau, et en particulier pour la DRES et le SEVE, proposer des solutions au problème d'incompatibilité des deux bases de données.*

- *Etudier les moyens actuels de diffusion des données et de la documentation et proposer toute autre mesure susceptible d'améliorer cette diffusion.*

- *Définir les conditions d'exercice des futures activités de prévision hydrologique et d'inventaire des ressources en eau, notamment du point de vue de la stucture de la DRES (activités à intégrer au bureau d'études ou au sein de bureaux spécifiques à créer) et de la mise en place des moyens informatiques.*

- *Préparer les Termes de Référence d'un iventaire de tous les barrages et prélèvements existants, de sa mise à jour permanente et d'exploitation de ses données (calcul des apports reconstitués).*

- *Etudier l'opportunité de la création d'un réseau de mesure des débits solides et de la qualité de l'eau et définir les procédures adaptées aux conditions locales d'érosion.*

3. EAUX SOUTERRAINES

Le Consultant devra faire les analyses et recommandations nécessaires concernant :

- *le renforcement du matériel informatique et l'informatisation complète du service* (paragraphes 7.4.1.2, 7.4.2.1, 7.4.2.3, 7.4.2.4),

- *la codification des données, l'élaboration du fichier des caractéristiques des ouvrages et d'un inventaire avec mise à jour au fur et à mesure de l'introduction des caractéristiques de nouveaux ouvrages, l'extension éventuelle du fichier à la qualité des eaux (chimique et bactériologique)* (paragraphes 7.4.2.1, 7.4.2.2, 7.4.2.3, 7.4.2.4, 7.4.3),

- *l'actualisation de la carte hydrogéologique à une échelle appropriée et la mise en place des procédures de traitement informatique suivant un schéma d'organisation à définir (éditions de mises à jour à intervalles réguliers à partir du fichier).*

  Les autorités ivoiriennes contactées au cours de l'évaluation estiment qu'il est nécessaire en priorité de développer et améliorer la collecte, le stockage et la gestion des données hydrologiques.

  Dans une deuxième étape, il sera alors possible et opportun d'envisager une réactualisation des cartes hydrogéologiques existantes. Pour cette raison, aucun projet de cartographie hydrogéologique n'a été proposé).

- *Le réseau piézométrique de la nappe d'Abidjan et les autres piézomètres existants ou à installer dans le cadre du projet CEAO,* (projet RCI/10) - 5.3.3, 7.4.2.4, 7.4.2.5,

- *les renforcements en moyens matériels (locaux des antennes, opportunité de créer un atelier de maintenance, véhicules)* (7.4.1.1 - 7.4.2.3 B)

4. IMPACT DES AMENAGEMENTS

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 la préparation des recommandations relatives au renforcement et à la modernisation des systèmes de mesure, de collecte et de traitement des données hydrométéorologiques, hydrologiques et hydrogéologiques.

oOo

Annexe B

FICHES DE PROJET

DOCUMENT DE PROJET

PAYS :	République de Côte d'Ivoire
DATE :	Août 1992
PROJET N° :	RCI/01
TITRE PROPOSE :	Modernisation et rationalisation du réseau climatologique
STRUCTURE GOUVERNEMENTALE IMPLIQUEE :	Ministère de l'Equipement, des Transports et du Tourisme Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie (ANAM)
DUREE ESTIMEE :	3 ans
CONTRIBUTION INTERNATIONALE :	3 430 000 US$
COUT DE LA CONTREPARTIE LOCALE :	A calculer
SOURCE DE FINANCEMENT :	A décider

1. BUT DU PROJET ET SES LIENS AVEC LE PROGRAMME DU PAYS

1.1 Programme pour le pays

L'évaluation et la gestion rationnelle des ressources en eau ne peuvent se faire sans une bonne connaissance des apports atmosphériques (les précipitations), ainsi que des pertes dues à la fois à l'évaporation des nappes d'eau libre ou de l'eau contenu dans le sol, et à la transpiration des végétaux.

Les planificateurs doivent disposer de données représentatives, fiables et facilement accessibles. Un réseau de stations d'observations et de mesures suffisamment dense et bien équipé est pour cela nécessaire.

1.2 Objectifs du projet

Les objectifs visés concernent l'ensemble du réseau climatologique ivoirien. Ils consistent à mettre en place un réseau d'acquisition des paramètres pluviométriques et climatiques qui soit de densité satisfaisante, à l'appareillage modernisé et dont l'organisation soit rationalisée afin d'en réduire les coûts de fonctionnement.

2. ELEMENTS LES PLUS IMPORTANTS

- Rééquilibrer le réseau au profit des régions Ouest, Nord et Nord-Est, très nettement sous-équipées actuellement. Cela passe par la création de nouvelles stations et donc par l'acquisition de matériel supplémentaire. Il faudrait envisager la création de six à sept stations synoptiques supplémentaires, d'une dizaine de stations agrométéorologiques et d'une cinquantaine de postes pluviométriques.

- Remplacer le matériel ancien dont les fréquences de pannes sont trop élevées, et doter l'atelier de réparations de Bouaké de moyens lui permettant de jouer son rôle de manière effective : pièces détachées, outillage, système d'étalonnage, etc.

- Doter la Sous-Direction de la Météorologie des moyens qui lui permettent de procéder à des visites d'inspection et de contrôle plus fréquentes : moyens de transport, carburant, etc.

- Mettre sur pied un réseau minimum équipé d'un système de transmission fiable assurant une centralisation rapide des données enregistrées et une autosurveillance. Le réseau synoptique, une fois complété, pourrait, à cette fin, être équipé d'un système de télétransmission des données.

- Décentraliser les structures d'entretien et de première exploitation des données, afin de réduire le coût de fonctionnement du réseau. Au centre de Bouaké, pourraient être adjoints un centre à Korhogo dans le Nord et un autre à Man, dans l'Ouest.

3. STRATEGIE DU PROJET

3.1 Bénéficiaires des résultats et des activités du projet

Le premier bénéficiaire sera la Sous-Direction de la Météorologie qui aura ainsi un dispositif de mesures et de transmission performant.

A un autre niveau, la connaissance et le suivi des paramètres climatologiques sont nécessaires à tous les planificateurs ou chargés d'études, qu'ils soient publics ou privés. Parmi les plus concernés figurent : la Direction de l'Eau, la DCGTX, l'EECI, la SODECI, les bureaux d'études, les organismes internationaux, les universités.

3.2 Bénéficiaires désignés

Le projet bénéficiera à tous ceux qui pâtissent d'une mauvaise connaissance des facteurs climatiques et, plus particulièrement, tous les utilisateurs de la ressource en eau :

- alimentation en eau potable ;
- agriculture et élevage ;
- hydroélectricité ;
- industrie.

Indirectement, le projet aura également des conséquences bénéfiques en permettant une meilleure conception des projets hydrauliques étroitement liés au développement du pays.

3.3 Organisation du projet

Le Maître d'Ouvrage sera le Ministère de l'Equipement, des Transports et du Tourisme.

Le Maître d'Oeuvre sera l'Agence Nationale pour les Aérodromes et la Météorologie.

Le projet requiert la présence d'un expert de niveau ingénieur, ayant au moins 10 ans d'expérience. Il sera assisté d'un technicien supérieur ayant 5 à 10 ans de pratique, avec une forte expérience de terrain et une bonne connaissance des systèmes de télétransmission par satellite.

Ces spécialistes travailleront en étroite collaboration avec leurs homologues ivoiriens.

Tous les Services ou Organismes qui disposent de données climatologiques devront les mettre à la disposition de la Sous-Direction de la Météorologie.

4. CAPACITE DU PAYS RECEVEUR

4.1 Support local

Le personnel spécialisé de la Sous-Direction de la Météorologie a un niveau de compétence satisfaisant.

La structure d'accueil, avec ses possibilités de décentralisation, possède une capacité suffisante pour assurer la réussite du projet.

5. RISQUES

5.1 Facteurs pouvant entraîner un retard dans l'exécution du projet

Le projet fait partie d'un ensemble de projets nationaux et régionaux, prolongement de l'évaluation hydrologique des pays de l'Afrique Subsaharienne.

La programmation de cet ensemble devra être particulièrement stricte, afin d'éviter qu'un retard dans la mise en route de l'un des projets n'entraîne des retards dans le démarrage ou l'exécution d'autres projets complémentaires.

5.2 Facteurs pouvant empêcher l'exécution du projet

A priori, aucune difficulté n'est à prévoir dans le bon déroulement de ce projet.

6. INTERVENTIONS

6.1 Sommaire des interventions

Le projet devrait se dérouler sur 3 ans au sein de la Sous-Direction de la Météorologie. L'expert de niveau ingénieur sera chargé de la coordination.

Durant les six premiers mois, seul interviendra le coordonnateur, pour évaluer avec précision les besoins et surtout rationaliser le dispositif à mettre en place.

Les deux années suivantes seront utilisées pour l'acquisition du matériel et son installation, la mise au point des procédures à utiliser et la formation du personnel à différents niveaux.

Les six derniers mois permettront au coordonnateur d'évaluer l'efficacité du système dans sa phase de routine.

Le projet fournira des moyens de mobilisation sur le terrain.

La Sous-Direction de la Météorologie désignera les cadres et les techniciens devant participer au projet.

L'ensemble du personnel recevra une formation sur le tas en participant activement à toutes les étapes des travaux et en assistant à des stages thématiques de groupes, organisés par les experts.

De plus, des stages de formation à l'extérieur sont prévus pour deux cadres.

6.2 Budget schématique

Ventilation	US$
Personnel	
Consultant principal (3 ans)	820 000
Expert (2 ans) y compris voyages et per diem	450 000
Formation	
2 bourses d'étude	40 000
Equipement	
Appareillage météorologique	1 500 000
Plates-formes de télétransmission	280 000
Station de réception	30 000
Véhicules	160 000
Fonctionnement	
Consommables, mobilisation terrain ...	150 000
Total	3 430 000

Annexe A

QUALIFICATION ET EXPERIENCE DU PERSONNEL INTERNATIONAL

L'expert coordonnateur du projet devra avoir une formation d'hydroclimatologue et une parfaite connaissance de la planification et de la gestion des réseaux. Il devra maîtriser les techniques modernes d'acquisition, de traitement et de télétransmission des données.

Il aura, en outre, une bonne expérience en organisation et direction de projets en Afrique.

L'expert adjoint sera spécialiste de l'instrumentation météorologique et des techniques de télétransmission.

Tous deux auront une solide expérience en formation de personnel homologue.

Une parfaite maîtrise de la langue française est indispensable.

Annexe B

FORMATION

La formation présentera deux aspects :

- une formation à l'étranger, pour deux cadres, au sein d'un organisme parfaitement au fait de la planification et de la gestion des réseaux pluvioclimatologiques, ainsi que de l'utilisation des techniques modemes d'acquisition et de transfert des données ;

- une formation sur le tas, tout au long du déroulement du projet, très pratique et opérationnelle, touchant différentes catégories de personnels.

DOCUMENT DE PROJET

PAYS :	République de Côte d'Ivoire
DATE :	Août 1992
PROJET N° :	RCI/02
TITRE :	Renforcement du potentiel informatique de la Sous-Direction de la Météorologie de l'ANAM
STRUCTURE GOUVERNEMENTALE IMPLIQUEE :	Ministère de l'Equipement, des Transports et du Tourisme ANAM
DUREE ESTIMEE :	1 an
CONTRIBUTION INTERNATIONALE DEMANDEE :	364 000 US$
COUT DE LA CONTREPARTIE LOCALE :	A calculer
SOURCE DE FINANCEMENT :	A décider

1. BUT DU PROJET ET SES LIENS AVEC LE PROGRAMME DU PAYS

1.1 Programme pour le pays

L'évaluation et la gestion rationnelle des ressources en eau ne peut se faire sans une bonne connaissance des apports atmosphériques (les précipitations), ainsi que des pertes dues à la fois à l'évaporation des nappes d'eau libre, ou de l'eau contenu dans le sol, et à la transpiration des végétaux.

Pour que les planificateurs et les différents autres utilisateurs puissent disposer de données représentatives, fiables et facilement accessibles, la mise en place d'une banque de données pluvioclimatologiques doit s'appuyer sur un dispositif informatique moderne et performant.

1.2 Objectifs du projet

Ce projet vise à modifier et renforcer le parc informatique de la Sous-Direction de la Météorologie, tant en matériels qu'en logiciels. Il a également pour objectif d'assurer une formation suffisante à son personnel.

2. ELEMENTS LES PLUS IMPORTANTS

. Définir un schéma d'équipement informatique pour la Sous-Direction de la Météorologie. Ce schéma devrait faire, à la micro-informatique, une part plus importante que ce qu'elle est à l'heure actuelle. Les micro-ordinateurs acquis pourront bien entendu être installés en réseau. A titre indicatif, et sans préjuger de ce que donnerait une analyse approfondie réalisée par un expert, on peut définir les besoins suivants :

- Abidjan : 4 micro-ordinateurs type 386 (HD 80 Mo, RAM 4 Mo), une imprimante Laser, une imprimante matricielle, une table traçante A3/A4.

- Bouaké : 2 micro-ordinateurs type 386 (HD 80 Mo, RAM 4 Mo), une imprimante matricielle.

. Un équipement informatique et micro-informatique, complété et performant, rend intéressant un investissement en logiciels. Celui-ci doit permettre à la Sous-Direction de rattraper son retard par l'acquisition d'éditeurs de textes, de traitements de textes, de tableurs graphiques, de logiciels de traitements statistiques, de langages de programmation, etc.

- Généraliser l'utilisation de la micro-informatique, au niveau ingénieur et technicien supérieur, par l'organisation de stages de formation à l'utilisation de micro-ordinateurs et de logiciels spécialisés. Ces stages devraient, dans un premier temps, concerner l'acquisition des notions indispensables de Microsoft - DOS. Une formation complémentaire à l'utilisation du logiciel CLICOM est à inclure dans ce projet.

- Ces stages constitueraient également une formation complémentaire, indispensable et nécessaire, pour les actuels informaticiens de l'ANAM.

3. STRATEGIE DU PROJET

3.1 Bénéficiaires des résultats et des activités du projet

Le premier bénéficiaire sera la Sous-Direction de la Météorologie qui disposera ainsi d'un système de banque de données et d'équipements performants.

A un autre niveau, la connaissance et le suivi des paramètres climatologiques sont nécessaires à tous les planificateurs ou chargés d'études, qu'ils soient publics ou privés. Parmi les plus concernés figurent : la Direction de l'Eau, la DCGTX, l'EECI, la SODECI, les bureaux d'études, les organismes internationaux, les universités.

3.2 Bénéficiaires désignés

Le projet bénéficiera à tous ceux qui pâtissent de ne pouvoir accéder facilement à l'information pluvioclimatologique et, plus particulièrement, à ceux pour qui l'utilisation des ressources en eau constitue une composante nécessaire de leurs projets :

- alimentation en eau potable ;
- agriculture et élevage ;
- hydroélectricité ;
- industrie.

3.3 Organisation du projet

Le Maître d'Ouvrage sera le Ministère de l'Equipement, des Transports et du Tourisme.

Le Maître d'Oeuvre sera l'Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie.

Le projet requiert la présence d'un expert informaticien spécialiste des systèmes, ainsi que d'un informaticien ayant une bonne expérience dans le domaine de la formation.

Ces spécialistes travailleront en étroite collaboration avec leurs homologues ivoiriens.

4. CAPACITE DU PAYS RECEVEUR

4.1 Support local

Le personnel spécialisé de la Sous-Direction de la Météorologie a un niveau de compétence satisfaisant.

La structure d'accueil possède une capacité suffisante pour assurer la réussite du projet.

Cependant, une formation complémentaire du personnel à l'utilisation de l'outil informatique reste nécessaire.

5. RISQUES

5.1 Facteurs pouvant entraîner un retard dans l'exécution du projet

Le projet fait partie d'un ensemble de projets nationaux et régionaux, prolongement de l'évaluation hydrologique des pays de l'Afrique Subsaharienne.

La programmation de cet ensemble devra être particulièrement stricte, afin d'éviter qu'un retard dans la mise en route de l'un des projets n'entraîne des retards dans le démarrage ou l'exécution d'autres projets complémentaires.

5.2 Facteurs pouvant empêcher l'exécution du projet

A priori, aucune difficulté n'est à prévoir dans le bon déroulement de ce projet.

6. INTERVENTIONS

6.1 Sommaire des interventions

Le projet devrait se dérouler sur 1 an, au sein de la Sous-Direction de la Météorologie.

L'informaticien spécialiste des systèmes effectuera une première intervention d'un mois, pour diagnostic et proposition d'un schéma, puis une seconde de trois mois pour installation et mise en route du dispositif.

Le second expert effectuera également deux missions : la première d'un mois, pour diagnostic et proposition d'un schéma en accord avec l'informaticien "systèmes", la deuxième de six mois pour assurer la formation du personnel à l'utilisation du matériel et des logiciels acquis.

La Sous-Direction de la Météorologie désignera les cadres et les techniciens devant participer au projet.

6.2 Budget schématique

Ventilation	US$
Personnel Informaticien "systèmes" (4 mois) Informaticien (7 mois) y compris voyages et per diem	258 000
Equipement Matériel informatique et logiciels	100 000
Fonctionnement Consommables, organisation formation ...	6 000
Total	364 000

Annexe A

QUALIFICATION ET EXPERIENCE DU PERSONNEL INTERNATIONAL

L'expert spécialiste des systèmes devra avoir au moins 10 ans d'expérience et une parfaite connaissance de la micro-informatique, ainsi que des transferts d'un système à un autre.

Le second expert informaticien devra avoir plusieurs années d'expérience dans le domaine de la formation.

Ils auront, en outre, une bonne expérience en organisation et direction de projets en Afrique.

Une parfaite maîtrise de la langue française est indispensable.

Annexe B

FORMATION

Les thèmes de la formation, qui concerneront différentes catégories de personnels (informaticiens, ingénieurs et techniciens), couvriront à la fois le matériel et les logiciels.

Une formation complémentaire à l'utilisation du logiciel CLICOM sera programmée.

DOCUMENT DE PROJET

PAYS :	République de Côte d'Ivoire
DATE :	Août 1992
PROJET N° :	RCI/03
TITRE :	Création d'une banque de données pluviographiques
STRUCTURE GOUVERNEMENTALE IMPLIQUEE :	Ministère de l'Equipement, Transports et du Tourisme ANAM
DUREE ESTIMEE :	2 ans
CONTRIBUTION INTERNATIONALE DEMANDEE :	324 000 US$
COUT DE LA CONTREPARTIE LOCALE :	A calculer
SOURCE DE FINANCEMENT :	A décider

1. BUT DU PROJET ET SES LIENS AVEC LE PROGRAMME DU PAYS

1.1 Programme pour le pays

L'évaluation et la gestion rationnelle des ressources en eau ne peuvent se faire sans une bonne connaissance des apports atmosphériques. Les quantités d'eau qui ruissellent sur le sol ne sont pas liées uniquement à la hauteur des précipitations, mais aussi à leur intensité. De cette dernière dépend également l'érosion des sols, que la dégradation ou la disparition de la couverture végétale, rend plus vulnérables.

Certaines cultures peu protectrices, certaines pratiques culturales, une exploitation intensive de la forêt et une urbanisation galopante favorisent le ruissellement qui ne peut être étudié sans une bonne connaissance des précipitations mesurées sur des intervalles de temps relativement courts (parfois de l'ordre de quelques minutes). Cette information ne peut être fournie que par des appareils enregistreurs dont seules sont équipées les stations synoptiques et la plupart des stations agrométéorologiques. Les enregistrements accumulés n'ont pas fait, jusqu'à ce jour, l'objet d'un traitement systématique, et les risques de pertes ou de détériorations de certains diagrammes ne sont pas négligeables.

1.2 Objectifs du projet

Les objectifs visés par ce projet concement, dans un premier temps, la valorisation des enregistrements jusqu'à présent non exploités, et, dans un second temps, la constitution d'une banque de données pluviographiques qui sera mise à jour régulièrement par la suite.

2. ELEMENTS LES PLUS IMPORTANTS

- Equiper la Sous-Direction de la Météorologie du matériel et des logiciels nécessaires au traitement informatisé des enregistrements pluviographiques.
- Former le personnel à ces techniques.
- Elaborer et alimenter la banque de données.
- Exploiter et valoriser les données : études statistiques, études des intensités, établissement des courbes intensité-durée-fréquence, etc.

3. STRATEGIE DU PROJET

3.1 Bénéficiaires des résultats et des activités du projet

Le premier bénéficiaire sera la Sous-Direction de la Météorologie qui disposera ainsi d'un système performant de traitement, d'archivage et d'exploitation de l'information pluviographique.

A un autre niveau, la connaissance et le suivi des intensité des précipitations sont nécessaires à tous les planificateurs ou chargés d'études, qu'ils soient publics ou privés. Parmi les plus concernés figurent : la Direction de l'Eau, la DCGTX, l'EECI, les bureaux d'études, les organismes internationaux, les 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, AEP.

3.3 Organisation du projet

Le Maître d'Ouvrage sera le Ministère de l'Equipement, des Transports et du Tourisme.

Le Maître d'Oeuvre sera l'Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie.

Le projet requiert la participation d'experts informaticiens.

Ces spécialistes travailleront en étroite collaboration avec leurs homologues ivoiriens.

Tous les Services ou Organismes qui disposent de données pluviographiques devront les mettre à la disposition de la Sous-Direction de la Météorologie.

4. CAPACITE DU PAYS RECEVEUR

4.1 Support local

Le personnel spécialisé de la Sous-Direction de la Météorologie a un niveau de compétence satisfaisant.

La structure d'accueil possède une capacité suffisante pour assurer la réussite du projet.

Cependant, les moyens informatiques pour la numérisation des diagrammes sont actuellement inexistants, et le personnel de la Sous-Direction de la Météorologie aura besoin d'une formation complémentaire dans ce domaine.

5. RISQUES

5.1 Facteurs pouvant entraîner un retard dans l'exécution du projet

Le projet fait partie d'un ensemble de projets nationaux et régionaux, prolongement de l'évaluation hydrologique des pays de l'Afrique Subsaharienne.

La programmation de cet ensemble devra être particulièrement stricte, afin d'éviter qu'un retard dans la mise en route de l'un des projets n'entraîne des retards dans le démarrage ou l'exécution d'autres projets complémentaires.

5.2 Facteurs pouvant empêcher l'exécution du projet

A priori, aucune difficulté n'est à prévoir dans le bon déroulement de ce projet.

6. INTERVENTIONS

6.1 Sommaire des interventions

Le projet devrait se dérouler sur 2 ans, au sein de la Sous-Direction de la Météorologie :

- Une mission de 6 mois devra être effectuée par un informaticien expérimenté en banques 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 Sous-Direction de la Météorologie désignera les cadres et les techniciens devant participer au projet.

L'ensemble du personnel recevra une formation sur le tas, mais un stage de formation de trois mois, pour deux techniciens et un cadre, pour acquérir les techniques d'utilisation du matériel informatique, est prévu à l'étranger.

6.2 Budget schématique

Ventilation	US$
Personnel	
Informaticien base de données (6 mois)	
Informaticien systèmes (2 mois) Y compris voyages et per diem	190 000
Formation	
3 hommes durant 3 mois	24 000
Equipement	
Matériel informatique et logiciels (2 tables à digitaliser, 2 micro-ordinateurs)	50 000
Fonctionnement	
Consommables, déplacements ...	60 000
Total	324 000

Annexe A

QUALIFICATION ET EXPERIENCE DU PERSONNEL INTERNATIONAL

L'informaticien spécialiste en banques 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 (informatiques et micro-informatiques).

Une parfaite maîtrise de la langue française est indispensable.

Annexe 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, très pratique et opérationnelle, touchant différentes catégories de personnels.

DOCUMENT DE PROJET

PAYS :	République de Côte d'Ivoire
DATE :	Août 1992
PROJET N° :	RCI/04
TITRE :	Formation des techniciens et des assistants météorologues de la Sous-Direction de la Météorologie de l'ANAM
STRUCTURE GOUVERNEMENTALE IMPLIQUEE :	Ministère de l'Equipement, des Transports et du Tourisme ANAM
DUREE ESTIMEE :	3 ans
CONTRIBUTION INTERNATIONALE DEMANDEE :	961 000 US$
COUT DE LA CONTREPARTIE LOCALE :	A calculer
SOURCE DE FINANCEMENT :	A décider

1. BUT DU PROJET ET SES LIENS AVEC LE PROGRAMME DU PAYS

1.1 Programme pour le pays

Hormis les cadres de la Sous-Direction de la Météorologie dont le besoin en formation est essentiellement dirigé vers les domaines de l'informatique et des technologies nouvelles, le reste du personnel des catégories inférieures, doit bénéficier d'une formation de base.

Ainsi, près de 70 % des agents affectés dans les stations synoptiques n'ont pas reçu de formation appropriée dans le domaine de la météorologie.

1.2 Objectifs du projet

Ce projet vise à apporter une formation de base aux nombreux techniciens et assistants météorologues qui n'ont jamais reçu de formation spécialisée dans le domaine de la météorologie, ainsi qu'une formation complémentaire et continue aux autres.

2. ELEMENTS LES PLUS IMPORTANTS

- Création de deux cellules de formation, l'une à Abidjan et l'autre à Bouaké.
- Equipement de ces deux cellules en matériel de démonstration et d'apprentissage.
- Mise en place des structures et des crédits permettant l'organisation des sessions de formation (consommables, frais de déplacement, etc.).

3. STRATEGIE DU PROJET

3.1 Bénéficiaires des résultats et des activités du projet

Le premier bénéficiaire sera la Sous-Direction de la Météorologie qui sera ainsi dotée d'un personnel technique parfaitement apte à faire face aux nombreuses tâches qui lui sont dévolues.

A un autre niveau, des retombées positives sont à attendre sur la qualité et la fiabilité des observations et des mesures.

3.2 Bénéficiaires désignés

Le projet bénéficiera à tous les utilisateurs de l'information météorologique et climatologique, et, plus particulièrement, à ceux qui planifient et exploitent la ressource en eau :

- Direction de l'Eau
- Direction du Contrôle des Grands Travaux
- Ministère de l'Agriculture
- Sociétés de Développement
- Energie Electrique de Côte d'Ivoire
- Bureaux d'études
- Organismes internationaux
- Organismes de recherche
- Universités

3.3 Organisation du projet

Le Maître d'Ouvrage sera le Ministère de l'Equipement, des Transports et du Tourisme.

Le Maître d'Oeuvre sera l'Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie.

Le projet requiert la présence d'un personnel d'encadrement expatrié ayant compétence dans le domaine de la mesure climatologique et de la formation.

4. CAPACITE DU PAYS RECEVEUR

4.1 Support local

La structure d'accueil, avec ses possibilités de décentralisation, possède une capacité suffisante pour assurer la réussite du projet.

5. RISQUES

5.1 Facteurs pouvant entraîner un retard dans l'exécution du projet

Le projet fait partie d'un ensemble de projets nationaux et régionaux, prolongement de l'évaluation hydrologique des pays de l'Afrique Subsaharienne.

La programmation de cet ensemble devra être particulièrement stricte, afin d'éviter qu'un retard dans la mise en route de l'un des projets n'entraîne des retards dans le démarrage ou l'exécution d'autres projets complémentaires.

5.2 Facteurs pouvant empêcher l'exécution du projet

A priori, aucune difficulté n'est à prévoir dans le bon déroulement de ce projet.

6. INTERVENTIONS

6.1 Sommaire des interventions

Le projet devrait se dérouler au sein de la Sous-Direction de la Météorologie à Abidjan et de la Délégation régionale de Bouaké, avec l'assistance d'experts totalisant 36 hommes-mois de missions :

- Une mission préparatoire de deux mois permettra l'évaluation des besoins, la création des cellules de formation et la commande de matériel.

- La formation théorique et pratique en météorologie, climatologie et agrométéorologie s'étalera sur un an et demi, avec la participation de plusieurs spécialistes.

Le projet fournira tous les moyens nécessaires à l'organisation des sessions de formation.

La Sous-Direction de la Météorologie désignera les cadres devant assister les experts dans la réalisation du projet.

6.2 Budget schématique

Ventilation	US$
Personnel	
Expert senior (20 hommes-mois)	400 000
Experts (16 hommes-mois) y compris per diem	256 000
Voyages	15 000
Equipement	
Matériel de démonstration et formation	200 000
Fonctionnement	
Consommables, frais de déplacement ...	90 000
Total	961 000

Annexe A

QUALIFICATION ET EXPERIENCE DU PERSONNEL INTERNATIONAL

L'expert coordonnateur du projet devra avoir une formation d'hydroclimatologue et une grande expérience en formation.

Les autres experts spécialistes en météorologie, climatologie et agrométéorologie devront être de bons formateurs.

Tous auront une solide expérience de l'Afrique.

Une parfaite maîtrise de la langue française est indispensable.

Annexe B

FORMATION

La formation théorique et pratique devra être adaptée aux techniciens et assistants météorologues.

Elle abordera non seulement les mesures et observations classiques, mais également les techniques nouvelles : informatique, électronique, télétransmission.

DOCUMENT DE PROJET

PAYS :	République de Côte d'Ivoire
DATE :	Août 1992
PROJET N° :	RCI/05
TITRE :	Soutien et consolidation des activités hydrologiques
STRUCTURE GOUVERNEMENTALE IMPLIQUEE :	Ministère de l'Equipement, des Transports et du Tourisme - Direction de l'Eau
DUREE ESTIMEE :	5 ans
CONTRIBUTION INTERNATIONALE DEMANDEE :	1 511 000 US$
COUT DE LA CONTREPARTIE LOCALE :	A calculer
SOURCE DE FINANCEMENT :	A décider

1. BUT DU PROJET ET SES LIENS AVEC LE PROGRAMME DU PAYS

1.1 Programme pour le pays

L'évaluation et la gestion rationnelle des ressources en eau ne peuvent se faire sans une bonne connaissance des apports des cours d'eau, dans le temps comme dans l'espace.

Le réseau de mesures et d'observations hydrométriques devient, faute de moyens, de moins en moins opérationnel, alors que la densité en stations reste, du moins sur certains bassins versants, encore insuffisante.

Le recours aux techniques nouvelles devrait permettre d'améliorer, à moindre coût, la qualité et la fiabilité de l'acquisition et du transfert des données.

1.2 Objectifs du projet

Ce projet vise à consolider les acquis des activités hydrologiques et à améliorer les résultats attendus, tout en réalisant une réduction des coûts d'exploitation et la rationalisation des activités de terrain.

2. ELEMENTS LES PLUS IMPORTANTS

- Equiper le réseau de 25 plates-formes de collecte automatique des données avec télétransmission, sur des sites qui auront été définis sur des critères d'éloignement, d'inaccessibilité et de risques de dommages en cas de crue.

- Installation de deux stations de réception satellitaire à Abidjan et à Bouake pour le suivi et la surveillance du matériel, la réception des données et la programmation des tournées de jaugeages.

  Ces stations seront couplées à des ordinateurs performants et de grande capacité de stockage.

- Dotation de la Sous-Direction de l'Hydrologie en moyens logistiques (véhicules, carburant, etc.).

- Renforcement des activités de terrain (inspection, jaugeages, formation des observateurs, etc.).

3. STRATEGIE DU PROJET

3.1 Bénéficiaires des résultats et des activités du projet

Le premier bénéficiaire sera la Sous-Direction de l'Hydrologie qui aura ainsi un dispositif de mesures et d'observations moderne et performant.

A un autre niveau, la connaissance et le suivi des paramètres hydrologiques sont nécessaires à tous les planificateurs ou chargés d'études, qu'ils soient publics ou privés. Parmi les plus concernés figurent : la Direction de l'Eau, la DCGTX, l'EECI, la SODECI, les bureaux d'études, les organismes internationaux, les universités.

3.2 Bénéficiaires désignés

Dans le domaine du développement des ressources en eaux superficielles et de leur utilisation rationnelle, le projet bénéficiera à tous ceux qui pâtissent d'une mauvaise connaissance des caractéristiques hydrologiques :

- alimentation en eau potable ;
- agriculture et élevage ;
- hydroélectricité ;
- industrie.

Indirectement, le projet aura également des retombées bénéfiques en permettant une meilleure conception des projets hydrauliques étroitement liés au développement du pays.

3.3 Organisation du projet

Le Maître d'Ouvrage sera le Ministère de l'Equipement, des Transports et du Tourisme.

Le Maître d'Oeuvre sera la Direction de l'Eau.

Le projet requiert la présence d'un expert, de niveau ingénieur, ayant au moins 10 ans d'expérience. Il travaillera en étroite collaboration avec ses homologues ivoiriens.

4. CAPACITE DU PAYS RECEVEUR

4.1 Support local

Le personnel spécialisé de la Sous-Direction de l'Hydrologie a un niveau de compétence satisfaisant.

La structure d'accueil, avec ses possibilités de décentralisation, possède une capacité suffisante pour assurer la réussite du projet.

5. RISQUES

5.1 Facteurs pouvant entraîner un retard dans l'exécution du projet

Le projet fait partie d'un ensemble de projets nationaux et régionaux, prolongement de l'évaluation hydrologique des pays de l'Afrique Subsaharienne.

La programmation de cet ensemble devra être particulièrement stricte, afin d'éviter qu'un retard dans la mise en route de l'un des projets n'entraîne des retards dans le démarrage ou l'exécution d'autres projets complémentaires.

5.2 Facteurs pouvant empêcher l'exécution du projet

A priori, aucune difficulté n'est à prévoir dans le bon déroulement de ce projet.

6. INTERVENTIONS

6.1 Sommaire des interventions

Le projet devrait se dérouler sur 5 ans, au sein de la Sous-Direction de l'Hydrologie. Il s'articulera en deux phases :

- Une première phase, d'une durée de deux ans, coordonnée par l'expert hydrologue, pour définir avec précision les besoins, acquérir et mettre en place les équipements, rendre le dispositif opérationnel et former le personnel.

. Une deuxième phase de mise en oeuvre, d'une durée de 3 ans.

La Sous-Direction de l'Hydrologie désignera les cadres et les techniciens devant participer au projet.

L'ensemble du personnel recevra une formation sur le tas en participant activement à toutes les étapes du projet et en assistant à des stages thématiques de groupes, organisés par l'expert.

De plus, des stages de formation nécessaires à l'utilisation des techniques implantées sont prévus pour deux cadres à l'étranger.

6.2 Budget schématique

Ventilation	US$
Personnel	
Expert hydrologue (2 ans) y compris voyages et per diem	545 000
Formation	
2 cadres pour 3 mois	16 000
Equipement	
Plates-formes de collecte automatique et stations de réception	400 000
Véhicules	150 000
Fonctionnement	
Consommables, mobilisation terrain ...	400 000
Total	1 511 000

Annexe A

QUALIFICATION ET EXPERIENCE DU PERSONNEL INTERNATIONAL

L'expert hydrologue devra avoir une parfaite connaissance de la planification et de la gestion des réseaux. Il devra maîtriser les techniques modernes d'acquisition, de traitement et de télétransmission des données.

Il aura, en outre, une bonne expérience en organisation et direction de projets en Afrique, ainsi qu'en formation de personnel.

Une parfaite maîtrise de la langue française est indispensable.

Annexe B

FORMATION

La formation présentera deux aspects :

- une formation à l'étranger, pour deux cadres, au sein d'un organisme parfaitement au fait de la planification et de la gestion des réseaux hydrométriques, ainsi que de l'utilisation des techniques modemes d'acquisition et de transfert des données ;

- une formation sur le tas, tout au long du déroulement du projet, très pratique et opérationnelle, touchant différentes catégories de personnels.

DOCUMENT DE PROJET

PAYS :	République de Côte d'Ivoire
DATE :	Août 1992
PROJET N° :	RCI/06
TITRE :	Valorisation de l'acquis hydrologique Edition de l'Atlas des ressources en eau
STRUCTURE GOUVERNEMENTALE IMPLIQUEE :	Ministère de l'Equipement, des Transports et du Tourisme - Direction de l'Eau
DUREE ESTIMEE :	4 ans
CONTRIBUTION INTERNATIONALE DEMANDEE :	895 000 US$
COUT DE LA CONTREPARTIE LOCALE :	A calculer
SOURCE DE FINANCEMENT :	A décider

1. BUT DU PROJET ET SES LIENS AVEC LE PROGRAMME DU PAYS

1.1 Programme pour le pays

L'évaluation et la gestion rationnelle des ressources en eau ne peuvent se faire sans une bonne connaissance des caractéristiques hydrologiques des cours d'eau.

Les planificateurs, comme de nombreux autres utilisateurs, doivent disposer, suivant les besoins, d'ouvrages de référence analytiques ou synthétiques.

1.2 Objectifs du projet

Les activités hydrologiques ayant permis d'asseoir une solide base de données, ce projet vise à constituer un fonds documentaire sur les caractéristiques hydrologiques nationales, afin d'orienter judicieusement la planification des ressources en eau.

2. ELEMENTS LES PLUS IMPORTANTS

. Sur la base d'une équipe locale, assistée d'un expert/consultant de très haut niveau, il s'agira d'actualiser les données de l'Atlas de Côte d'Ivoire, en ce qui concerne les ressources en eau, par l'élaboration de monographies sur les bassins suivants :

- Bandama
- Cavally
- Comoé
- Sassandra

ainsi que sur l'ensemble des bassins côtiers et du Haut-Niger.

. En sous-traitance avec un chargé d'études local ou étranger, les cartes thématiques, illustrant ces monographies, seront établies en polychromie.

. Le document final sera édité en 100 exemplaires.

3. STRATEGIE DU PROJET

3.1 Bénéficiaires des résultats et des activités du projet

Le premier bénéficiaire sera la Sous-Direction de l'Hydrologie qui enrichira ainsi son fonds documentaire.

A un autre niveau, les documents produits constitueront une aide importante pour tous ceux qui utilisent la ressource en eau et ceux qui planifient son utilisation.

3.2 Bénéficiaires désignés

Le Maître d'Ouvrage sera le Ministère de l'Equipement, des Transports et du Tourisme.

Le Maître d'Oeuvre sera la Direction de l'Eau.

Le projet requiert la présence d'un expert hydrologue, de très haut niveau, pour animer une équipe d'ingénieurs et de chercheurs ivoiriens.

Tous les Services ou Organismes qui disposent de données climatologiques, hydrologiques, physiographiques, économiques, démographiques, géographiques, etc. devront les mettre à la disposition de la Sous-Direction de l'Hydrologie.

4. CAPACITE DU PAYS RECEVEUR

4.1 Support local

Le personnel spécialisé de la Sous-Direction de l'Hydrologie a un niveau de compétence satisfaisant.

La structure d'accueil prévue possède une capacité suffisante pour assurer la réussite du projet.

Cependant, des moyens de traitement supplémentaires sont nécessaires (ordinateur, imprimante couleur, logiciels).

5. RISQUES

5.1 Facteurs pouvant entraîner un retard dans l'exécution du projet

Le projet fait partie d'un ensemble de projets nationaux et régionaux, prolongement de l'évaluation hydrologique des pays de l'Afrique Subsaharienne.

La programmation de cet ensemble devra être particulièrement stricte, afin d'éviter qu'un retard dans la mise en route de l'un des projets n'entraîne des retards dans le démarrage ou l'exécution d'autres projets complémentaires.

5.2 Facteurs pouvant empêcher l'exécution du projet

A priori, aucune difficulté n'est à prévoir dans le bon déroulement de ce projet.

6. INTERVENTIONS

6.1 Sommaire des interventions

Le projet devrait se dérouler sur 4 ans, au sein de la Sous-Direction de l'Hydrologie.

L'expert hydrologue sera chargé de l'animation et de la coordination des études durant les deux premières années.

Les travaux des deux dernières années seront effectués sous la responsabilité d'un cadre ivoirien formé par l'expert.

La Sous-Direction de l'Hydrologie désignera les cadres et les techniciens devant participer au projet.

L'ensemble du personnel affecté recevra une formation sur le tas en participant activement à toutes les étapes des travaux.

Deux cadres recevront, à l'étranger, une formation à l'utilisation de la cartographie et du dessin assistés par ordinateur, ainsi qu'à la sortie de documents de synthèse.

6.2 Budget schématique

Ventilation	US$
Personnel	
Expert hydrologue (3 ans) y compris voyages et per diem	545 000
Formation	
2 cadres à l'étranger	40 000
Organisation locale	10 000
Equipement	
Ordinateur, imprimante couleur, logiciels	100 000
Fonctionnement	
Consommables, petites fournitures	100 000
Sous-traitance pour édition	100 000
Total	895 000

Annexe A

QUALIFICATION ET EXPERIENCE DU PERSONNEL INTERNATIONAL

L'expert hydrologue, coordonnateur du projet, devra avoir une large expérience dans le traitement et l'interprétation des données hydroclimatologiques. Il devra avoir participé à la rédaction de monographies de grands bassins hydrographiques, de préférence africains. Il devra maîtriser les techniques modernes de cartographie et dessin assistés par ordinateur.

Il aura, en outre, une bonne expérience en organisation et direction de projets en Afrique.

Une parfaite maîtrise de la langue française est indispensable.

Annexe B

FORMATION

La formation présentera deux aspects :

- une formation à l'étranger, pour deux cadres, au sein d'un organisme parfaitement au fait des techniques de cartographie, de dessin et de publication assistés par ordinateur ;

- une formation sur le tas, tout au long du déroulement du projet, touchant différentes catégories de personnels.

DOCUMENT DE PROJET

PAYS :	République de Côte d'Ivoire
DATE :	Août 1992
PROJET N° :	RCI/07
TITRE PROPOSE :	Prévention des inondations
STRUCTURE GOUVERNEMENTALE IMPLIQUEE :	Ministère de l'Equipement des Transports et du Tourisme - Direction de l'Eau
DUREE ESTIMEE :	3 ans
CONTRIBUTION INTERNATIONALE DEMANDEE :	1 080 000 US$
COUT DE LA CONTREPARTIE LOCALE :	A calculer
SOURCE DE FINANCEMENT :	A décider

1. BUT DU PROJET ET SES LIENS AVEC LE PROGRAMME DU PAYS

1.1 Programme pour le pays

Les crues qui engendrent, dans certaines zones du pays, des inondations pouvant revêtir un caractère catastrophique sont souvent accentuées par une occupation ou une exploitation inadéquate et mal contrôlée du milieu naturel (déforestation, urbanisation, mise en culture, industrialisation, etc.).

Les inondations, qui, en 1990, ont provoqué de très importants dégâts, à Agboville et dans toute sa région, ont montré la gravité que peuvent présenter ces phénomènes et les risques qu'ils font courir aux populations et aux biens. Des mesures conservatoires et préventives ainsi que des moyens de lutte doivent donc être mis en place.

1.2 Objectifs du projet

Ce projet vise à déterminer les zones à risques d'inondations des principales villes de Côte d'Ivoire et d'un certain nombre d'autres sites, ainsi qu'à mettre en oeuvre un système pilote d'annonce de crues à Agboville.

2. ELEMENTS LES PLUS IMPORTANTS

. Cartographie des zones inondables des principales villes de Côte d'Ivoire et de différents sites d'importance économique certaine :

- grandes exploitations agricoles ;
- grands axes routiers ;
- zones industrielles.

. Edition d'un document de synthèse regroupant des cartes établies pour différents niveaux de risques.

. Equipement du bassin de l'Agneby d'un système pilote d'annonce de crues pour la protection d'Agboville et de sa région.

. Elaboration d'un modèle de prévision hydrologique du même bassin.

3. STRATEGIE DU PROJET

3.1 Bénéficiaires des résultats et des activités du projet

Le premier bénéficiaire sera la Sous-Direction de l'Hydrologie qui disposera ainsi d'un outil supplémentaire pour l'accomplissement des différentes tâches dont elle a la charge et, plus particulièrement, dans le domaine de la réglementation et de la police des eaux.

Le projet représentera, de plus, un apport important pour la planification et la rationalisation de l'occupation des sols dans les zones inondables.

A un autre niveau, il bénéficiera à tous les riverains menacés dans leurs biens ou leur personne.

3.2 Organisation du projet

Le Maître d'Ouvrage sera le Ministère de l'Equipement, des Transports et du Tourisme.

Le Maître d'Oeuvre sera la Direction de l'Eau.

Le projet requiert la présence de deux experts, de niveau ingénieur, ayant au moins 10 ans d'expérience, l'un dans le domaine de la cartographie des zones inondables, l'autre dans l'élaboration des systèmes d'annonce de crues.

Ces spécialistes travailleront en étroite collaboration avec leurs homologues ivoiriens.

Tous les Services ou Organismes qui disposent d'informations topographiques, cartographiques à grandes et moyennes échelles, ou photographiques (aériennes ou satellites) des zones inventoriées devront les mettre à la disposition de la Direction de l'Eau.

4. CAPACITE DU PAYS RECEVEUR

4.1 Support local

La Direction de l'Eau dispose d'un potentiel humain suffisant. Néanmoins, des formations complémentaires, d'une part, dans le domaine de la cartographie, de la topographie et de la télédétection, et, d'autre part, dans celui de la prévision des crues, seront nécessaires.

La structure d'accueil, avec ses possibilités de décentralisation, possède une capacité suffisante pour assurer la réussite du projet.

5. RISQUES

5.1 Facteurs pouvant entraîner un retard dans l'exécution du projet

Le projet fait partie d'un ensemble de projets nationaux et régionaux, prolongement de l'évaluation hydrologique des pays de l'Afrique Subsaharienne.

La programmation de cet ensemble devra être particulièrement stricte, afin d'éviter qu'un retard dans la mise en route de l'un des projets n'entraîne des retards dans le démarrage ou l'exécution d'autres projets complémentaires.

5.2 Facteurs pouvant empêcher l'exécution du projet

A priori, aucune difficulté n'est à prévoir dans le bon déroulement de ce projet.

6. INTERVENTIONS

6.1 Sommaire des interventions

Le projet devrait se dérouler sur 3 ans, au sein de la Sous-Direction de l'Hydrologie.

L'expert chargé du relevé des zones à risques et de l'élaboration d'un document de synthèse interviendra dans une première phase d'une durée d'un an.

Le second expert, chargé de la mise en place d'un système pilote d'annonce de crues sur le bassin de l'Agneby, interviendra au cours de trois missions d'une durée totale de six mois :

- une première mission de deux mois, pour une reconnaissance du bassin, le choix du ou des modèles de prévision hydrologique, la définition du dispositif de mesures et d'observations ainsi que le choix du matériel nécessaire (hydrométrie, télétransmission, informatique) ;

- une deuxième mission de trois mois, pour le contrôle de la mise en place du dispositif, la mise en route des appareils, l'implantation du ou des modèles hydrologiques et pour la formation du personnel ;

- une dernière mission d'évaluation d'une durée d'un mois, après qu'une crue significative ait été observée.

La Direction de l'Eau désignera les cadres et les techniciens devant participer au projet.

L'ensemble du personnel concerné recevra une formation sur le tas en participant activement à toutes les étapes des travaux et en assistant à des stages thématiques de groupes, organisés par les experts.

De plus, des stages de formation à l'extérieur sont prévus pour quatre membres du personnel :

- deux dans le domaine de la cartographie des zones inondables et de la détermination des risques ;

- deux pour la gestion des systèmes d'annonce de crues.

6.2 Budget schématique

Ventilation	US$
Personnel	
Expert zones à risques	275 000
Expert annonce de crues y compris voyages et per diem	145 000
Formation	
4 bourses d'étude	80 000
Equipement	
Matériel hydrométéorologique	
Matériel de télétransmission	
Matériel informatique et logiciels	
Matériel cartographique	350 000
Fonctionnement	
Sous-traitance : télédétection, édition	150 000
Véhicules, frais de déplacements	60 000
Consommables, petites fournitures ...	20 000
Total	1 080 000

Annexe A

QUALIFICATION ET EXPERIENCE DU PERSONNEL INTERNATIONAL

L'expert chargé de la définition et de la cartographie des zones inondables pour différents niveaux de risques devra avoir plus de 10 ans d'expérience. Il devra posséder une bonne connaissance des techniques modernes de cartographie et de télédétection.

L'expert spécialiste des systèmes d'annonce de crues aura également au moins dix ans d'expérience et devra démontrer de réelles capacités de formateur.

Tous deux auront une bonne connaissance de l'Afrique (milieu physique, climat, hydrologie).

Une parfaite maîtrise de la langue française est indispensable.

Annexe B

FORMATION

La formation présentera deux aspects :

- une formation à l'étranger pour quatre cadres : deux au sein d'un organisme parfaitement au fait des techniques de cartographie des zones inondables, deux dans un service modeme d'annonce de crues ;

- une formation sur le tas, touchant différentes catégories de personnels, tout au long du déroulement du projet.

DOCUMENT DE PROJET

PAYS :	République de Côte d'Ivoire
DATE :	Août 1992
PROJET N° :	RCI/08
TITRE :	Mesure du transport solide et de la qualité physico-chimique des cours d'eau
STRUCTURE GOUVERNEMENTALE IMPLIQUEE :	Ministère de l'Equipement, des Transports et du Tourisme Ministère de la Défense Direction de l'Eau Laboratoire Central de l'Eau
DUREE ESTIMEE :	3 ans
CONTRIBUTION INTERNATIONALE DEMANDEE :	970 000 US$
COUT DE LA CONTREPARTIE LOCALE :	A calculer
SOURCE DE FINANCEMENT :	A décider

1. BUT DU PROJET ET SES LIENS AVEC LE PROGRAMME DU PAYS

1.1 Programme pour le pays

Aucune analyse physico-chimique systématique n'est effectuée sur les eaux de surface, si ce n'est sur les ouvrages gérés par la Société de Distribution d'Eau de la Côte d'Ivoire.

Des analyses ponctuelles sont parfois réalisées pour répondre à des problématiques spécifiques : génie civil, agriculture, agro-industrie.

Dans un pays où le rapide développement modifie le milieu naturel, rendant précaires certains équilibres, il est important de suivre les variations éventuelles de la qualité des eaux, dans le temps et l'espace.

1.2 Objectifs du projet

Ce projet vise à constituer un réseau de mesure de la qualité physico-chimique des eaux de surface (y compris les matières solides), pour une meilleure définition des stratégies d'équipement national et de développement.

2. ELEMENTS LES PLUS IMPORTANTS

- Pour ne pas dupliquer inutilement les structures existantes, capables de mesurer la qualité de l'eau, et pour profiter de l'expérience et de l'implantation régionale de la Sous-Direction de l'Hydrologie, il faudra au préalable créer un cadre de collaboration entre le Laboratoire Central de l'Eau (LCE) et la Direction de l'Eau (SDH) qui relèvent de deux ministères différents (Equipement, Transports et Tourisme pour l'un, Défense pour l'autre).

- Définition des éléments à rechercher et des mesures à effectuer.

- Description des modes opératoires.

- Choix des stations du réseau hydrométrique (à compléter éventuellement) où seront effectués mesures et prélèvements.

- Activité de formation des hydrologues à la mesure de la qualité de l'eau (formation de groupe).

- Dotation du Laboratoire Central de l'Eau en matériel complémentaire.

- Dotation de la Sous-Direction de l'Hydrologie en moyens de mesure (mallettes d'analyse in situ).

- Dotation du LCE et de la SDH en moyens logistiques (véhicules, carburant, etc.).

- Organisation des mesures sur le terrain.

- Interprétation des résultats.

- Formation à l'étranger de cadres du LCE.

3. STRATEGIE DU PROJET

3.1 Bénéficiaires des résultats et des activités du projet

Les premiers bénéficiaires seront le Laboratoire Central de l'Eau et la Direction de l'Eau qui disposeront ainsi des moyens humains et en matériel pour suivre une composante importante de la ressource en eau.

A un autre niveau, la connaissance de la qualité physico-chimique des eaux de surface est une donnée qui intéresse les utilisateurs de la ressource et ceux qui planifient son utilisation.

3.2 Bénéficiaires désignés

Dans le domaine du développement des ressources en eau de surface et de leur utilisation rationnelle, le projet bénéficiera à tous ceux qui interviennent dans les différents secteurs :

- de l'alimentation en eau potable ;
- de l'agriculture et élevage ;
- de l'hydroélectricité ;
- de l'industrie.

3.3 Organisation du projet

Le Maître d'Ouvrage sera le Ministère de l'Equipement, des Transports et du Tourisme, et le Ministère de la Défense.

Le Maître d'Oeuvre sera le Laboratoire Central de l'Eau et la Direction de l'Eau.

Le projet requiert la présence d'un expert, de niveau ingénieur, ayant au moins 10 ans d'expérience dans la gestion des réseaux de suivi de la qualité des eaux superficielles.

Les prélèvements d'échantillons d'eau et les mesures in situ seront effectués par le personnel de la Sous-Direction de l'Hydrologie ; les analyses de laboratoire seront à la charge du Laboratoire Central de l'Eau.

4. CAPACITE DU PAYS RECEVEUR

4.1 Support local

Le personnel technique de la Sous-Direction de l'Hydrologie et du Laboratoire Central a un niveau de compétence satisfaisant.

La structure d'accueil prévue, avec ses possibilités de décentralisation, possède une capacité suffisante pour assurer la réussite du projet.

Le Laboratoire Central de l'Eau est équipé pour une large gamme de mesures et d'analyses.

Néanmoins, le personnel de ces deux organismes devra suivre un complément de formation, tant pour les opérations de terrain que pour les travaux de laboratoire et d'interprétation des résultats.

5. RISQUES

5.1 Facteurs pouvant entraîner un retard dans l'exécution du projet

Le projet fait partie d'un ensemble de projets nationaux et régionaux, prolongement de l'évaluation hydrologique des pays de l'Afrique Subsaharienne.

La programmation de cet ensemble devra être particulièrement stricte, afin d'éviter qu'un retard dans la mise en route de l'un des projets n'entraîne des retards dans le démarrage ou l'exécution d'autres projets complémentaires.

5.2 Facteurs pouvant empêcher l'exécution du projet

A priori, aucune difficulté n'est à prévoir dans le bon déroulement de ce projet.

6. INTERVENTIONS

6.1 Sommaire des interventions

Le projet devrait se dérouler sur 3 ans, au sein de la Sous-Direction de l'Hydrologie et du Laboratoire Central de l'Eau, avec l'assistance d'un expert qui interviendra durant une période de 18 mois :

- Une première phase de 1 mois, pour la définition du matériel complémentaire à mettre en service, le choix des sites de prélèvement et l'organisation des stages de formation du personnel ivoirien.

- Une deuxième phase de 2 mois, pour la formation des hydrologues des différentes brigades aux techniques de prélèvement et de mesure, et pour la formation du personnel chargé de l'exécution des analyses de laboratoire.

- Une troisième phase de 6 mois pour :

  - la mise en route du projet ;

  - l'organisation des campagnes de mesures et de prélèvements ;

  - l'organisation des analyses ;

  - la mise au point d'un système informatique pour la saisie, le contrôle, l'archivage, et le traitement des données.

- Une quatrième phase de 8 mois, correspondant à la phase opérationnelle du projet et à l'élaboration de documents de synthèse.

- Une phase de 18 mois de fonctionnement en routine, sans participation de l'expert.

- Une dernière phase de 1 mois, en fin de projet, pour effectuer son évaluation et apporter éventuellement certaines améliorations.

La Direction de l'Eau et le Laboratoire Central désigneront les cadres et les techniciens devant participer au projet.

En plus des stages de formation organisés localement, une formation à l'extérieur est prévue pour deux cadres du LCE.

Le projet fournira le matériel complémentaire nécessaire et assurera le fonctionnement des équipes pendant toute sa durée.

6.2 Budget schématique

Ventilation	US$
Personnel	
Expert (18 mois) y compris voyages et per diem	410 000
Formation	
2 bourses d'étude	40 000
Formation locale	20 000
Equipement	
Matériel de terrain et de laboratoire	
Matériel informatique	200 000
Véhicules	100 000
Fonctionnement	
Consommables, mobilisation terrain ...	200 000
Total	970 000

Annexe A

QUALIFICATION ET EXPERIENCE DU PERSONNEL INTERNATIONAL

L'expert international devra avoir une parfaite connaissance de la gestion des réseaux de suivi de la qualité physico-chimique des eaux superficielles et des procédures d'analyse.

Il devra, en outre, avoir des compétences sur la gestion informatique des banques de données.

Il aura une bonne expérience en organisation et direction de projets en Afrique, ainsi qu'en formation de personnel homologue.

Une parfaite maîtrise de la langue française est indispensable.

Annexe B

FORMATION

La formation présentera trois aspects :

- une formation à l'étranger, pour deux cadres, au sein d'un organisme parfaitement au fait des techniques d'analyse physico-chimique des eaux et des techniques de traitement des données ;

- une formation locale spécifique, pour certaines catégories de personnels (terrain et laboratoire) ;

- Une formation sur le tas, au cours du projet.

DOCUMENT DE PROJET

PAYS :	République de Côte d'Ivoire
DATE :	Août 1992
PROJET N° :	RCI/09
TITRE PROPOSE :	Reprise, actualisation de la banque de données hydrogéologiques
STRUCTURE GOUVERNEMENTALE IMPLIQUEE :	Ministère de l'Equipement, des Transports et du Tourisme Direction de l'Eau
DUREE ESTIMEE :	12 mois
CONTRIBUTION INTERNATIONALE DEMANDEE :	416 000 US$
COUT DE LA CONTREPARTIE LOCALE :	A calculer
SOURCE DE FINANCEMENT :	A décider

1. BUT DU PROJET ET SES LIENS AVEC LE PROGRAMME DU PAYS

1.1 Programme pour le pays

L'essentiel de l'eau potable des populations urbaines et la totalité de celle destinée aux populations rurales proviennent de l'exploitation des ressources en eau souterraine.

Si pratiquement l'ensemble du territoire a été couvert de points d'eau, les services chargés de l'élaboration des futurs projets disposent d'une base de données importante.

Cependant, si 75 % des points d'eau environ ont des données qui ont été informatisées ces dernières années, aucune n'est à ce jour disponible, car le système informatique de la Sous-Direction de l'Hydraulique Villageoise n'est plus opérationnel.

1.2 Objectifs du projet

Le premier objectif du projet sera d'améliorer le système de gestion des données de la Direction de l'Eau en complétant le matériel existant (Sous-Direction Hydrologie), en introduisant un logiciel modeme compatible avec ceux existant dans la sous-région, en transférant et en actualisant les données déjà saisies.

Le deuxième objectif sera l'introduction de procédures de contrôle de la validité des données.

2. ELEMENTS LES PLUS IMPORTANTS

- Spécifier les besoins en matériel supplémentaire.
- Spécifier les besoins en logiciel de la Direction de l'Eau.
- Fournir l'équipement, le mettre en place. Elaborer un logiciel pour le transfert des données du système actuel (dBASE III - WANG) au nouveau système.
- Compléter la base de données hydrogéologiques.
- Formation du personnel ivoirien aux procédures du nouveau logiciel, à la saisie des données, à leur gestion et à leur contrôle.

3. STRATEGIE DU PROJET

3.1 Bénéficiaires des résulats et des activités du projet

Les principaux bénéficiaires seront les Services de la Direction de l'Eau, qui auront ainsi un logiciel et un équipement performants pour le traitement des données.

A un autre niveau, on peut considérer que les divers services planifiant les réalisations ou les équipements tireront profit du projet : Direction de l'Eau, SODECI, DCGTX.

Au niveau nettement plus en aval, on peut considérer que la SODEMI et la Direction de la Géologie seront chargées de l'élaboration de la couverture géologique du pays, ainsi que les personnes effectuant de la recherche (Université) dans le domaine de la géologie et de l'hydrogéologie.

3.2 Bénéficiaires désignés

Dans le domaine du développement des ressources en eau souterraine, le projet bénéficiera à tous ceux pour qui l'utilisation des ressources en eau souterraine constitue une composante obligatoire de leurs projets :

- Alimentation en eau potable des populations urbaine et rurale.
- Abreuvement du cheptel.
- Alimentation en eau pour certaines industries.

Dans d'autres domaines liés au développement du pays :

- mise en valeur des ressources naturelles,
- environnement,
- les organismes internationaux,
- les bureaux d'études,
- les entreprises.

3.3 Organisation du projet

Le Maître d'Ouvrage sera le Ministère de l'Equipement, des Transports et du Tourisme.

Le Maître d'Oeuvre sera la Direction de l'Eau.

Tous les Services Techniques qui disposent des données relatives aux ouvrages réalisés (puits, forages, piézomètres, etc.) en Côte d'Ivoire devront les mettre à la disposition de la Direction de l'Eau.

Pour l'exécution du projet, la Direction de l'Eau disposera de l'appui d'un bureau d'études expérimenté.

4. CAPACITE DU PAYS RECEVEUR

4.1 Support local

Le niveau de compétence du personnel technique de la Direction de l'Eau est très bon, grâce à l'expérience acquise au cours des programmes antérieurs.

La structure d'accueil prévue pour le projet possède l'envergure nécessaire pour assurer la réussite du projet.

Cependant, les moyens informatiques de la Direction de l'Eau sont insuffisants, ainsi que la formation à l'utilisation de l'outil informatique du personnel des Sous-Directions de l'Hydraulique Villageoise et de l'Hydraulique Urbaine. Pour cela, l'appui de Consultants extérieurs spécialisés est nécessaire.

5. RISQUES

5.1 Facteurs pouvant entraîner un retard dans l'exécution du projet

Le projet fait partie d'un groupe de projets nationaux et régionaux proposés comme étant le résultat de l'évaluation hydrologique des pays de l'Afrique Subsaharienne.

Le planning de tous ces projets devra être coordonné afin d'éviter que le retard dans le démarrage de l'un des projets n'entraîne des retards dans le démarrage des autres projets complémentaires.

Au niveau de ce projet, la seule contrainte est la mise à disposition de tous les éléments par les divers services.

5.2 Facteurs pouvant empêcher l'exécution du projet

A priori, aucune difficulté n'est à prévoir dans le bon déroulement de ce projet.

6. INTERVENTIONS

6.1 Sommaire des interventions

Le projet devrait se dérouler au vu et au sein de la Direction de l'Eau, avec l'assistance d'experts appartenant à un bureau d'études, au cours de trois missions totalisant 8 hommes-mois :

- une mission d'un mois pour l'évaluation du matériel existant, la définition du matériel supplémentaire à acquérir, en particulier du logiciel,

- une mission de trois mois comportant un informaticien et un hydrogéologue pour la réception du matériel, la mise en route du logiciel, la formation du personnel, le suivi du démarrage de la saisie,

- une mission d'un mois, en fin de projet, pour l'évaluation et les recommandations éventuelles à formuler.

La Direction de l'Eau désignera les cadres et les techniciens qui travailleront sur le projet.

Les techniciens seront principalement chargés de l'entrée des données et recevront une formation sur le tas pour l'utilisation des ordinateurs.

Les cadres recevront une formation sur le tas à l'utilisation des logiciels spécifiques de gestion des données et des procédures appropriées de contrôle de la qualité des données.

De plus, des stages de formation en gestion des eaux souterraines (Office International de l'Eau ou autres) sont prévus pour deux membres du personnel.

Le projet fournira le complément de matériel informatique nécessaire, les logiciels spécialisés, les périphériques et les consommables, pour établir un système de gestion des données d'hydraulique souterraine dans la Direction de l'Eau.

6.2 Budget schématique

National	International	US$
Personnel Cadres 24 hommes-mois : 12 x 484 500 = 5 814 000 FCFA 12 x 464 500 = 5 574 000 FCFA Techniciens 36 hommes-mois : 36 x 314 000 = 11 304 000 FCFA Total		84 000
	Consultant (informaticien) 3 mois x 20 000 $	60 000
	Consultant (hydro-informaticien) 5 mois x 20 000 $	100 000
	3 billets d'avion x 2600 $	7 800
	Per diem 8 mois x 2500 $	20 000
Formation 2 bourses d'étude		40 000
Equipement Equipement informatique : matériel, logiciel : 2 consoles = 200 000 FCFA logiciel = 200 000 consommables = 120 400 Total		95 400
Fonctionnement 100 000 x 12 mois = 1 200 000 FCFA		4 400
Déplacements intérieurs 100 000 x 12 mois = 1 200 000 FCFA		4 400
Total		416 000

Annexe A

QUALIFICATION ET EXPERIENCE DU PERSONNEL INTERNATIONAL

Le responsable du projet devra avoir une expérience confirmée des problèmes de gestion de banques de données dans le domaine de l'hydraulique souterraine.

L'autre expert devra avoir une parfaite maîtrise de l'informatique, des micro- et mini-ordinateurs ainsi que des logiciels de gestion de données et des transferts possibles d'un système à un autre.

Ils devront par ailleurs avoir une bonne expérience de la formation de personnels africains.

Ils devront tous deux avoir une maîtrise parfaite de la langue française.

Annexe B

FORMATION

Les thèmes de la formation seront :

- Formation aux techniques de traitement des données et formation spécifique à l'utilisation du logiciel pour le traitement des données hydrogéologiques.

Par ailleurs, deux membres du personnel suivront un stage organisé par un organisme international sur la gestion des eaux souterraines en Afrique ou en Europe.

DOCUMENT DE PROJET

PAYS :	République de Côte d'Ivoire
DATE :	Août 1992
PROJET N° :	RCI/10
TITRE PROPOSE :	Etablissement d'un réseau piézométrique et suivi piézométrique des nappes de Côte d'Ivoire
STRUCTURE GOUVERNEMENTALE IMPLIQUEE :	Ministère de l'Equipement, des Transports et du Tourisme Direction de l'Eau
DUREE ESTIMEE :	24 mois
CONTRIBUTION INTERNATIONALE DEMANDEE :	526 000 US$
COUT DE LA CONTREPARTIE LOCALE :	A calculer
SOURCE DE FINANCEMENT :	A décider

1. BUT DU PROJET ET SES LIENS AVEC LE PROGRAMME DU PAYS

1.1 Programme pour le pays

L'essentiel de l'eau potable des populations urbaines et la totalité de celle destinée aux populations rurales proviennent de l'exploitation des ressources en eau souterraine.

Au cours des vingt dernières années, l'ensemble du territoire a été couvert de points d'eau (puits modernes et forages) ; à ce jour, plus de 13 500 points d'eau ont été recensés.

On s'aperçoit cependant qu'aucun suivi piézométrique systématique n'a été fait, sauf quelques mesures ponctuelles, pour suivre l'évolution de la nappe utilisée pour l'alimentation en eau potable de la ville d'Abidjan.

1.2 Objectifs du projet

. Le premier sera :

- de mettre en place un réseau de piézomètres d'observation sur l'ensemble du territoire en retrouvant les ouvrages qui ont été équipés comme tels, lors des projets antérieurs,

- de mettre en place les équipes chargées d'effectuer les mesures régulières,

- d'équiper les équipes en matériel et en moyens de déplacement, pour effectuer le travail demandé,

- de centraliser les données recueillies.

. Le deuxième objectif sera d'assurer la pérennité de ce réseau de mesures et des mesures effectuées, afin d'apprécier les variations annuelles et interannuelles de la piézométrie de la ressource souterraine.

2. ELEMENTS LES PLUS IMPORTANTS

. Inventaire et situation des ouvrages équipés en piézomètres.

. Nivellement de ces ouvrages.

- Acquisition du matériel nécessaire : véhicules, matériel de mesure, logiciels, moyens informatiques, etc.

- Organisation de la procédure de mesure, des tournées.

- Etablissement d'une base de données simples et mise au point des documents de synthèse : listings, cartes, etc.

- Formation du personnel ivoirien aux procédures de mesure, à la saisie des données, à leur gestion et à leur contrôle.

3. STRATEGIE DU PROJET

3.1 Bénéficiaires des résultats et des activités du projet

Le principal bénéficiaire sera la Direction de l'Eau, qui aura ainsi les moyens humains et en matériel de suivre une donnée importante sur la ressource, et essentielle pour la pérennité de son utilisation.

A un autre niveau, la connaissance et le suivi de la piézométrie sont une donnée primordiale pour tous ceux qui planifient son utilisation : Direction de l'Eau, SODECI, DCGTX.

La connaissance de ce type de donnée et ses variations annuelles ou interannuelles sont d'un grand intérêt pour tous les organismes étudiant ou utilisant l'hydrogéologie : Direction de la Géologie, universités, bureaux d'études, organismes internationaux.

3.2 Bénéficiaires désignés

Dans le domaine du développement des ressources en eau souterraine et de leur utilisation rationnelle, le projet bénéficiera à tous ceux pour qui l'utilisation des ressources en eau souterraine constitue une composante obligatoire de leur projet :

- alimentation en eau potable des populations,
- alimentation en eau industrielle.

Dans d'autres domaines liés au développement du pays :

- Mise en valeur des ressources naturelles.
- Etude de la pérennité de la ressource.
- Organismes internationaux.

- Bureaux d'études.
- Entreprises.

3.3 Organisation du projet

Le Maître d'Ouvrage sera le Ministère de l'Equipement, des Transports et du Tourisme.

Le Maître d'Oeuvre sera la Direction de l'Eau.

L'ensemble des services qui disposent de données relatives aux piézomètres réalisés en Côte d'Ivoire devront les mettre à la disposition de la Direction de l'Eau.

Pour l'exécution du projet, la Direction de l'Eau devra disposer de l'appui de la SODECI et de celui d'un bureau d'études expérimenté.

4. CAPACITE DU PAYS RECEVEUR

4.1 Support local

L'ensemble du personnel technique de la Direction de l'Eau a un très bon niveau de compétence.

La structure d'accueil prévue par le Projet et sa décentralisation sont suffisantes pour assurer la réussite du projet.

Cependant, il n'existe pas a priori de réseau défini, sauf en ce qui concerne la nappe d'Abidjan, et encore le réseau est-il incomplet. Les moyens informatiques et de suivi sont insuffisants.

5. RISQUES

5.1 Facteurs pouvant entraîner un retard dans l'exécution du projet

Le projet fait partie d'un groupe de projets nationaux et régionaux proposés comme étant le résultat de l'évaluation hydrologique des pays de l'Afrique Subsaharienne.

Le planning de tous ces projets devra être coordonné afin d'éviter que le retard dans le démarrage de l'un des projets n'entraîne des retards dans le démarrage des autres projets complémentaires.

5.2 Facteurs pouvant empêcher l'exécution des tâches prévues

A priori, aucune difficulté n'est à prévoir pour le bon déroulement du projet. Cependant, une incertitude subsiste pour ce projet, à savoir l'existence physique d'ouvrages piézométriques, tout au moins pour l'intérieur du pays.

En effet, il n'est pas prévu de réaliser de piézomètres dans le cadre du projet, mais seulement d'utiliser ceux réalisés au cours des projets d'hydraulique villageoise antérieurs.

6. INTERVENTIONS

6.1 Sommaire des interventions

Le projet devrait se dérouler sur deux ans, au sein de la Direction de l'eau, avec l'assistance de la SODECI et d'experts appartenant à un bureau d'études, au cours de quatre missions totalisant quatre homme-mois :

- Une mission n° 1, d'un mois, pour définir le réseau des points de mesure, la définition du matériel et des moyens à mettre en oeuvre.

- Une mission n° 2, d'un mois, pour la mise en route du projet, la formation du personnel, le suivi du démarrage du projet, et de la collecte et de saisie des données.

- Une mission n° 3 d'un mois, après douze mois de déroulement du projet, afin de faire une première évaluation et les recommandations éventuelles.

- Une mission n° 4 d'un mois, en fin de projet, pour faire l'évaluation et les recommandations pour la poursuite des campagnes de mesure.

La Direction de l'Eau désignera les cadres et les techniciens qui participeront au projet.

Les techniciens seront chargés d'effectuer les mesures sur le terrain et d'entrer les données. Ils recevront donc une formation sur le tas pour l'utilisation des ordinateurs.

Les cadres recevront une formation sur le tas pour l'organisation des tournées, l'utilisation des logiciels de gestion des données et des procédures appropriées de contrôle de la qualité des données.

Le projet fournira le complément de matériel de mesure, le complément de matériel informatique nécessaire et assurera le fonctionnement du projet.

6.2 Eléments du budget

National	International	US$
Personnel		
Ingénieur hydrogéologue 1 x 24 mois x 484 500 = 11 628 000 FCFA 1 x 24 mois x 464 500 = 11 148 000 FCFA		
Technicien 2 x 24 x 314 000 = 15 072 000 FCFA		
Chauffeur 2 x 24 x 136 750 = 6 564 000 FCFA		
Total 44 412 000 FCFA		162 000
	Expert hydrogéologue 4 mois x 20 000 $	80 000
	Voyages 4 x 2600 $	10 400
	Per diem 4 x 2500 $	10 000
Equipement		
Sondes électriques		3 000
Micro-ordinateurs (2)		18 000
Logiciels, équipements divers		18 000
Baromètres de nivellement (2)		2 000
Fourniture et installation de 15 stations limnigraphiques		55 000
Fourniture deux véhicules 4 x 4		44 000
Fonctionnement		
Papeterie - petites fournitures informatiques : 200 000 FCFA/mois		18 000
Véhicules (2) : 2200 $ x 24 mois x 2		105 600
Total		526 000

Annexe A

L'expert international devra avoir une formation d'hydrogéologue, avec une expérience importante en Afrique et une expérience confirmée des problèmes de gestion de banques de données informatisées.

Il devra en outre avoir une bonne expérience en organisation de projets et en formation de personnel homologue.

Il devra avoir une maîtrise parfaite de la langue française.

Annexe B

FORMATION

La formation qui sera faite sur le tas portera sur :

- l'organisation de campagnes de mesures piézométriques,
- les procédures de mesure,
- la saisie et le traitement informatique des données,
- la présentation des résultats.

DOCUMENT DE PROJET

PAYS :	République de Côte d'Ivoire
DATE :	Août 1992
PROJET N° :	RCI/11
TITRE PROPOSE :	Actualisation de l'inventaire des points d'eau existant en Côte d'Ivoire
STRUCTURE GOUVERNEMENTALE IMPLIQUEE :	Ministère de l'Equipement, des Transports et du Tourisme Direction de l'Eau Ministère de l'Industrie, des Mines et de l'Energie Direction de la Géologie
DUREE ESTIMEE :	18 mois
CONTRIBUTION INTERNATIONALE DEMANDEE :	630 300 US$
COUT DE LA CONTREPARTIE LOCALE :	A calculer
SOURCE DE FINANCEMENT :	A décider

1. BUT DU PROJET ET SES LIENS AVEC LE PROGRAMME DU PAYS

1.1 Programme pour le pays

L'essentiel de l'eau potable des populations urbaines et la totalité de celle destinée aux populations rurales de la Côte d'Ivoire proviennent de l'exploitation des ressources en eau souterraine.

Au cours des vingt dernières années, plusieurs milliers de points d'eau (puits et forages) ont été exécutés. A ce jour, plus de 13 500 points d'eau modernes ont été recensés et sont exploités par ou pour les populations.

En 1982, une étude sur financement canadien a permis de dresser un inventaire, avec un support cartographique au 1/200 000, des points d'eau existant au 1er janvier 1982 (9000 environ) et d'établir des documents cartographiques de synthèse simples, au 1/250 000 :

- profondeur moyenne du socle,
- profondeur moyenne du niveau d'eau,
- épaisseur moyenne d'altération saturée.

Depuis cette date, le nombre d'ouvrages réalisés a considérablement augmenté (50 %) et, compte tenu du développement du pays et de l'importance du secteur de l'AEP, il est apparu nécessaire de réactualiser cet inventaire et d'envisager qu'il puisse être mis à jour régulièrement.

1.2 Objectifs du projet

L'objectif du projet est :

- d'actualiser l'inventaire des points d'eau existant en Côte d'Ivoire à ce jour,
- de disposer de documents cartographiques au 1/200 000 avec report des points d'eau existants,
- de disposer de documents de synthèse facilitant la planification des projets futurs,
- de disposer d'un système pérenne permettant la mise à jour régulière de l'inventaire.

2. ELEMENTS LES PLUS IMPORTANTS

- Reprise de l'étude de GEOMINES de 1982.

- Compilation de tous les ouvrages réalisés depuis le 01/01/82 avec leurs coordonnées et les principales caractéristiques (nature de l'ouvrage, profondeur, coupe géologique, niveau statique, etc.).

- Acquisition des moyens informatiques permettant des sorties cartographiques des documents de base et des documents de synthèse.

- Mise en place du système de traitement.

- Mise au point des documents de synthèse.

- Formation du personnel ivoirien aux procédures de saisie des données et à l'établissement des documents de synthèse.

Le projet constitue avec celui de l'actualisation de la Banque de données hydrogéologiques, l'étape préliminaire à la réalisation d'une future carte hydrogéologique.

3. STRATEGIE DU PROJET

3.1 Bénéficiaires des résultats et des actions du projet

Les principaux bénéficiaires seront la Direction de l'Eau et la Direction de la Géologie.

La Direction de l'Eau disposera d'un inventaire à jour et des documents de synthèse aidant à la planification des futurs projets.

La Direction de la Géologie disposera des moyens humains et matériels pour l'établissement de documents cartographiques avec aide informatique.

A un autre niveau, ce projet et les documents produits seront une aide importante pour tous ceux qui utilisent la ressource en eau et ceux qui planifient son utilisation.

En particulier, il servira de base à l'établissement ultérieur d'une carte hydrogéologique du pays.

3.2 Organisation du projet

Le Maître d'Ouvrage sera le Ministère de l'Equipement, des Transports et du Tourisme ainsi que le Ministère de l'Industrie, des Mines et de l'Energie.

Le Maître d'Oeuvre sera la Direction de l'Eau et la Direction de la Géologie.

Pour l'exécution du projet, la Direction de l'Eau et la Direction de la Géologie devront disposer de l'appui d'experts expérimentés d'un bureau d'études.

4. CAPACITE DU PAYS RECEVEUR

4.1 Support local

L'ensemble du personnel technique des Directions de l'Eau et de la Géologie ont un bon niveau de compétence. La structure d'accueil prévue par le Projet est suffisante pour assurer la réussite du projet.

Cependant, à ce jour, les moyens informatiques de cartographie assistée par ordinateur sont inexistants, et le personnel de la Direction de la Géologie aura besoin d'une formation judicieuse pour l'utilisation de la CAO.

5. RISQUES

5.1 Facteurs pouvant entraîner un retard dans l'exécution du projet

Ce projet fait partie d'un groupe de projets nationaux et régionaux proposés comme étant le résultat de l'évaluation hydrologique des pays de l'Afrique subsaharienne.

Le planning de tous ces projets devra être coordonné afin d'éviter que le retard dans le démarrage de l'un des projets n'entraîne des retards dans le démarrage des autres projets complémentaires.

5.2 Facteurs pouvant empêcher l'exécution des tâches prévues

Aucune difficulté n'est à prévoir pour le bon déroulement de ce projet.

6. INTERVENTIONS

6.1 Sommaire des interventions

Le projet devrait se dérouler sur 18 mois, au sein de la Direction de l'Eau et de la Direction de la Géologie, avec l'assistance d'experts appartenant à un bureau d'études, au cours de plusieurs missions totalisant 14 hommes-mois :

- Une mission d'un mois, pour la définition du matériel et des moyens à mettre en oeuvre.

- Un stage de formation de trois mois en Europe, pour deux techniciens et un cadre de la Direction de la Géologie pour acquérir les techniques d'utilisation du matériel informatique appliqué à la cartographie.

- Une mission n° 2 de douze mois, pour la mise en route du projet, la formation sur le tas du personnel, la compilation des données, la saisie des données cartographiques et des données de base, la définition des documents de synthèse et de présentation des résultats.

- Une mission d'un mois, en fin de projet, pour l'évaluation de celui-ci et la définition des procédures pour la mise à jour régulière des documents de synthèse en fonction de la réalisation de nouveaux projets.

La Direction de l'Eau désignera le personnel qui participera en particulier à la compilation des données et à la saisie des données hydrologiques et géologiques de base.

La Direction de la Géologie désignera les cadres et les techniciens qui participeront au projet pour tout ce qui touche à la cartographie assistée par ordinateur et à la sortie des documents de synthèse.

Ce personnel recevra donc la formation, à l'étranger et sur le tas, permettant l'utilisation des techniques nécessaires au déroulement du projet.

Le Projet fournira le matériel informatique et les logiciels nécessaires et assurera le fonctionnement du projet.

6.2 Eléments du Budget

National	International	US$
Personnel Ingénieur hydrogéologue 18 mois x 421 500 FCFA = 7 587 000 FCFA Ingénieur de la DG 18 mois x 401 500 FCFA = 7 227 000 FCFA Technicien de la DG 2 x 18 x 219 500 FCFA = 7 902 000 FCFA ----------		
Total 22 716 000 FCFA		82 600
	Expert hydrogéologue 14 mois x 20 000 $	280 000
	Voyages 3 x 2600 $	7 800
	Per diem 14 mois x 2500 $	35 000
Equipement Matériel informatique Table traçante Logiciels Disquettes		180 200
Formation 3 bourses pour 3 mois : 3 x 8000 $		24 000
Fonctionnement Petites fournitures = 1 000 000 FCFA		3 600
Photocopies : 200 000 FCFA/mois x 18 = 3 600 000 FCFA		13 100
Déplacement dans les antennes : 100 000 FCFA/mois = 1 100 000 FCFA		4 000
Total		630 300

Annexe A

L'expert international devra avoir une formation d'hydrogéologue, avec une expérience importante en Afrique et une expérience confirmée des problèmes de gestion de banques de données informatisées.

Il devra en outre avoir une bonne expérience en organisation de projets et en formation de personnel homologue.

Il devra avoir une maîtrise parfaite de la langue française.

Annexe B

FORMATION

La formation qui sera faite sur le tas portera sur :

- l'organisation de campagnes de mesures piézométriques,
- les procédures de mesures,
- la saisie et le traitement informatique des données,
- la présentation des résultats.

DOCUMENT DE PROJET

PAYS :	République de Côte d'Ivoire
DATE :	Août 1992
PROJET N° :	RCI/12
TITRE PROPOSE :	Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines en République de Côte d'Ivoire
STRUCTURE GOUVERNEMENTALE IMPLIQUEE :	Ministère de l'Equipement, des Transports et du Tourisme Direction de l'Eau
DUREE ESTIMEE :	15 mois
CONTRIBUTION INTERNATIONALE DEMANDEE :	826 000 US$
COUT DE LA CONTREPARTIE LOCALE :	A calculer
SOURCE DE FINANCEMENT :	A décider

1. BUT DU PROJET ET SES LIENS AVEC LE PROGRAMME DU PAYS

1.1 Programme pour le pays

L'essentiel de l'eau potable des populations urbaines et la totalité de celle destinée aux populations rurales proviennent de l'exploitation des ressources en eau souterraine.

Au cours des vingt dernières années, l'ensemble du territoire a été couvert de points d'eau (puits modernes et forages). A ce jour, plus de 13 500 points d'eau ont été recensés.

On s'aperçoit qu'aucune analyse physico-chimique n'est et n'a été effectuée sur les eaux souterrraines exploitées, si ce n'est sur les ouvrages gérés par la SODECI.

Au début de la vaste campagne d'hydraulique villageoise, un certain suivi systématique de la qualité bactériologique des eaux exploitées existait. A ce jour, ce contrôle n'est plus effectué sur la très grande majorité des ouvrages exploités.

1.2 Objectifs du projet

. Le premier objectif du projet est :

- d'effectuer une campagne de mesure sur la qualité physico-chimique des eaux sur l'ensemble du territoire,
- compléter la base de données hydrogéologiques,
- dresser une cartographie sur la qualité des eaux souterraines.

. Le deuxième objectif sera de suivre les variations éventuelles de sollicitation de la ressource.

2. ELEMENTS LES PLUS IMPORTANTS

. Définition des points de mesure (900 environ) répartis sur le territoire et en fonction des différents aquifères sollicités.

. Exécution de deux campagnes de prélèvements et réalisation des analyses : une campagne de prélèvement en période de hautes eaux et une campagne en étiage (fin de saison sèche).

. Saisie des données sur la banque de données hydrogéologiques des ouvrages.

- Mise au point des documents de synthèse - carte des eaux souterraines.

- Définition de la procédure permettant le suivi annuel de la variation éventuelle de la qualité physico-chimique des eaux souterraines, sur certains ouvrages exploités par la SODECI par exemple.

- Formation du personnel ivoirien aux procédures d'analyse physico-chimique des eaux.

3. STRATEGIE DU PROJET

3.1 Bénénéficiaires des résultats et des activités du projet

Le principal bénéficiaire du projet sera la Direction de l'Eau, qui aura ainsi les moyens humains et matériels de suivre une donnée importante sur la ressource.

A un autre niveau, la connaissance de la qualité des eaux souterraines est une donnée intéressante pour les utilisateurs de la ressource et ceux qui planifient son utilisation.

3.2 Bénéficiaires désignés

Dans le domaine du développement des ressources en eau souterraine et de leur utilisation rationnelle, le projet bénéficiera à tous ceux qui exploitent cette ressource :

- Direction de l'Eau
- SODECI
- Ministère de la santé
- Organismes internationaux
- Bureaux d'Etudes
- Entreprises
- Organismes de recherche

3.3 Organisation du projet

Le Maître d'Ouvrage sera le Ministère de l'Equipement, des Transports et du Tourisme.

Le Maître d'Oeuvre sera la Direction de l'Eau.

Les analyses seront effectuées :

- par le LANEMA (Laboratoire National d'Essai de Qualité, de Métrologie et d'Analyse des Pollutions) à Abidjan,

- par la SODECI, ou directement par le personnel de la Direction de l'Eau.

Pour l'exécution du projet, la Direction de l'Eau devra disposer de l'appui des services déjà cités : LANEMA, SODECI, et d'un expert expérimenté.

4. CAPACITE DU PAYS RECEVEUR

4.1 Support local

L'ensemble du personnel technique de la Direction de l'Eau a un bon niveau de compétence.

La structure d'accueil prévue pour le projet et sa décentralisation sont suffisantes pour assurer sa réussite.

Les laboratoires cités ci-dessous sont parfaitement équipés ; la Direction de l'Eau dispose déjà de certains équipements qui devront être complétés.

Le personnel de cette Direction devra suivre un complément de formation à la réalisation des analyses.

5. RISQUES

5.1 Facteurs pouvant entraîner un retard dans l'exécution du projet

Ce projet fait partie d'un groupe de projets nationaux et régionaux proposés comme étant le résultat de l'évaluation hydrologique des pays de l'Afrique Subsaharienne.

Le planning de tous ces projets devra être coordonné afin d'éviter que le retard dans le démarrage de l'un des projets n'entraîne des retards dans le démarrage des autres projets complémentaires.

5.2 Facteurs pouvant empêcher l'exécution des tâches prévues

Aucune difficulté n'est à prévoir pour le bon déroulement de ce projet.

6. INTERVENTIONS

6.1 Sommaire des interventions

Le projet devrait se dérouler sur 15 mois, au sein de la Direction de l'Eau, avec l'assistance de la SODECI, du LANEMA et d'un expert, au cours de trois missions représentant 4 hommes-mois :

- La formation de douze techniciens de la DE (un par antenne) aux techniques de prélèvement et à l'exécution des analyses, pendant un mois dans des laboratoires ivoiriens (LANEMA, SODECI).

- Une mission de deux mois, pour la mise en route du projet, l'organisation de la campagne de prélèvements, des analyses, la saisie des données et l'élaboration des documents de synthèse, la formation du personnel ivoirien aux techniques spécifiques au projet.

- Une mission d'un mois, en fin de projet, pour faire l'évaluation de celui-ci et définir les procédures pour la poursuite des mesures systématiques qui devront être effectuées sur certains ouvrages.

La Direction de l'Eau désignera le personnel d'encadrement (chef de projet) et les techniciens qui participeront au projet.

Ce personnel recevra la formation nécessaire dans les laboratoires d'analyse choisis au cours de la première mission de l'expert.

Le projet fournira le matériel complémentaire nécessaire et assurera le fonctionnement des équipes.

6.2 Eléments du budget

National	International	US$
Personnel		
Ingénieur chef de projet 6 mois x 484 500 FCFA = 2 907 000 FCFA		
Techniciens 12 x 6 mois x 212 500 FCFA = 15 300 000 FCFA		
Chauffeurs 12 x 4 mois x 105 125 FCFA = 5 046 000 FCFA		
Total 27 253 000 FCFA		85 000
	Expert 4 mois x 20 000 $	80 000
	Voyages 3 x 2600 $	7 800
	Per diem 4 mois	10 000
Equipement		
Matériel d'analyse et de prélèvement		33 000
Réactifs		5 000
Micro-ordinateur		18 000
Petites fournitures		7 600
Formation		
12 x 1 mois x 370 000 FCFA		16 000
Fonctionnement		
Véhicules 2200 $ x 48 mois		105 600
Analyses 1800 x 70 000 FCFA		458 000
Total		826 000

Annexe A

L'expert international devra avoir une formation d'hydrogéologue et une parfaite connaissance des procédures d'analyse de la qualité des eaux.

Il devra en outre avoir des compétences sur la gestion informatique de bases de données.

Il aura une bonne expérience en organisation et direction de projets en Afrique ainsi qu'en formation de personnel homologue.

Il devra avoir une parfaite connaissance de la langue française.

Annexe B

FORMATION

La formation se déroulera en deux phases :

- une phase préliminaire à Abidjan, pour douze techniciens, dans un ou plusieurs laboratoires d'analyse des eaux, afin de parfaitement maîtriser les techniques d'analyses physico-chimiques des eaux.

- La deuxième phase sera une formation sur le tas, au cours du projet.

Annexe C

BIBLIOGRAPHIE

La liste des principaux documents bibliographiques relatifs aux ressources en Côte d'Ivoire est donnée ci-après.

La description de chaque document comporte les éléments suivants :

1. Pays

2. Auteurs

3. Client

4. Date de publication

5. Titre de la publication

6. Disponibilité dont les codes de disponibilité sont les suivants :

   M = document détenu par Mott MacDonald
   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, etc.).

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 de travaux de forage
   DIVERS

9. Type de document :

   1. Etude générale, faisabilité, plan directeur

   2. Carte

   3. Annuaire, recueil de données brutes, coupes de forages, mesures de géophysique, relevés divers

4. Rapport de Consultant, rapport de fin de projet, rapport de synthèse

5. Autre

La liste des documents intéressant la Côte d'Ivoire est donnée ci-après par année de publication.

Annexe C

LISTE DES ABREVIATIONS UTILISEES DANS LA BIBLIOGRAPHIE

ANAM	Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie
ASECNA	Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne
BRGM	Bureau de Recherches Géologiques et Minières
BURGEAP	Bureau de Géologie Appliquée
CEE	Communauté Economique Européenne
CGG	Compagnie Générale de Géographique
CIEH	Comité Interafricain d'Etudes Hydrauliques
DCH	Direction Centrale de l'Hydraulique
DE	Direction de l'Eau
EDF	Electricité de France
INRA	Institut National (français) de la Recherche Agronomique
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
ORSTOM	Institut français de la Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération
SODECI	Société de Distribution d'Eau de la Côte d'Ivoire
SODEMI	Société de Développement Minier

Annexe D

DISPONIBILITE DES PHOTOGRAPHIES AERIENNES ET DES DOCUMENTS CARTOGRAPHIQUES

1. COUVERTURE AERIENNE DE LA COTE D'IVOIRE

1.1 Photographies aériennes en noir et blanc

L'ensemble du territoire est couvert au 1/50 000, en noir et blanc, par des missions s'échelonnant entre 1952 et 1959.

Ces dernières années, des missions partielles ont été effectuées sur une partie du territoire.

Zone couverte	Année	Echelle	Année	Echelle
Boundiali	1979	1/50 000		
Bouake	1975	1/50 000		
Touba	1979	1/50 000	1989	1/50 000
Korhogo	1973	1/80 000	1979	1/50 000
Mankono	1979	1/50 000		
Séguéla	1973	1/20 000	1975	1/50 000
Katiola	1973	1/80 000	1979	1/50 000
Dabakala	1972	1/60 000		
Nassian	1972	1/60 000		
M'Bahiakro	1972	1/60 000		
Abengourou	1970	1/60 000		
Agnibilekrou	1970	1/60 000		
Odienne	1979	1/50 000		
Bondoukou	1975	1/50 000		
Tehini-Bouna	1973	1/40 000	1975	1/50 000
Kong	1975	1/50 000		
Tienko	1979	1/50 000		
Tingrela	1979	1/50 000		
Abidjan	1979	1/15 000	1985	1/14 500

Les photos aériennes sont vendues librement à l'IGCI (Institut Géographique de Côte d'Ivoire), avec un délai de deux semaines environ, au prix de 2500 FCFA la photo.

1.2 Photographies aériennes en couleur

Il existe quelques photographies aériennes en couleur : elles concernent la ville d'Abidjan. Une série est au 1/10 000, prise en 1972. Une autre série est au 1/14 500, prise en 1989.

2. CARTES TOPOGRAPHIQUES DE COTE D'IVOIRE

2.1 Cartes topographiques au 1/200 000

L'ensemble du pays est couvert par des cartes topographiques au 1/200 000, soit 39 feuilles correspondant en général à un degré carré.

L'ensemble des cartes est disponible à l'IGCI (Institut Géographique de Côte d'Ivoire) à Abidjan.

Toutefois, en janvier 1991, 14 feuilles ne sont plus disponibles que sous forme de tirages Ozalid (cf. liste jointe et tableau d'assemblage).

Le prix d'une feuille est de 4000 FCFA.

2.2 Cartes topographiques au 1/50 000

Une partie du territoire est couverte par des cartes topographiques au 1/50 000 (environ 60 % du territoire).

Au 7 janvier 1991, la disponibilité de ces cartes est la suivante :

CARTES TOPOGRAPHIQUES AU 1/50 000

Tabou	5 feuilles	Complet
Sassandra	4 feuilles	Manque 1
Taï	9 feuilles	Complet
Soubre	16 feuilles	Complet
Grand Lahou	14 feuilles	Manque 1
Abidjan	12 feuilles	Manque 2
Grand Bassam	6 feuilles	Couverture incomplète
Toulepleu	5 feuilles	Complet
Guiglo	16 feuilles	Complet
Daloa	15 feuilles	Manque 1
Gagnoa	11 feuilles	Manque 5
Dimbokro	15 feuilles	Manque 1
Abengourou	15 feuilles	Complet
Danané		Rien
Man	12 feuilles	Couverture incomplète
Séguéla	5 feuilles	Couverture incomplète
Bouake	10 feuilles	Manque 6
M'Bahiakro	16 feuilles	Complet
Agnibilekrou	18 feuilles	Complet
Touba		Pas de couverture
Mankono		Pas de couverture
Katiola	16 feuilles	Complet
Dabakala		Pas de couverture
Nassian		Pas de couverture
Bondoukou		Pas de couverture
Odienne	5 feuilles	Couverture incomplète
Boundiali		Pas de couverture
Korhogo	16 feuilles	Complet
Kong		Pas de couverture
Tehini-Bouna		Pas de couverture
Tienko		Pas de couverture
Tingrela		Pas de couverture
Nielle		Pas de couverture

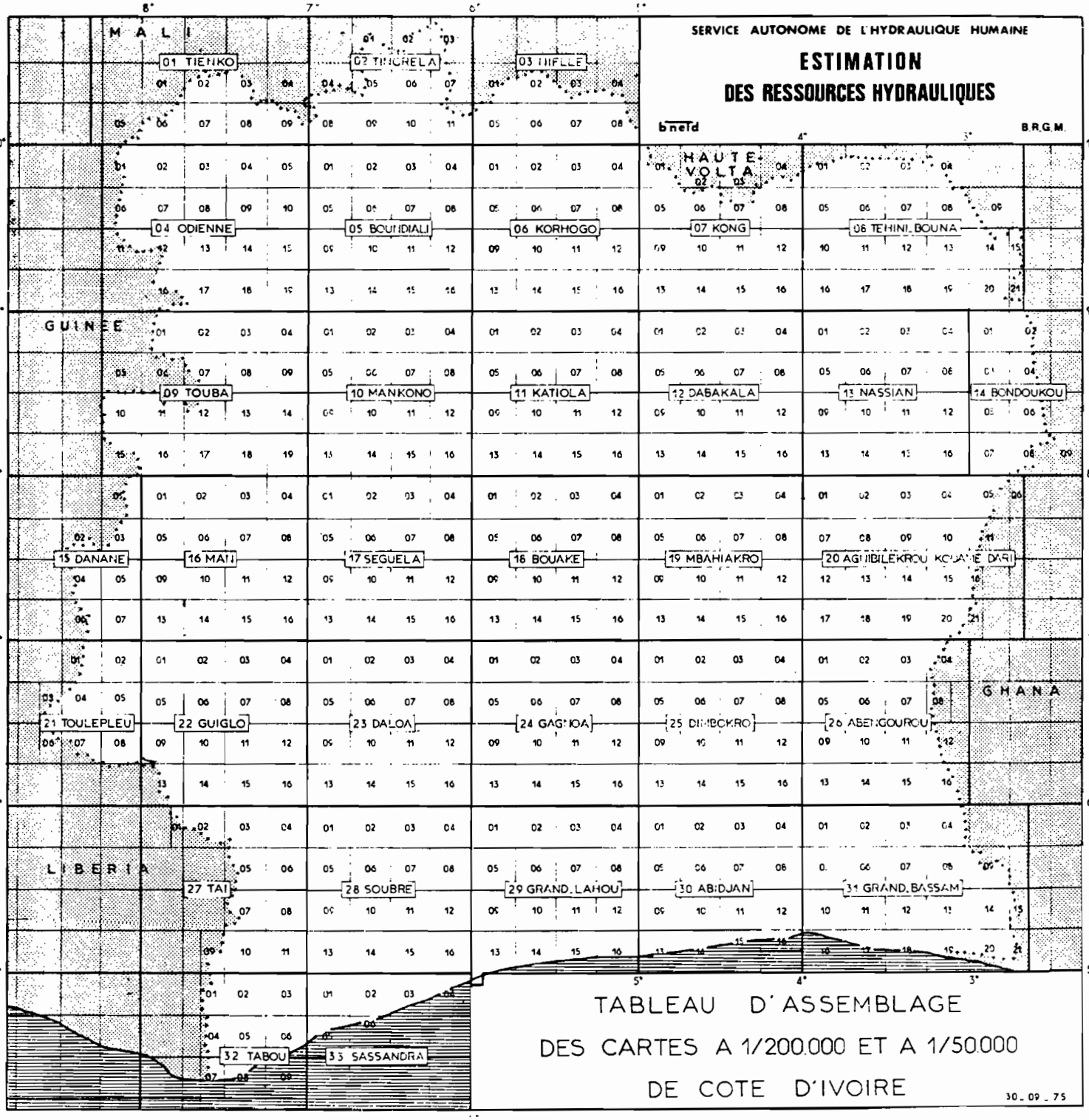
Le prix d'une feuille est de 3500 FCFA.

LISTE DES CARTES TOPOGRAPHIQUES

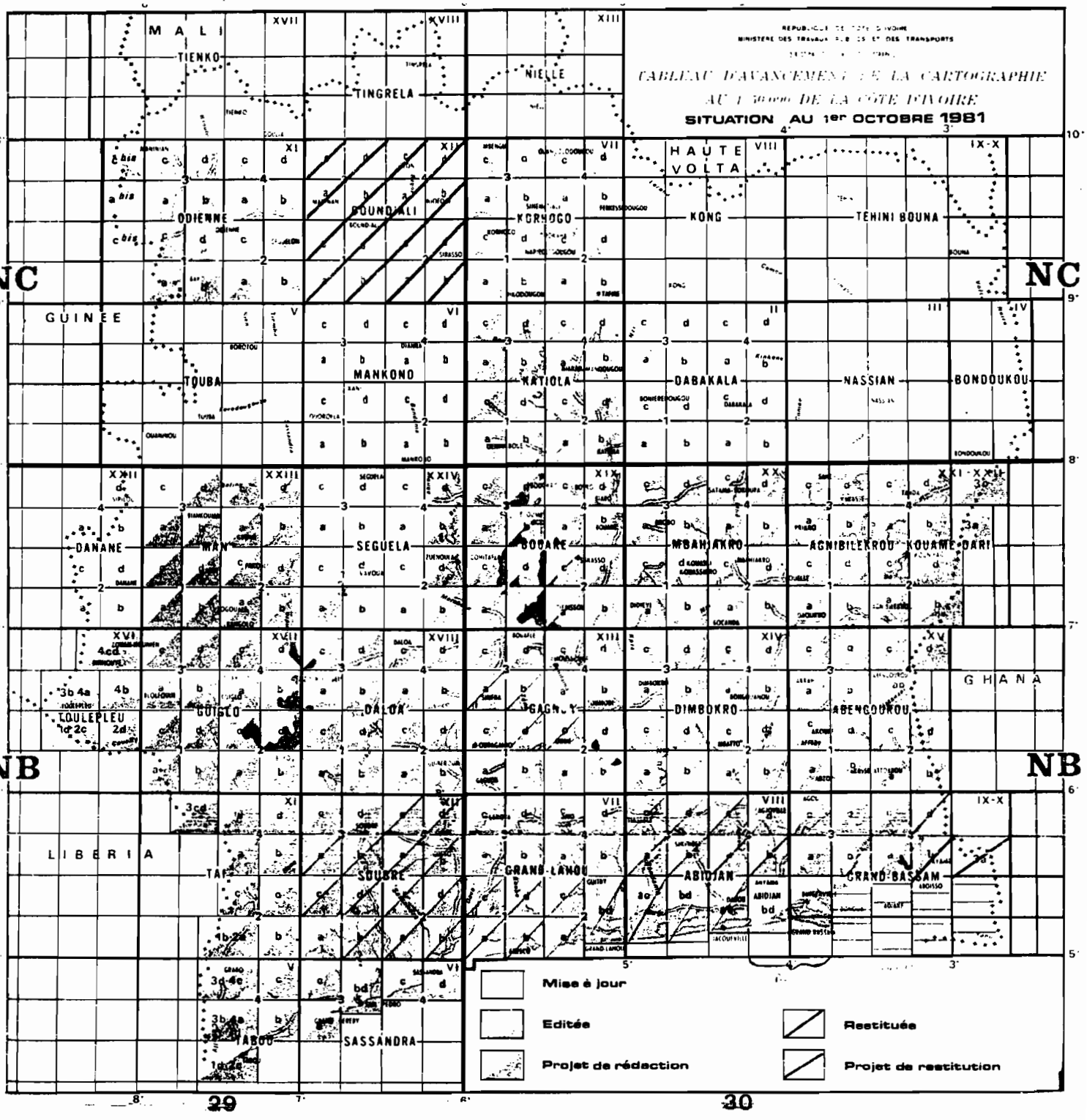
Nom		Echelle	Date édition
Korhogo	- Feuille NC-30-VII	1/200 000	Mars 1979
Touba	- Feuille NC-29-V	1/200 000	Novembre 1961
Tabou	- Feuille NB-29-V	1/200 000	Octobre 1962
*Tienko	- Feuille NC-29-XVII	1/200 000	Décembre 1964
*Tingrela	- Feuille NC-29-XVIII	1/200 000	Novembre 1964
Bondiali	- Feuille NC-29-XII	1/200 000	Septembre 1964
Tehini-Bouna	- Feuille NC-30-IX-X	1/200 000	Décembre 1966
Daloa	- Feuille NB-29-XVIII	1/200 000	Mai 1968
*Grand Bassam	- Feuille NB-30-IX-X	1/200 000	Novembre 1968
Abidjan	- Feuille NB-30-VIII	1/200 000	Novembre 1969
Dimbokro	- Feuille NB-30-XIV	1/200 000	Juillet 1970
Soubré	- Feuille NB-29-XII	1/200 000	Juillet 1970
Danané	- Feuille NB-29-XXII	1/200 000	1971
Kong	- Feuille NC-30-VIII	1/200 000	Avril 1971
*Bondoukou	- Feuille NC-30-IV	1/200 000	Juin 1971
Séguéla	- Feuille NB-29-XXIV	1/200 000	1971
*Taï	- Feuille NB-29-XI	1/200 000	Avril 1971
*Guiglo	- Feuille NB-29-XVII	1/200 000	Mars 1971
*Bouake	- Feuille NB-30-XIX	1/200 000	Octobre 1971
*Man	- Feuille NB-29-XXIII	1/200 000	1971
Toulépleu	- Feuille NB-29-XIV	1/200 000	Juin 1972
Grand Lahou	- Feuille NB-30-VII	1/200 000	Février 1972
M'Bahiakro	- Feuille NB-30-XX	1/200 000	1973
Odienne	- Feuille NC-29-XI	1/200 000	1973
Sassandra	- Feuille NB-29-VI	1/200 000	1973
*Katiola	- Feuille NC-30-I	1/200 000	1974
*Mankono	- Feuille NC-29-VI	1/200 000	1974
*Dabakala	- Feuille NC-30-II	1/200 000	1975
*Nassian	- Feuille NC-30-III	1/200 000	1975
*Nielle	- Feuille NC-30-XIII	1/200 000	1975
Gagnoa	- Feuille NB-30-XIII	1/200 000	Juin 1976
Agnibilekro	- Feuille NB-30-XXI-XXII	1/200 000	1978
Abengourou	- Feuille NB-30-XV	1/200 000	1978

* Tirage Ozalid uniquement

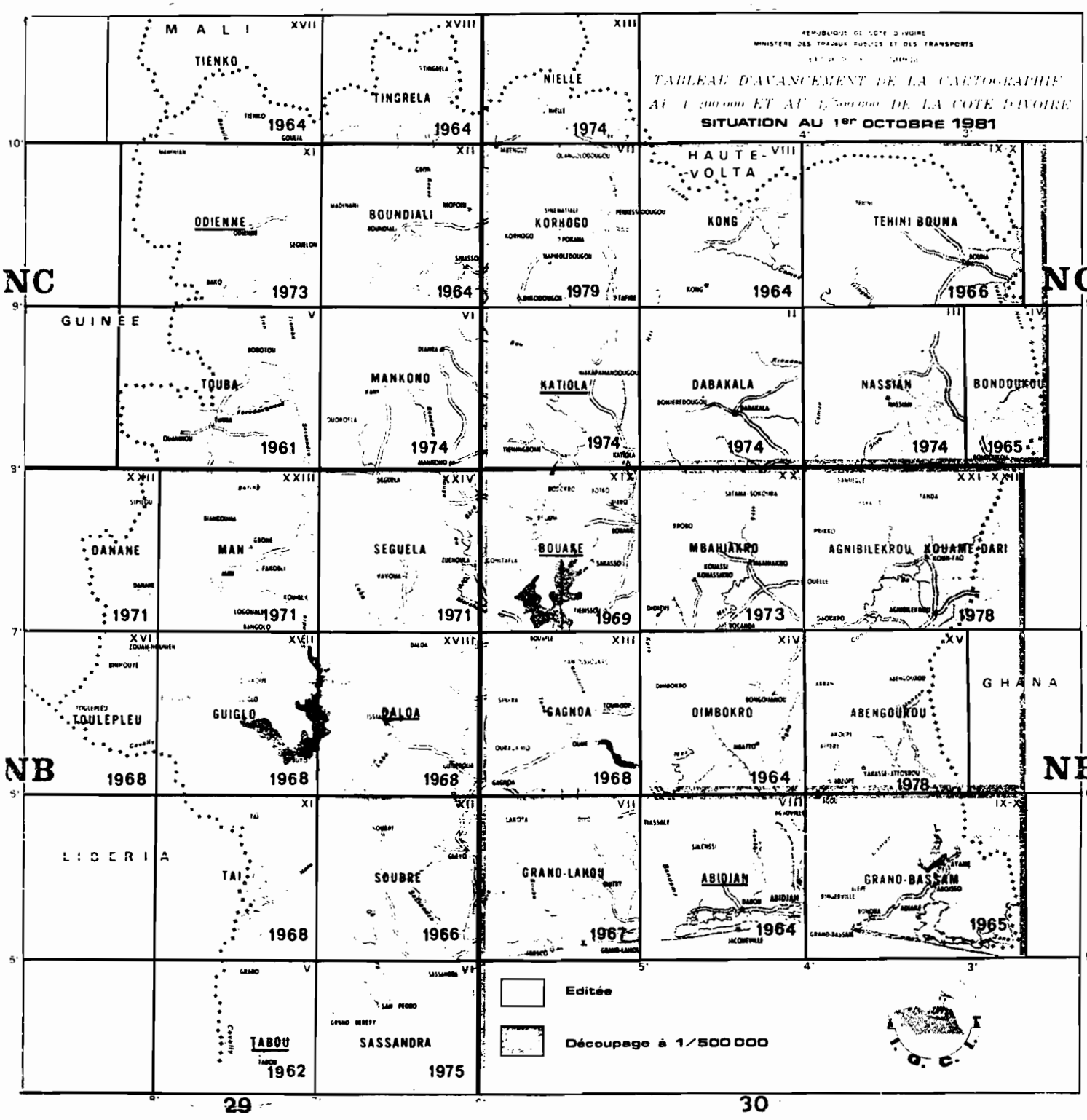
Tableaux d'assemblage des cartes



Tableaux d'assemblage des cartes (suite)



Tableaux d'assemblage des cartes (fin)



3. CARTES GEOLOGIQUES DE COTE D'IVOIRE

Il existe une carte géologique couvrant tout le territoire à l'échelle du 1/1 000 000, éditée en 1965 et disponible à la Direction de la Géologie à Abidjan.

D'autres cartes sont également disponibles au 1/500 000 :

- Odienne - 1968 (sans notice)
- Katiola - 1963 (sans notice)
- Sud-Ouest - 1973 (sans notice)

Il existe par ailleurs d'autres documents :

Au 1/200 000	Daloa	1990	en couleur
Au 1/200 000	M'Bahiakro	1990	en couleur
Au 1/200 000	Toumodi		
Au 1/200 000	Bouake	1970	en bleu
Au 1/400 000	Boucle de Cacao	(P.RENOUX)	en bleu
Au 1/200 000	Man-Danané	Edition prévue fin 1991	
Au 1/200 000	Gagnoa	Edition prévue fin 1991	

L'ensemble du territoire a été couvert par des missions aéromagnétiques et aéroradiométriques.

La restitution a été faite au 1/50 000 et au 1/200 000 ; environ 70 % de la couverture sont disponibles à la Direction de la Géologie. Le reste est détenu par la SAPA et CGC.

La Direction travaille actuellement, sur financement FAC, pour la mise à jour et la publication de 7 degrés carrés de l'Est et du Sud-Est de la RCI. Ce projet devait s'achever fin 1991.

Cette Direction a créé un service informatique et a en projet la restitution automatique des cartes par ordinateur, mais ceci reste au stade de projet par manque de financement.

4. CARTE HYDROGEOLOGIQUE DE COTE D'IVOIRE

La seule carte actuellement visible est la carte hydrogéologique de reconnaissance de la RCI de J.C. MAILLARY de 1964 au 1/1 000 000 - SODEMI/BRGM.

Cette carte sans notice n'est plus en vente.

Par ailleurs, il y a eu des cartes hydrogéologiques au 1/200 000, éditées entre 1963 et 1964.

A ce jour, il n'y a pas de projet d'actualisation de ces documents.

Annexe E

LISTE DES SERVICES VISITES LORS DE LA MISSION EN COTE D'IVOIRE

PNUD

BANQUE MONDIALE

Direction du Groupe Régional de l'Eau de l'Assainissement

MAC

ANAM (Agence Nationale pour les Aérodromes et la Météorologie)

EECI (Energie Electrique de la République de Côte d'Ivoire)

Direction Générale

CIE (Compagnie Ivoirienne d'Electricité)

Direction Technique
Sous-Direction Mouvements d'Energie
Service Production Hydraulique
Service d'Etude des Valorisations Energétiques

MINISTERE DE L'EQUIPEMENT, DU TRANSPORT ET DU TOURISME (tutelle DE)

MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA CONSTRUCTION ET DE L'URBANISATION

COMMISSION NATIONALE DE L'ENVIRONNEMENT

Secrétariat Général
Division du Milieu
Direction du Programme Communal de l'Environnement

DIRECTION DE L'EAU

SOUS-DIRECTION HYDROLOGIE (DE)

SOUS-DIRECTION HYDRAULIQUE VILLAGEOISE

Coordination du Service Informatique
Service Informatique

MINISTERE DE L'AGRICULTURE

Direction des Aménagements Ruraux et de la Modernisation des Exploitations Agricoles

Service des Aménagements Hydroagricoles

SODECI

Direction Générale
Direction Technique
Service des Etudes de Développement du Secteur Eau
Direction Technique, base Adjame
Service Documentation

DCGTX (Direction et Contrôle des Grands Travaux)

Direction des Grands Aménagements
Direction du Développement Rural
Projet réhabilitation points d'eau (BURGEAP)

ORSTOM, ABIDJAN

SOUS-DIRECTION HYDRAULIQUE URBAINE

SODEMI

Service Documentation

MINISTERE DES MINES ET DE L'ENERGIE - DIRECTION DE LA GEOLOGIE

Sous-Direction de la Cartographie Géologique

Annexe F

TARIFS DES RENSEIGNEMENTS ET DES ABONNEMENTS AUX DOCUMENTS PUBLIES PAR LA SOUS-DIRECTION DE LA METEOROLOGIE NATIONALE

Annexe F

TARIFS DES RENSEIGNEMENTS ET DES ABONNEMENTS
AUX DOCUMENTS PUBLIES PAR LA SOUS-DIRECTION
DE LA METEOROLOGIE NATIONALE

I) PRODUITS CLIMATOLOGIQUES

	NATURE DES RENSEIGNEMENTS DEMANDEES	TARIFS
	A) Pluviométrie et Insolation	
1 -	Relevé journalier = 1 valeur	25 FCFA
2 -	Relevé journalier pour 1 mois = 30 valeurs	760 FCFA
3 -	Relevé journalier pour 1 an = 365 valeurs	4.180 FCFA
4 -	Pluviométrie total mensuel = 1 valeur	150 FCFA
5 -	Insolation totale mensuel = 1 valeur	150 FCFA
	B) Autres paramètres Climatologiques	
1 -	Relevés horaires = 1 valeur	25 FCFA
2 -	Relevés tri-horaires = 8 valeurs	200 FCFA
3 -	Relevés horaires, pour 1 jour = 24 valeurs	600 FCFA
4 -	Relevés horaires pour 1 mois = 720 valeurs	18.200 FCFA
	C) Reproduction de documents	
1 -	Copie d'une page de TCM	1.500 FCFA
2 -	Copie d'une fiche/ paramètre/ station/ an = 12 valeurs	300 FCFA
3 -	Copie d'un diagramme hebdomadaire	500 FCFA
4 -	Copie d'un diagramme quotidien	400 FCFA
	D) Publication	
1 -	Bulletin climatologique mensuel	3.000 FCFA
2 -	Bulletin pluviométrique mensuel	3.000 FCFA
3 -	Bulletin climatologique annuel	7.200 FCFA
4 -	Bulletin climatologique mensuel express	2.000 FCFA
5 -	Normales pluviométriques 1951/1980 = 12 valeurs	4.800 FCA

Annexe F

	NATURE DES RENSEIGNEMENTS DEMANDEES	TARIFS
	D) Publication (suite)	
6 -	Moyennes climatologiques 1961/1980 = 12 valeurs	3.600 FCFA
7 -	Le climat de la Côte d'Ivoire, Edition 79	6.000 FCFA

II) PRODUITS AGROMETEOROLOGIQUES

(Paramètres décadaires)

A) Paramètres mesurés

1 -	Pluviométrie /durée d'insolation = 1 valeur	125 FCFA
2 -	Nombre de jour de pluie = 1 valeur	65 FCFA
3 -	Autres paramètres : température, vent, humidité relative etc... = 1 valeur	100 FCFA

B) Moyennes Pluriannuelles

1 -	Pluviométrie et Insolation = 1 valeur	150 FCFA
2 -	Evapotranspiration potentielle (ETP) = 1 valeur	200 FCFA
3 -	Rayonnement global (RG) = 1 valeur	175 FCFA
4 -	Autre paramètre : 1 valeur	125 FCFA

C) Paramètres calculés

1 -	ETP Renman : (1 valeur)	250 FCFA
2 -	Rayonnement global (RG) : (1 valeur)	150 FCFA
3 -	ETP Monteny : (1 valeur)	175 FCFA
4 -	Ecart à la Moyenne pluviométrique : (1 valeur)	200 FCFA
5 -	Bilan Hydrique climatique : (1 valeur)	300 FCFA
6 -	Bilan Hydrique du sol : (1 valeur)	350 FCFA

Annexe F

ABONNEMENT AU BULLETIN CLIMATOLOGIQUE MENSUEL ET AGROMETEOROLOGIQUE DECADAIRE.

ZONE GEOGRAPHIQUE	PERIODE	BULLETIN CLIMATOLOGIQUE	BULLETIN AGROMETEOROLOGIQUE
COTE D'IVOIRE	6 mois	18.000 F CFA	24.750 F CFA
	12 MOIS	28.800 F CFA	39.710 F. CFA
AFRIQUE AU SUD DU SAHARA	6 mois	19.800 F CFA	25.410 F CFA
	12 mois	32.400 F CFA	42.900 F CFA
EUROPE ET AFRIQUE DU NORD	6 mois	21.600 F CFA	27.060 F CFA
	12 mois	36.000 F CFA	46.200 F CFA
AMERIQUE ASIE	6 mois	23.400 F CFA	21.010 F CFA
	12 mois	39.. 00 F CFA	56.100 F CFA

Annexe G

LISTE DES STATIONS PLUVIOMETRIQUES DE LA COTE D'IVOIRE

ANNEXE G

COTE D'IVOIRE

STATIONS PLUVIOMETRIQUES

n°Réf ANAM	Nom	Latitude (N)	Longitude (W)	Altitude (m)	Type (SACP)	Penman O/N	Année ouv.	Année ferm.
195	ABIDJAN-COCODY	05°19'	04°00'	20	P	N	1962	
196	ABIDJAN-PORT	05°18'	04°01'	3	P	N	1964	
96	ABIDJAN-VILLE	05°19'	04°01'	20	P	N	1926	
85	ABOISSO	03°12'	03°12'	34	P	N	1921	
67	ADZOPE	06°06'	03°51'	125	P	N	1944	
52	AGNIBILEKRO	07°40'	03°12'	221	P	N	1944	
62	AGOU	05°57'	03°58'	NC	P	N	1981	
175	AKOUPE	06°23'	03°53'	NC	P	N	1980	
84	ALEPE	05°30'	03°40'	33	P	N	1956	
169	ARRAH	06°41'	03°58'	NC	P	N	1976	
260	ASSIKAKAYABO	06°52'	04°24'	NC	P	N	1984	
139	AWAHIKRO	08°30'	03°57'	NC	P	N	1977	
82	AZAGUIE	05°43'	04°01'	80	P	N	1933	
186	BAKANDA	05°37'	04°53'	NC	P	N	1976	
122	BAKO	09°08'	07°36'	NC	P	N	1976	
95	BANCO	05°23'	04°02'	50	P	N	1933	
165	BANGOLO	07°02'	07°29'	274	P	N	1976	
34	BEOUMI	07°40'	05°34'	223	P	N	1939	
153	BIANKOUMA	07°44'	07°37	NC	P	N	1976	
182	BIANOUAN	06°02'	03°12'	119	P	N	1976	
171	BLOLEQUIN	06°34'	08°00'	258	P	N	1977	
50	BOCANDA	07°04'	04°31'	116	P	N	1949	
43	BOLI	07°14'	04°48'	189	P	N	1950	
60	BONGOUANOU	06°39'	04°12'	100	P	N	1947	

n°Réf ANAM	Nom	Latitude (N)	Longitude (W)	Altitude (m)	Type (SCAP)	Penman O/N	Année ouv.	Année ferm.
136	BONIEREDOUGOU	08°23'	04°43'	NC	P	N	1976	
193	BONOUA	05°17'	03°36'	NC	P	N	1976	
130	BORON	08°42'	07°57'	NC	P	N	1977	
129	BOROTOU	08°44'	07°30'	NC	P	N	1976	
145	BOTRO	07°52'	05°18'	NC	P	N	1976	
47	BOUAFLE	06°59'	05°45'	187	P	N	1924	
16	BOUGOUSSO	09°15'	07°49'	472	P	N	1965	
19	BOUNA	09°16'	02°59'	319	P	N	1923	
10	BOUNDIALI	09°31'	06°28'	665	P	N	1922	
74	BRIMBO	06°02'	04°53'	50	P	N	1959	
177	BUYO	06°16'	07°03'	NC	P	N	1977	
66	CECHI	06°16'	04°27'	112	P	N	1950	
29	DABAKALA	08°23'	04°26'	258	P	N	1922	
93	DABOU	05°18'	04°22'	5	P	N	1952	
46	DALOA AGRICOLE	06°53'	06°27'	281	P	N	1922	
51	DAOUKRO	07°03'	03°57'	230	P	N	1955	
6	DEMBASSO	09°41'	06°24'	348	P	N	1963	
151	DIABO	07°47'	05°11'	NC	P	N	1976	
127	DIANRA	08°45'	06°15'	NC	P	N	1979	
23	DIDIEVI	07°06'	04°54'	NC	P	N	1981	
124	DIKODOUGOU	09°04'	05°47'	NC	P	N	1976	
142	DINAOUDI	08°07'	03°14'	NC	P	N	1977	
125	DIOULATIEDOOUGOU	08°58'	07°14'	NC	P	N	1976	
73	DIVO	05°50'	05°22'	152	P	N	1946	
88	DJAKOTEBI	05°09'	06°49'	NC	P	N	1977	
110	DOROPO	09°49'	03°19'	NC	P	N	1976	
45	DUEKOUE	06°45'	07°21'	245	P	N	1956	
158	FACOBLY	07°23'	07°23'	255	P	N	1976	
131	FOUMBOLO	08°38'	04°38'	NC	P	N	1976	
194	FRAMBO	05°07'	02°58'	NC	P	N	1977	
91	FRESCO	05°05'	05°35'	5	P	N	1967	
168	GADOUAN	06°40'	06°10'	NC	P	N	1976	

n°Réf ANAM	Nom	Latitude (N)	Longitude (W)	Altitude (m)	Type (SACP)	Penman O/N	Année ouv.	Année ferm.
189	GBABAM	05°27'	05°35'	NC	P	N	1978	
258	GBONNE	07°32'	07°25'	NC	P	N	1980	
105	GOULIA	10°01'	07°12'	NC	P	N	1976	
87	GRABO	04°55'	07°29'	78	P	N	1944	
197	GRANDBASSAM	05°12'	03°44'	NC	P	N	1976	
199	GRANDBEREBY	04°39'	06°55'	NC	P	N	1980	
92	GRANDLAHOU	05°08'	05°01'	4	P	N	1922	
147	GROUMANIA	07°55'	04°00'	NC	P	N	1976	
184	GUEYO	05°42'	06°04'	NC	P	N	1976	
178	GUIBEROUA	06°14'	06°11'	NC	P	N	1976	
121	GUIEMBE	09°14'	05°43'	NC	P	N	1976	
54	GUIGLO	06°32'	07°28'	217	P	N	1924	
137	GUINTEGUELA	08°17'	07°18'	NC	P	N	1976	
81	GUITRY	05°34'	05°21'	41	P	N	1963	
179	HIREWATTA	06°14'	05°17'	NC	P	N	1976	
170	ISSIA	06°29'	06°36'	NC	P	N	1976	
79	JACQUEVILLE	05°13'	04°25'	6	P	N	1961	
20	KAFOLO	09°35'	04°17'	NC	P	N	1980	
132	KAKPIN	08°40'	03°47'	255	P	N	1976	
101	KANAKONO	10°22'	06°13'	NC	P	N	1979	
21	KANI	08°28'	06°36'	353	P	N	1977	
108	KASSERE	09°50'	06°13'	NC	P	N	1976	
28	KATIOLA	08°00'	05°05'	312	P	N	1950	
120	KEBI	09°18'	06°37'	412	P	N	1977	
181	KOMEAYO	06°02'	06°24'	NC	P	N	1976	
123	KONG	09°08'	04°37'	NC	P	N	1976	
149	KONGASSO	07°48'	06°04'	NC	P	N	1976	
11	KORHOGO AGRICOLE	09°26'	05°37'	300	P	N	1905	
86	KOSSIHOUAN	05°31'	04°15'	NC	P	N	1977	
61	KOTOBI	06°42'	04°08'	147	P	N	1963	
161	KOUIBLY	07°16'	07°04'	NC	P	N	1976	

n°Réf ANAM	Nom	Latitude (N)	Longitude (W)	Altitude (m)	Type (SACP)	Penman O/N	Année ouv.	Année ferm.
117	KOMBORODOUGOU	09°19'	05°26'	NC	P	N	1976	
157	KOUNFAO	07°29'	03°15'	193	P	N	1976	
150	KOUNAHIRI	07°47'	05°50'	NC	P	N	1976	
4	KOUTO	09°54'	06°25'	360	P	N	1963	
133	KOUTOUBA	08°42'	03°12'	NC	P	N	1977	
72	LAKOTA	05°51'	05°40'	200	P	N	1944	
140	LAOUDIBA	08°18'	02°57'	NC	P	N	1976	
36	M'BAHIAKRO	07°27'	04°20'	181	P	N	1944	
173	M'BATTO	06°27'	04°22'	120	P	N	1976	
106	M'BENGUE	10°01'	05°54'	NC	P	N	1976	
9	MADINANI	09°37'	06°57'	516	P	N	1962	
2	MANIGNAN	10°00'	07°50'	393	P	N	1960	
27	MANKONO	08°03'	06°11'	329	P	N	1937	
143	MARABADIASSA	08°05'	05°25'	NC	P	N	1976	
284	MONTEZO	05°30'	04°43'	NC	P	N	1980	
126	MORONDO	08°57'	06°47'	390	P	N	1977	
76	N'DOUCI	05°52'	04°46'	50	P	N	1963	
155	NAFANA	07°36'	03°44'	NC	P	N	1977	
119	NAPIELODOUGOU	09°17'	05°35'	NC	P	N	1976	
134	NASSIAN	08°28'	04°30'	NC	P	N	1976	
22	NIAKARAMANDOUGOU	08°40'	05°17'	386	P	N	1963	
192	NIAPIDOU	05°20'	06°03'	86	P	N	1979	
191	NIEBE	05°24'	07°18'	NC	P	N	1980	
104	NIELLE	10°12'	05°37'	NC	P	N	1976	
111	NIOFOIN	09°37'	06°05'	NC	P	N	1976	
15	OUANGO-FITINI	09°03'	04°03'	NC	P	N	1970	
5	OUANGOLODOUGOU	09°58'	05°09'	309	P	N	1950	
226	OUANINOU	08°28'	07°50'	NC	P	N	1980	
44	OUELLE	07°17'	04°00'	213	P	N	1948	
57	OUME	06°22'	05°25'	NC	P	N	1944	
176	OURAGAHIO	06°19'	05°56'	NC	P	N	1976	
162	PELEZI	07°18'	06°49'	NC	P	N	1976	

n°Réf ANAM	Nom	Latitude (N)	Longitude (W)	Altitude (m)	Type (SACP)	Penman O/N	Année ouv.	Année ferm.
159	PETROUKRO	07°24'	05°35'	NC	P	N	1978	
347	PRIKRO	07°40'	03°59'	NC	P	N	1980	
160	RAVIART	07°24'	04°54'	NC	P	N	1977	
172	SAOUIA	06°29'	06°16'	NC	P	N	1976	
30	SAKASSOU	07°28'	05°17'	209	P	N	1962	
107	SAMATIGUILA	09°49'	07°34'	NC	P	N	1976	
32	SANDEGUE	07°58'	03°33'	350	P	N	1970	
3	SANHALA	10°06'	06°50'	380	P	N	1962	
135	SARHALA	08°25'	06°10'	NC	P	N	1979	
146	SATAMA-SOKOURA	07°54'	04°22'	170	P	N	1976	
116	SEGUELON	09°24'	07°08'	NC	P	N	1977	
156	SEMIEN	07°37'	07°07'	NC	P	N	1976	
185	SIKENSI	05°40'	04°34'	NC	P	N	1976	
114	SIKOLO	09°27'	04°43'	NC	P	N	1977	
113	SINEMATIALI	09°35'	05°24'	328	P	N	1976	
56	SINFRA	06°38'	05°55'	273	P	N	1966	
148	SIPILOU	07°52'	08°06'	NC	P	N	1976	
115	SIRANA	09°25'	07°50'	420	P	N	1976	
118	SIRASSO	09°16'	06°06'	NC	P	N	1976	
71	SOUBRE	05°47'	06°36'	134	P	N	1940	
17	TAFIRE	09°04'	05°09'	409	P	N	1950	
70	TAI	05°52'	07°27'	123	P	N	1924	
152	TANDA	07°47'	03°10'	NC	P	N	1976	
112	TEHINI	09°37'	03°41'	NC	P	N	1976	
1	TENGRELA	10°29'	06°24'	356	P	N	1954	
190	TEREAGUI	05°25'	06°28'	NC	P	N	1980	
42	TIEBISSOU	07°09'	05°13'	NC	P	N	1958	
8	TIEME	09°33'	07°19'	451	P	N	1965	
141	TIENINGBOUE	08°12'	05°43'	NC	P	N	1976	
102	TIENKO	10°14'	07°28'	NC	P	N	1976	

n°Réf ANAM	Nom	Latitude (N)	Longitude (W)	Altitude (m)	Type (SACP)	Penman O/N	Année ouv.	Année ferm.
128	TORTIYA	08°46'	05°40'	NC	P	N	1977	
25	TOUBA	08°17'	07°41'	494	P	N	1938	
53	TOULEPLEU	06°34'	08°24'	270	P	N	1925	
58	TOUMODI	06°35'	05°03'	120	P	N	1905	
100	TOUMOUKORO	10°23'	05°45'	NC	P	N	1977	
41	VAVOUA	07°22'	06°28'	260	P	N	1953	
154	VROUHO	07°40'	06°33'	154	P	N	1977	
138	WOROFLA	08°16'	06°54'	NC	P	N	1977	
68	YAKASSE-ATOBROU	06°11'	03°39'	NC	P	N	1976	
249	YAMOUSSOUKRO-CARRIERE	06°49'	05°18'	NC	P	N	1980	
49	YAMOUSSOUKRO-VILLE	06°49'	05°16'	208	P	N	1964	
282	YAOU	05°47'	03°05'	NC	P	N	1985	
183	YAPOKOI	05°47'	03°39'	NC	P	N	1976	
69	ZAGNE	06°16'	07°29'	225	P	N	1974	
174	ZARANOU	06°26'	03°23'	NC	P	N	1976	
164	ZEREGBO	07°03'	07°53'	NC	P	N	1977	
166	ZOUAN-HOUNIEN	06°56'	08°13'	275	P	N	1976	
37	ZUENOULA	07°25'	06°03'	209	P	N	1972	
167	ZOUKOUGBEU	06°45'	06°53'	NC	P	N	1976	

168 stations actuellement en fonctionnement

Annexe H

QUALITE DES OBSERVATIONS PLUVIOMETRIQUES

H 1 Inventaire des années ayant au moins un mois d'observations, tous types de stations confondus.

H 2 Inventaire des années complètes, tous types de stations confondus.

H 3 Vecteurs régionaux des six zones pluviométriques.

Annexe H 1

O.R.S.T.O.M. *** PLUVIOMETRIE *** LABORATOIRE D'HYDROLOGIE

Inventaire des pluies journalières pour le pays codé 109 : COTE D'IVOIRE 18/ 2/91

0000100	ABIDJAN AERO	49 ans	:	1936-1980,1987-1990.
0000400	ABENGOUROU - IRCC	62 ans	:	1919-1980.
0000700	ABIDJAN VILLE	50 ans	:	1926-1927,1931-1978.
0000800	ABIDJAN COCODY	29 ans	:	1962-1990.
0000900	ABIDJAN PORT	27 ans	:	1964-1990.
0001000	ABOISSO	69 ans	:	1921-1983,1985-1990.
0001300	ADIAKE	41 ans	:	1944-1980,1987-1990.
0001600	ADIOPODOUME - ORSTOM	39 ans	:	1947-1980,1985,1987-1990.
0001900	ADZOPE	47 ans	:	1944-1990.
0002200	AGBOVILLE	68 ans	:	1923-1990.
0002500	AGNIBILEKRO	47 ans	:	1944-1990.
0002700	AWAHIKRO	11 ans	:	1977-1980,1982,1984-1989.
0002800	ALEPE	41 ans	:	1919-1920,1922-1925,1956-1990.
0002900	AYAME 1	26 ans	:	1959-1960,1962-1971,1973-1980,1985-1990
0003000	ARRAH	15 ans	:	1976-1990.
0003100	AZAGUIE	57 ans	:	1933-1984,1986-1990.
0003200	AZAGUIE IRFA	8 ans	:	1977-1983,1989.
0003300	BAKO	15 ans	:	1976-1990.
0003400	BANCO	52 ans	:	1933-1981,1983-1985.
0003500	BANGOLO	13 ans	:	1976-1979,1982-1990.
0003600	BAKANDA	15 ans	:	1976-1990.
0003700	BEOUMI	52 ans	:	1939-1990.
0003800	BIANKOUMA	15 ans	:	1976-1990.
0003900	BLOLEQUIN	13 ans	:	1977-1980,1982-1990.
0004000	BOCANDA	37 ans	:	1954-1990.
0004100	BIANOUAN	14 ans	:	1977-1990.
0004300	BOLI	37 ans	:	1950-1980,1985-1990.
0004500	BONOUA	7 ans	:	1977,1985-1990.
0004600	BONDOUKOU	57 ans	:	1919-1926,1936-1980,1987-1990.
0004700	BOTRO	15 ans	:	1976-1990.
0004800	BONIEREDOUGOU	15 ans	:	1976-1990.
0004900	BONGOUANOU	43 ans	:	1947-1953,1955-1990.
0005000	BOROTOU	15 ans	:	1976-1990.
0005200	BOUAFLE	67 ans	:	1924-1990.
0005500	BOUAKE	55 ans	:	1908,1910-1916,1918-1919,1921-1965.
0005600	BOUAKE (AERO)	25 ans	:	1966-1990.
0005700	BOUAKE IDESSA (IRAT)	7 ans	:	1974-1980.
0005800	BOUGOUSSO	24 ans	:	1965-1981,1984-1990.
0006100	BOUNA	71 ans	:	1920-1990.
0006400	BOUNDIALI	69 ans	:	1922-1990.

Total partiel : 1419 ans, 40 stations.

Annexe H 1 (suite 2)

O.R.S.T.O.M. *** PLUVIOMETRIE *** LABORATOIRE D'HYDROLOGIE

Inventaire des pluies journalières pour le pays codé 109 : COTE D'IVOIRE 18/ 2/91

0006700	BRIMBO	18 ans	:	1959-1976.
0006800	BUYO	11 ans	:	1977-1981,1985-1990.
0007000	CECHI	41 ans	:	1950-1990.
0007300	DABAKALA	69 ans	:	1922-1990.
0007600	DABOU	34 ans	:	1952-1980,1986-1990.
0007900	DALOA AGRICOLE	72 ans	:	1919-1990.
0008000	DALOA AERO	20 ans	:	1966-1980,1985,1987-1990.
0008200	DANANE	39 ans	:	1947-1980,1986-1990.
0008500	DAOUKRO	32 ans	:	1955-1980,1985-1990.
0008800	DEMBASSO	28 ans	:	1963-1990.
0008900	DIABO	15 ans	:	1976-1990.
0009000	DIKODOUGOU	15 ans	:	1976-1990.
0009100	DIMBOKRO	70 ans	:	1921-1990.
0009300	DINAOUDI	10 ans	:	1977-1980,1985-1990.
0009100	DIVO	45 ans	:	1946-1990.
0009600	DOROPO	11 ans	:	1976-1980,1985-1990.
0009700	DUEKOUE	31 ans	:	1956-1980,1985-1990.
0009800	FAKOBLY	15 ans	:	1976-1990.
0009900	FERKESSEDOUGOU (IRAT)	11 ans	:	1970-1980.
0010000	FERKESSEDOUGOU	52 ans	:	1927-1971,1981-1987.
0010100	FRESCO	24 ans	:	1967-1990.
0010200	FOUMBOLO	15 ans	:	1976-1990.
0010300	GAGNOA	71 ans	:	1919-1920,1922-1990.
0010400	GAGNOA IDESSA (IRAT)	4 ans	:	1974-1977.
0010500	GBONNE	15 ans	:	1976-1990.
0010600	GRABO	46 ans	:	1944-1957,1959-1990.
0010700	GADOUAN	15 ans	:	1976-1990.
0010800	GRAND BASSAM	45 ans	:	1901-1920,1922,1925-1928,1931-1935,1976-1990.
0010900	GRAND LAHOU	70 ans	:	1921-1990.
0011000	GROUMANIAN - FAMIENKRO	7 ans	:	1976-1982.
0011100	GOULIA	15 ans	:	1976-1990.
0011200	GUIGLO	67 ans	:	1924-1990.
0011300	GUIEMBE	15 ans	:	1976-1990.
0011400	GUITEGUELA	12 ans	:	1976-1983,1985-1988.
0011500	GUITRY	28 ans	:	1963-1990.
0011600	JACQUEVILLE	29 ans	:	1961-1967,1969-1990.
0011700	KANI	11 ans	:	1977-1982,1985,1987-1990.
0011800	KATIOLA	42 ans	:	1949-1990.
0011900	KASSERE	12 ans	:	1976-1977,1979-1983,1985,1987-1990.
0012000	KORHOGO AERO	20 ans	:	1971-1990.

Total partiel : 1202 ans, 40 stations.

Annexe H 1 (suite 3)

0012100	KORHOGO	59 ans	:	1905-1926,1944-1980.
0012200	KOMBORODOUGOU	15 ans	:	1976-1990.
0012300	KOSSI HOUAN	10 ans	:	1977-1980,1985-1990.
0012400	KOTOBI	10 ans	:	1964-1973.
0012500	KEBI	12 ans	:	1977-1983,1985,1987-1990.
0012600	KONG	15 ans	:	1976-1990.
0012700	KOUTO	28 ans	:	1963-1990.
0012800	KOUN FAO	14 ans	:	1977-1990.
0012900	KOUIBLY	14 ans	:	1977-1990.
0013000	LAKOTA	42 ans	:	1945-1980,1985-1990.
0013300	LAME - IRHO	62 ans	:	1923-1926,1928-1980,1985,1987-1990.
0013500	LAMTO	18 ans	:	1963-1980.
0013600	LA RASSO	21 ans	:	1933-1953.
0013700	LAOUDI BA	14 ans	:	1976-1980,1982-1990.
0013800	LOHO	7 ans	:	1950-1956.
0013900	MADINANI	29 ans	:	1962-1990.
0014200	MAN-AERO	69 ans	:	1922-1990.
0014400	MAN IRAT	6 ans	:	1972-1977.
0014500	MANIGNAN	31 ans	:	1960-1990.
0014800	MANKONO	54 ans	:	1937-1990.
0014900	MARABADIASSA	14 ans	:	1976-1983,1985-1990.
0015000	M'BATTO	15 ans	:	1976-1990.
0015100	M'BAHIAKRO	45 ans	:	1944-1984,1987-1990.
0015200	M'BENGUE	15 ans	:	1976-1990.
0015300	MORONDO	11 ans	:	1979-1983,1985-1990.
0015400	N'DOUCI	28 ans	:	1963-1990.
0015500	NASSIAN	15 ans	:	1976-1990.
0015600	NAPIELODOUGOU	14 ans	:	1976-1983,1985-1990.
0015700	NIAKARAMANDOUGOU	41 ans	:	1950-1990.
0015800	NIELLE	15 ans	:	1976-1990.
0015900	NIOFOIN	15 ans	:	1976-1990.
0016000	ODIENNE	66 ans	:	1921-1980,1985-1990.
0016200	OUANGO FITINI	16 ans	:	1970-1978,1981-1983,1987-1990.
0016300	OUANGOLODOUGOU	41 ans	:	1980-1990.
0016400	OURAGAHIO	14 ans	:	1976-1978,1980-1990.
0016600	OUELLE	36 ans	:	1955-1990.
0016700	PELEZI	12 ans	:	1976-1981,1985-1990.
0016800	PORT-BOUET	6 ans	:	1971-1973,1975-1977.
0016900	OUME	47 ans	:	1944-1990.
0017000	SAN PEDRO	10 ans	:	1976-1980,1985,1987-1990.

Total partiel : 1006 ans, 40 stations.

Annexe H 1 (suite 4)

0017100	SANDEGUE	21 ans	:	1970-1990.
0017200	SASSANDRA	63 ans	:	1922-1980,1987-1990.
0017300	SAKASSOU	25 ans	:	1966-1990.
0017400	SAMATIGUILA	13 ans	:	1976-1980,1983-1990.
0017500	SEGUELA	52 ans	:	1921-1965,1984-1990.
0017600	SEGUELON	9 ans	:	1981-1988,1990.
0017700	SINEMATIALI	10 ans	:	1981-1990.
0017800	SINFRA	10 ans	:	1981-1990.
0017900	SANHALA	13 ans	:	1962-1963,1965,1981-1990.
0018000	SIKOLO	10 ans	:	1981-1990.
0018100	SOUBRE	34 ans	:	1940-1965,1981,1983,1985-1990.
0018300	SINARA	10 ans	:	1981-1990.
0018400	TABOU	56 ans	:	1919-1930,1932-1965,1981-1990.
0018700	TAFIRE	26 ans	:	1950-1965,1981-1990.
0019000	TAI	38 ans	:	1924-1925,1943-1965,1981-1990.
0019100	TANDA	10 ans	:	1981-1990.
0019300	TENGRELA	21 ans	:	1953-1965,1981-1982,1985-1990.
0019400	TEHINI	9 ans	:	1981,1983-1990.
0019500	TIENINGBOUE	7 ans	:	1981-1982,1985,1987-1990.
0019600	TIASSALE	50 ans	:	1921-1965,1986-1990.
0019900	TIEBISSOU	24 ans	:	1951-1965,1983-1990.
0020100	TIEME	11 ans	:	1965,1981-1990.
0020300	TIENKO	10 ans	:	1981-1990.
0020400	TONKOUI	11 ans	:	1939-1949.
0020500	TOUBA	34 ans	:	1938-1965,1985-1990.
0020600	TORTIYA	10 ans	:	1981-1990.
0020800	TOULEPLEU	52 ans	:	1924-1965,1981-1990.
0021000	TOUMBOKRO - IRAT	7 ans	:	1981-1987.
0021100	TOUMODI	18 ans	:	1905-1910,1963-1965,1982-1990.
0021200	TOUMOKORO	9 ans	:	1981-1982,1984-1990.
0021300	VROUHO	10 ans	:	1981-1990.
0021400	VAVOUA	23 ans	:	1953-1965,1981-1990.
0021500	YAKASSE - ATTOBROU	10 ans	:	1981-1990.
0021700	YAMOSSOUKRO VILLE	27 ans	:	1964-1990.
0021800	YAMOSSOUKRO AERO	17 ans	:	1974-1990.
0021900	YAMOSSOUKRO TP	9 ans	:	1966-1974.
0022000	YAPOKOI	15 ans	:	1976-1990.
0022100	ZAGNE	7 ans	:	1974-1980.
0022200	ZOUENOULA	19 ans	:	1972-1990.
0118000	AGOU	7 ans	:	1976,1985-1990.

Total partiel : 817 ans, 40 stations.

0130000	AKOUPE	12 ans	:	1979-1990.
0159000	ASSIKA-KAYABO	7 ans	:	1980,1985-1990.
0219400	BINGERVILLE	9 ans	:	1978-1980,1985-1990.
0251000	BORON	7 ans	:	1977-1979,1987-1990.
0340000	DIANRA	11 ans	:	1980-1990.
0342000	DIDIEVI	4 ans	:	1987-1990.
0344000	DOULATIEDOUGOU	15 ans	:	1976-1990.
0346000	DJAKOTEBI	8 ans	:	1979-1980,1985-1990.
0423000	FRAMBO	11 ans	:	1977-1983,1985-1988.
0435000	GBABAN	12 ans	:	1978-1983,1985-1990.
0474000	GRAND BERIBI	12 ans	:	1979-1990.
0481000	GUEYO	12 ans	:	1976-1981,1985-1990.
0483000	GUIBEROUA	11 ans	:	1976-1980,1985-1990.
0498000	HIRE WATTA	14 ans	:	1976-1983,1985-1990.
0510000	ISSIA	14 ans	:	1976-1983,1985-1990.
0523000	KAFOLO	7 ans	:	1980,1985-1990.
0525000	KAKPIN	15 ans	:	1976-1990.
0528000	KANANKORO	11 ans	:	1979-1982,1984-1990.
0554000	KOMEYAO	12 ans	:	1976-1977,1980-1981,1983-1990.
0558000	KONGASSO	14 ans	:	1976-1983,1985,1990.
0560000	KOUNAIRI	10 ans	:	1976-1978,1980,1985-1990.
0562000	KOUTOUBA	12 ans	:	1977-1979,1982-1990.
0616400	M'BESSE	1 ans	:	1979.
0635100	MONTEZO	8 ans	:	1979-1980,1985,-1990.
0659000	NAFANA	14 ans	:	1977-1990.
0666000	NIAPIDOU	11 ans	:	1979-1982,1984-1990.
0668000	NIEBE	11 ans	:	1979-1981,1983-1990.
0714000	PETROUKRO	10 ans	:	1978-1981,1983,1985-1989.
0740000	RAVIART	11 ans	:	1977-1981,1983,1986-1990.
0749000	SAOUIA	14 ans	:	1976-1981,1983-1990.
0751000	SARHALA	12 ans	:	1979-1990.
0753000	SATAMA SOKORA	11 ans	:	1976-1985,1989.
0759000	SEMIEN	15 ans	:	1976-1990.
0770000	SIKENSI	15 ans	:	1976-1990.
0772000	SIPILOU	14 ans	:	1976-1980,1982-1990.
0774000	SIRASSO	15 ans	:	1976-1990.
0833000	TEREAGUI	7 ans	:	1979-1980,1986-1990.
0941000	WOROFLA	13 ans	:	1978-1990.
0983000	ZARANOU	15 ans	:	1976-1990.
0985000	ZEREGBO	14 ans	:	1977-1990.
0994000	ZOUAN HOUNIEN	15 ans	:	1976-1990.
0996000	ZOUROUGBEU	15 ans	:	1976-1990.

Total partiel : 481 ans, 42 stations.
Total du pays : 4925 ans, 202 stations.
Total général : 4925 ans, 202 stations

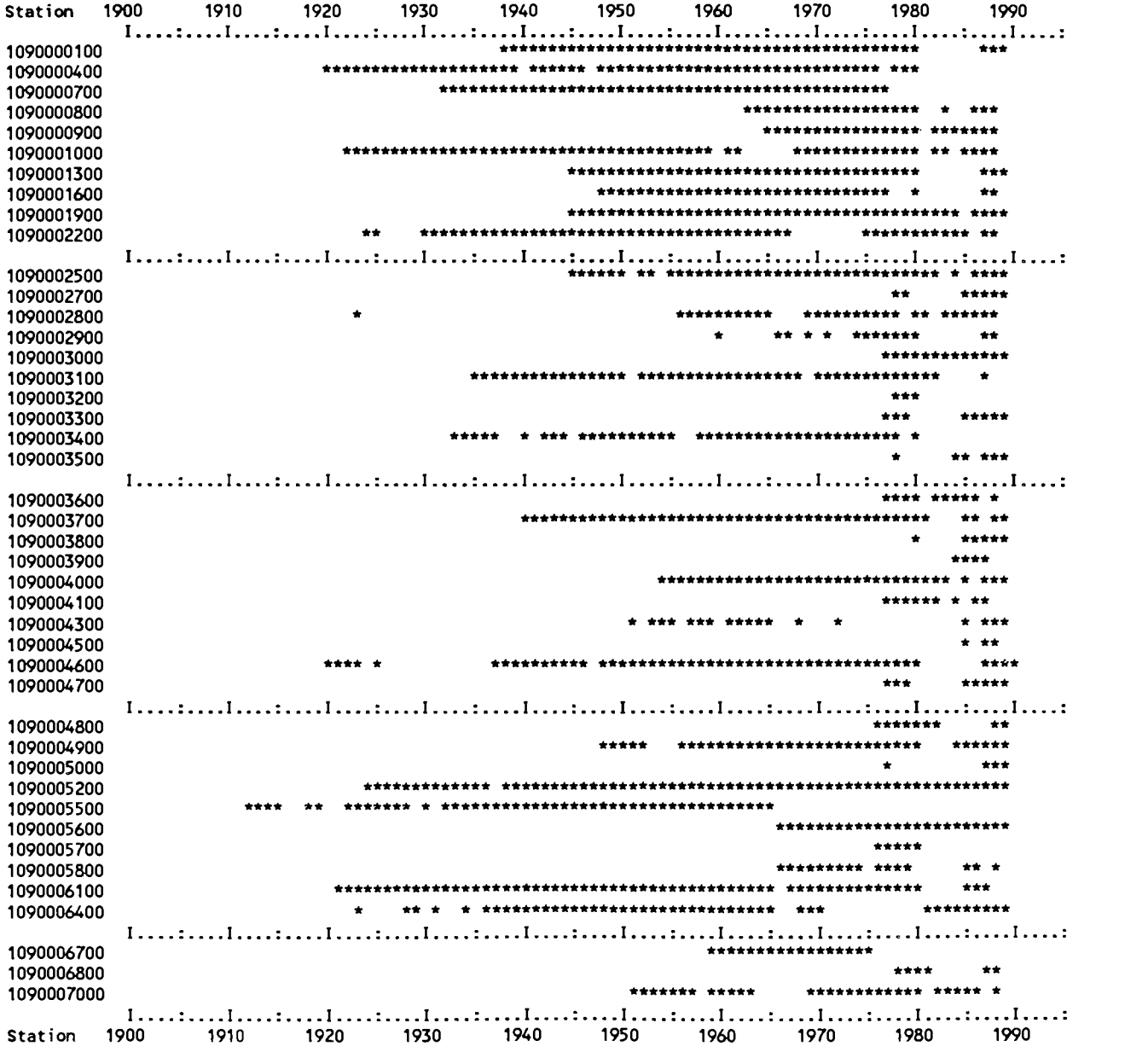
Annexe H 2

LABORATOIRE D'HYDROLOGIE - MONTPELLIER
MVR - Méthode du Vecteur Régional

INVENTAIRE DES DONNEES Edition du 25/03/1991 à 16H29

Lot de données: 109 -COTE D'IVOIRE

Données totalisées Valeurs agrégées Pas d'agrégation: 1 Mois début de l'année hydrologique 1

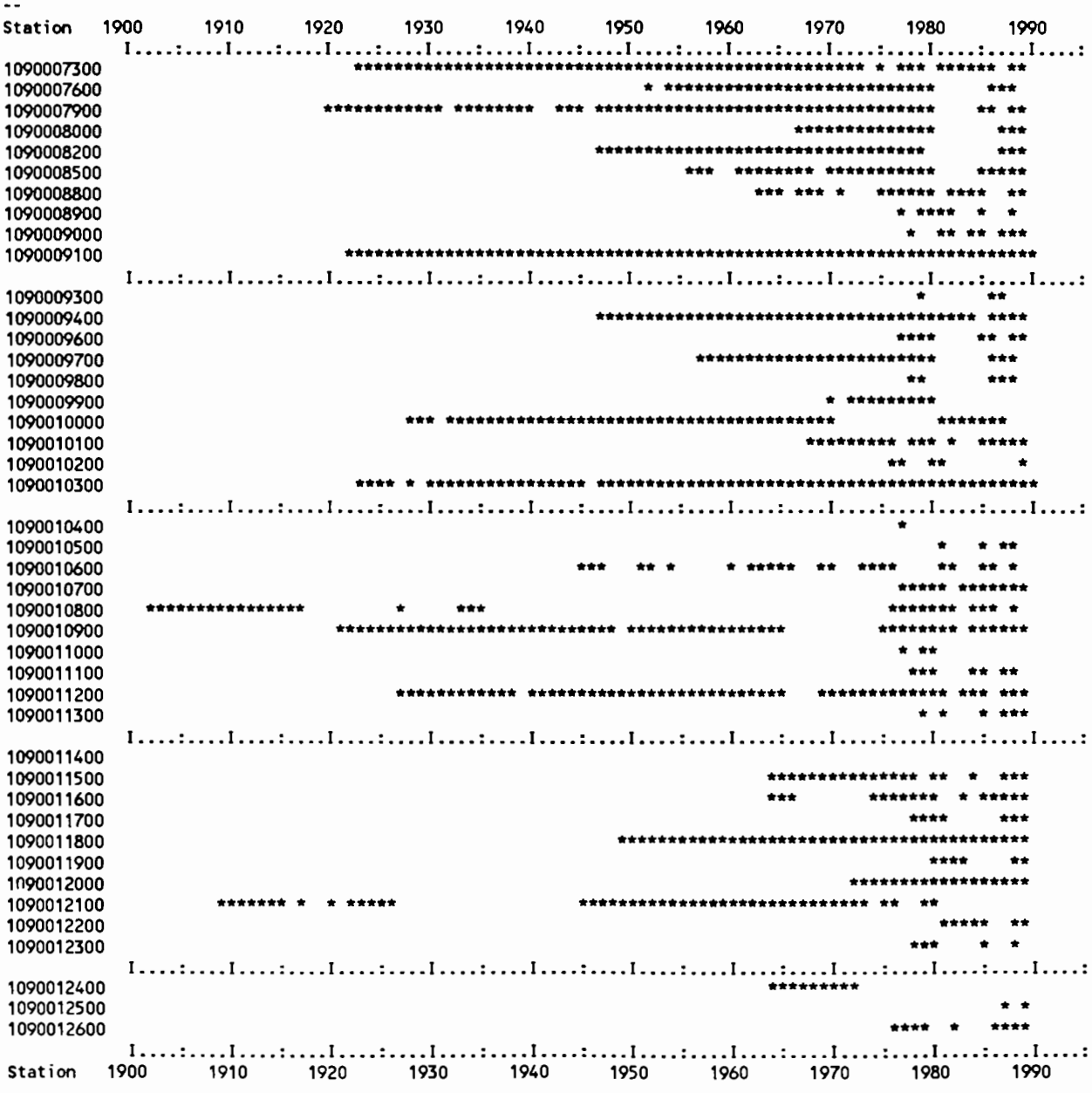


LABORATOIRE D'HYDROLOGIE - MONTPELLIER
MVR - Méthode du Vecteur Régional

INVENTAIRE DES DONNEES Edition du 25/03/1991 à 16H29

Lot de données: 109 -COTE D'IVOIRE

Données totalisées Valeurs agrégées Pas d'agrégation: 1 Mois début de l'année hydrologique 1

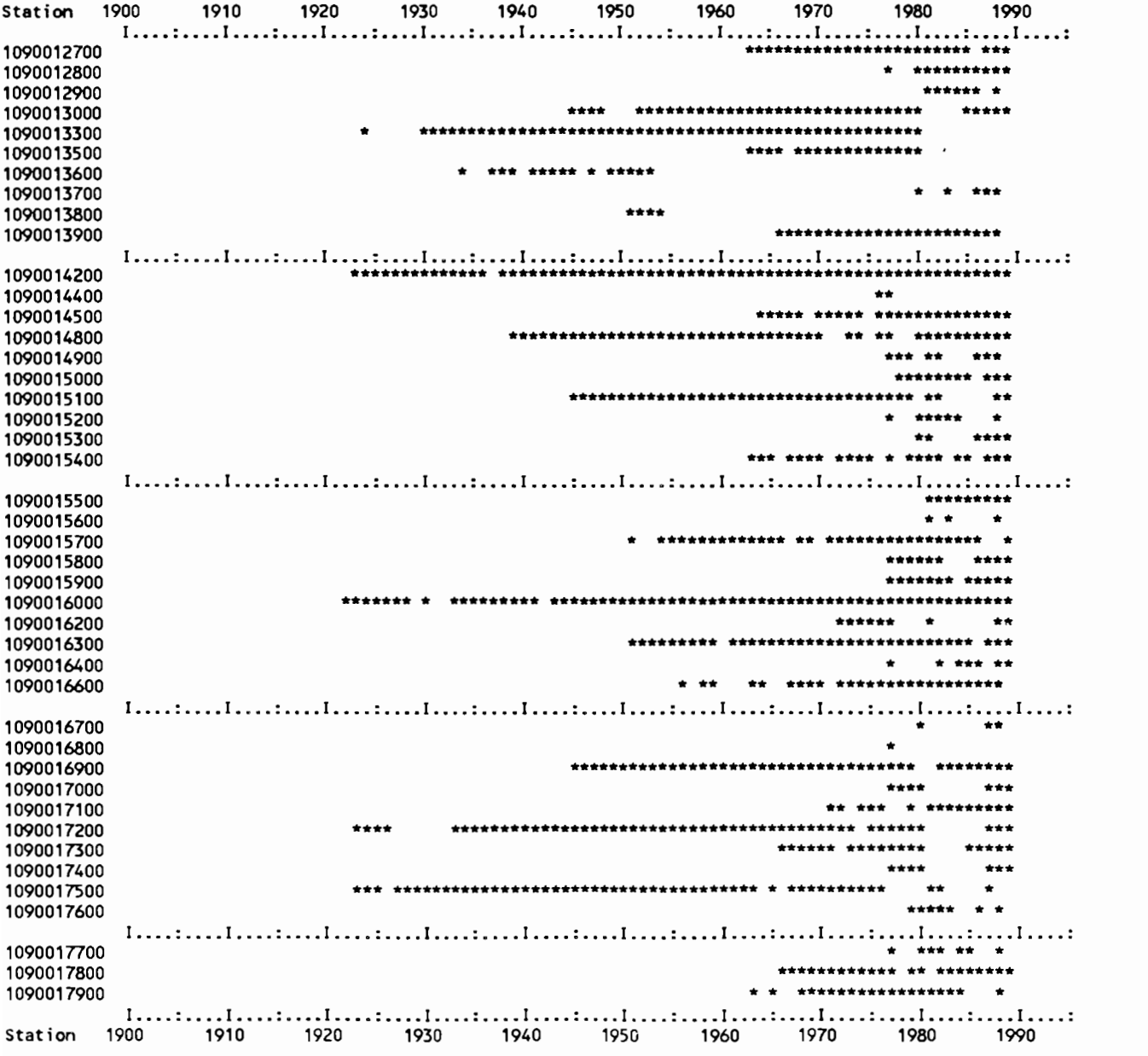


LABORATOIRE D'HYDROLOGIE - MONTPELLIER
MVR - Méthode du Vecteur Régional

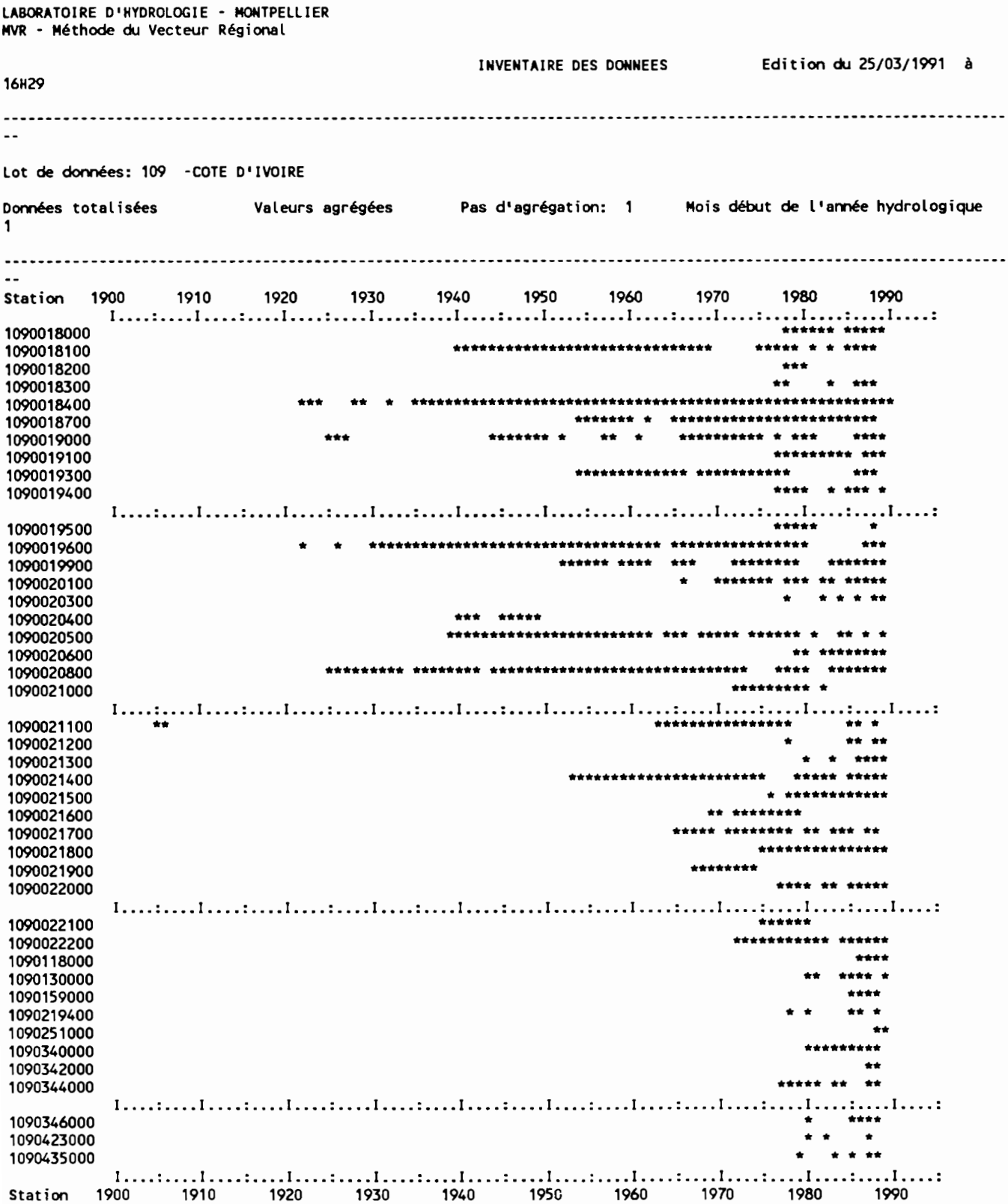
INVENTAIRE DES DONNEES Edition du 25/03/1991 à 16H29

Lot de données: 109 -COTE D'IVOIRE

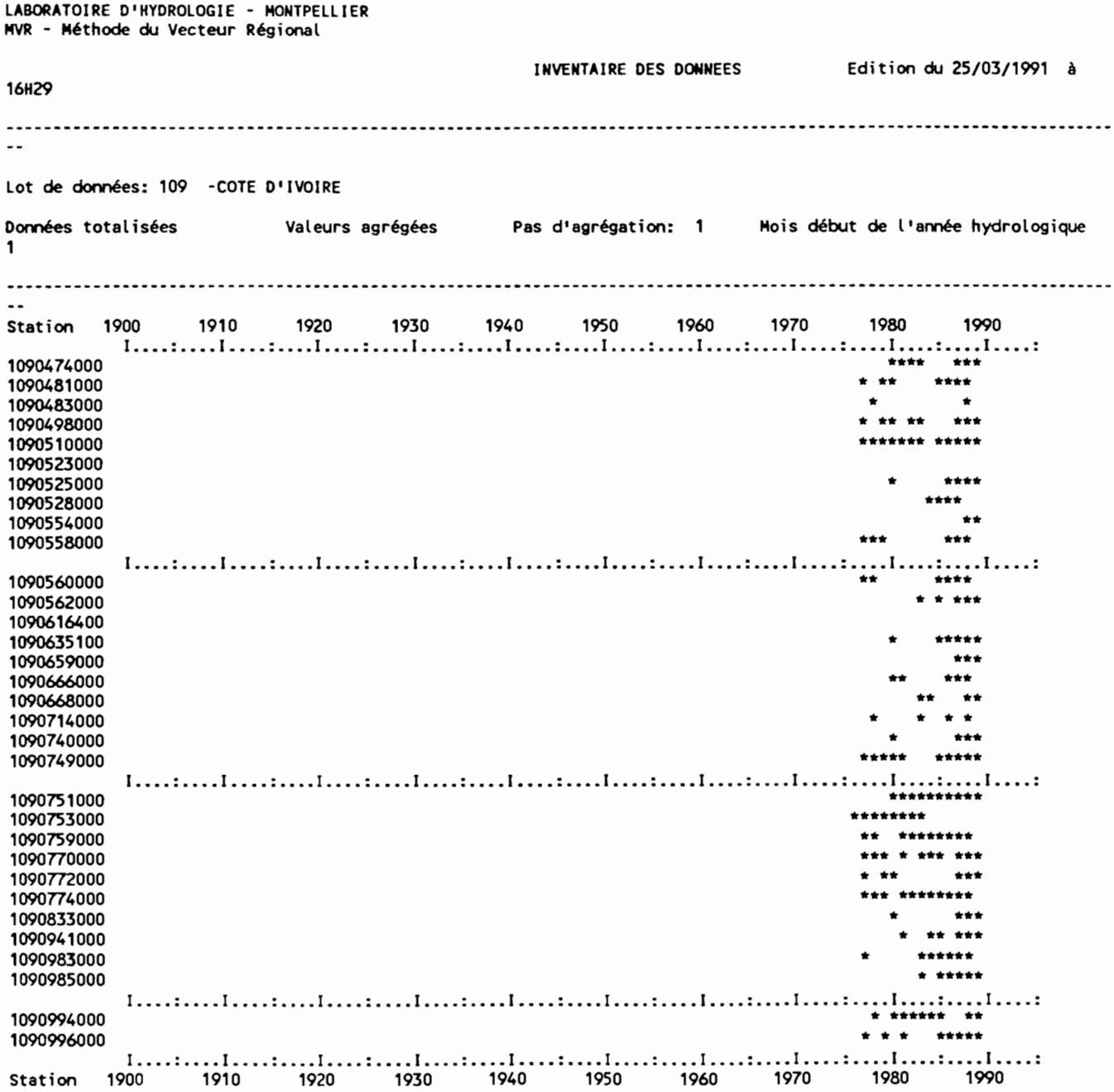
Données totalisées Valeurs agrégées Pas d'agrégation: 1 Mois début de l'année hydrologique 1



Annexe H 2 (suite 3)



Annexe H 2 (suite 4)



Annexe H 3

Vecteurs régionaux :

1. Côtier Ouest
2. Côtier Est
3. Tropical de transition
4. Régime de montagne
5. Equatorial de transition atténué
6. Equatorial de transition

Annexe H 3 (suite 1)

LABORATOIRE D'HYDROLOGIE - MONTPELLIER
MVR - Méthode du Vecteur Régional

VECTEUR ANNUEL - CARACTERISTIQUES DES STATIONS Edition du 26/03/1991 à 17H52

Région: 00001 COTE D'IVOIRE OUEST COTIER

Périodes: 1902/1990
Mois début de l'année hydrologique 01

n°	stations	nom de la station	altit.	latitude	longitude	période	n.obs.
1	1090007600	DABOU	5	N 05°18'00"	O 004°22'00"	1952/1988	31
2	1090010100	FRESCO	5	N 05°05'00"	O 005°35'00"	1968/1989	18
3	1090010900	GRAND LAHOU	4	N 05°08'00"	O 005°01'00"	1921/1989	45
4	1090011600	JACQUEVILLE	6	N 05°13'00"	O 004°25'00"	1964/1989	16
5	1090017000	SAN PEDRO	31	N 04°45'00"	O 006°39'00"	1977/1989	7
6	1090017200	SASSANDRA	62	N 04°57'00"	O 006°05'00"	1923/1989	49
7	1090018400	TABOU	20	N 04°25'00"	O 007°22'00"	1922/1990	55
8	1090474000	GRAND BEREBI		N 04°39'00"	O 006°55'00"	1980/1989	7

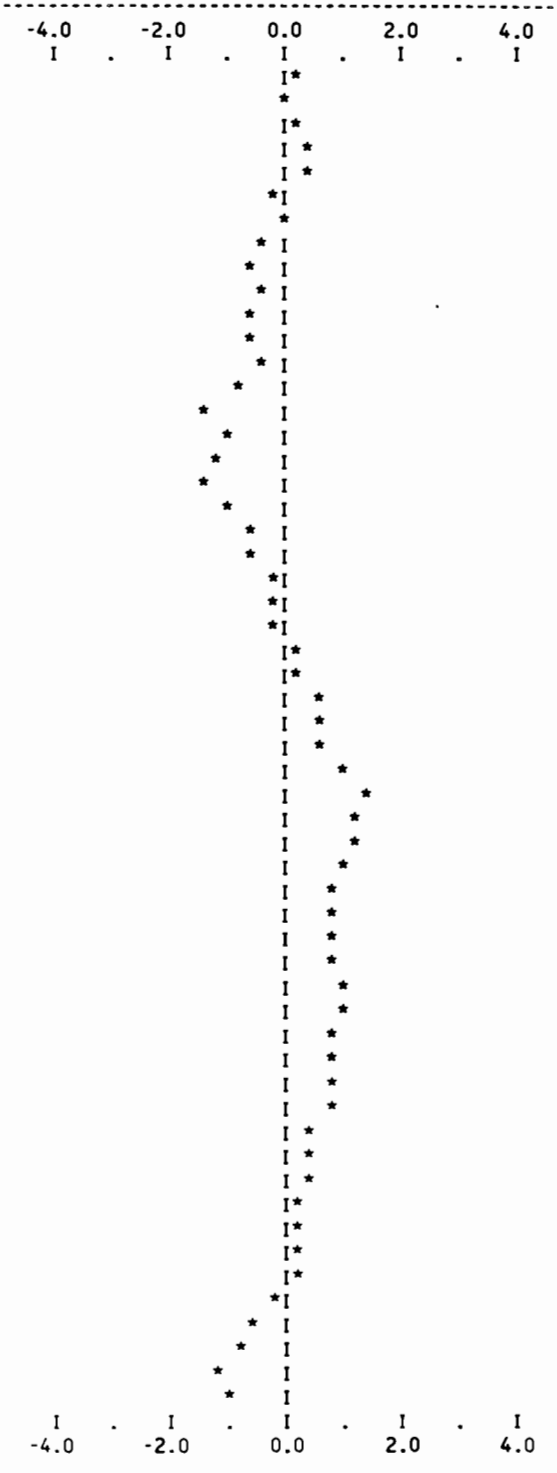
LABORATOIRE D'HYDROLOGIE - MONTPELLIER
MVR - Méthode du Vecteur Régional

VECTEUR REGIONAL - RESULTATS Edition du 26/03/1991 à 17H52

Région: 00001 COTE D'IVOIRE OUEST COTIER

Périodes: 1902/1990
Mois début de l'année hydrologique 01

	Date	Nombre d' observations	Indices annuels	Diff. cumulées
1	1923	3	0.77925	-0.01326
2	1924	3	1.18880	0.15968
3	1935	3	1.36998	0.47447
4	1936	3	0.88611	0.35355
5	1937	3	0.60455	-0.14972
6	1938	3	1.20747	0.03880
7	1939	3	0.60024	-0.47163
8	1940	3	0.92463	-0.54999
9	1941	3	1.08545	-0.46801
10	1942	3	0.80107	-0.68982
11	1943	3	1.14548	-0.55400
12	1944	3	1.17972	-0.38873
13	1945	3	0.60099	-0.89791
14	1946	3	0.64076	-1.34302
15	1947	3	1.30276	-1.07855
16	1948	3	0.81027	-1.28894
17	1950	3	0.94317	-1.34745
18	1951	3	1.48543	-0.95175
19	1952	4	1.43710	-0.58913
20	1953	3	1.02652	-0.56296
21	1954	4	1.35426	-0.25971
22	1955	4	1.15612	-0.11465
23	1956	4	0.95610	-0.15954
24	1957	4	1.31445	0.11387
25	1958	4	1.13010	0.23617
26	1959	4	1.35644	0.54103
27	1960	4	1.00322	0.54424
28	1961	4	1.15475	0.68812
29	1962	4	1.49489	1.09017
30	1963	4	1.29343	1.34746
31	1964	5	0.88502	1.22531
32	1965	5	1.01730	1.24246
33	1966	4	0.82716	1.05269
34	1967	3	0.81247	0.84500
35	1968	4	1.03652	0.88087
36	1969	4	1.01925	0.89993
37	1970	4	0.93698	0.83483
38	1971	4	1.18342	1.00324
39	1972	4	0.91693	0.91652
40	1973	4	0.90878	0.82086
41	1974	4	1.01467	0.83541
42	1975	6	0.88350	0.71154
43	1976	6	1.03735	0.74821
44	1977	6	0.71329	0.41033
45	1978	7	0.91943	0.32632
46	1979	7	1.04641	0.37168
47	1980	8	0.84620	0.20467
48	1981	3	1.02109	0.22554
49	1982	4	0.96135	0.18611
50	1983	3	0.93749	0.12156
51	1985	4	0.76249	-0.14961
52	1986	5	0.69327	-0.51596
53	1987	8	0.75371	-0.79872
54	1988	8	0.66069	-1.21320
55	1989	7	1.36672	-0.90079



Valeur moyenne du vecteur: 1.00718

Point d'application virtuel du vecteur | latitude: N 4°55'
longitude: O 5°50'

Annexe H 3 (suite 3)

LABORATOIRE D'HYDROLOGIE - MONTPELLIER
MVR - Méthode du Vecteur Régional

VECTEUR ANNUEL - CARACTERISTIQUES DES STATIONS Edition du 26/03/1991 à 20H36

Région: 00002 COTE D'IVOIRE COTIER EST

Périodes: 1902/1990
Mois début de l'année hydrologique 01

n°	stations	nom de la station	altit.	latitude	longitude	période	n.obs.
1	1090000100	ABIDJAN AERO	7	N 05°15'00"	O 003°56'00"	1938/1989	46
2	1090000700	ABIDJAN VILLE	20	N 05°19'00"	O 004°01'00"	1932/1977	45
3	1090000900	ABIDJAN PORT	3	N 05°18'00"	O 004°01'00"	1965/1988	22
4	1090001000	ABOISSO	34	N 05°28'00"	O 003°12'00"	1922/1988	48
5	1090001300	ADIAKE	35	N 05°18'00"	O 003°18'00"	1945/1989	39
6	1090001600	ADIOPODOUME - ORSTOM	25	N 05°19'00"	O 004°08'00"	1948/1988	33
7	1090003400	BANCO	50	N 05°23'00"	O 004°02'00"	1933/1980	41
8	1090007600	DABOU	5	N 05°18'00"	O 004°22'00"	1952/1988	31
9	1090010800	GRAND BASSAM	5	N 05°12'00"	O 003°44'00"	1902/1988	12
10	1090011600	JACQUEVILLE	6	N 05°13'00"	O 004°25'00"	1964/1989	16
11	1090219400	BINGERVILLE		N 05°22'00"	O 003°57'00"	1978/1988	5
12	1090423000	FRAMBO		N 05°07'00"	O 002°58'00"	1980/1987	3

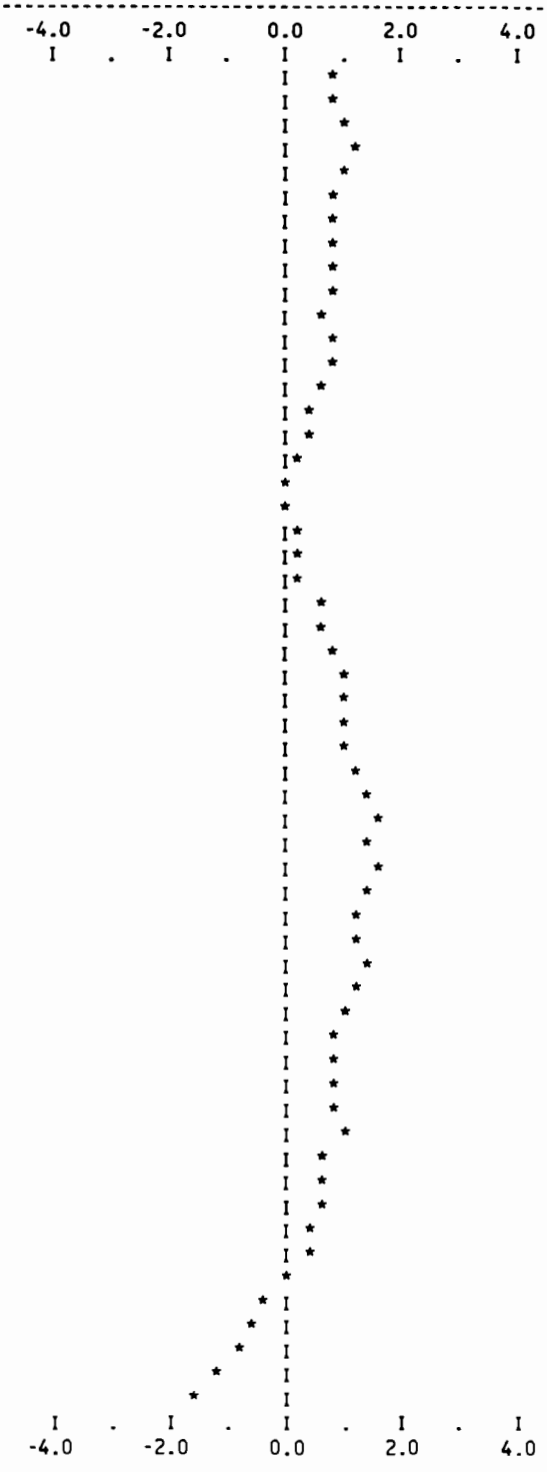
LABORATOIRE D'HYDROLOGIE - MONTPELLIER
MVR - Méthode du Vecteur Régional

VECTEUR REGIONAL - RESULTATS Edition du 26/03/1991 à 20H36

Région: 00002 COTE D'IVOIRE COTIER EST

Périodes: 1902/1990
Mois début de l'année hydrologique 01

	Date	Nombre d' observations	Indices annuels	Diff. cumulées
1	1933	4	1.13285	0.87518
2	1934	4	1.02550	0.90036
3	1935	4	1.44759	1.27025
4	1936	3	0.78536	1.02864
5	1937	3	0.78889	0.79150
6	1938	3	1.01255	0.80396
7	1939	3	1.05391	0.85646
8	1940	4	1.02133	0.87756
9	1941	3	0.99216	0.86969
10	1942	4	0.75076	0.58301
11	1943	4	1.14720	0.72033
12	1944	4	1.03058	0.75045
13	1945	4	0.84101	0.57729
14	1946	5	0.80398	0.35910
15	1947	5	1.03031	0.38895
16	1948	6	0.75857	0.11263
17	1949	6	0.96085	0.07269
18	1950	6	0.99820	0.07088
19	1951	6	1.04324	0.11321
20	1952	7	1.00504	0.11823
21	1953	6	1.05645	0.17314
22	1954	7	1.45725	0.54969
23	1955	7	1.15870	0.69699
24	1956	6	1.20126	0.88036
25	1957	6	1.11952	0.99326
26	1958	7	0.91693	0.90653
27	1959	7	1.16748	1.06138
28	1960	6	1.03672	1.09744
29	1961	7	1.14943	1.23670
30	1962	7	1.15545	1.38119
31	1963	6	1.31528	1.65523
32	1964	7	0.81024	1.44481
33	1965	8	1.17462	1.60574
34	1966	8	0.80948	1.39437
35	1967	7	0.88482	1.27200
36	1968	8	0.96386	1.23518
37	1969	8	1.12514	1.35308
38	1970	8	0.84933	1.18977
39	1971	8	0.87247	1.05334
40	1972	8	0.81462	0.84830
41	1973	8	0.93436	0.78040
42	1974	9	1.06595	0.84426
43	1975	9	0.91200	0.75214
44	1976	10	1.38195	1.07563
45	1977	10	0.61642	0.59179
46	1978	9	1.04850	0.63914
47	1979	7	1.02760	0.66637
48	1980	11	0.82966	0.47962
49	1982	4	0.90219	0.37668
50	1983	3	0.69131	0.00751
51	1985	5	0.70706	-0.33914
52	1986	6	0.73791	-0.64308
53	1987	8	0.87567	-0.77584
54	1988	9	0.61417	-1.26333
55	1989	3	0.67578	-1.65522



Valeur moyenne du vecteur: 0.97617

Point d'application virtuel du vecteur | latitude: N 5°19'
longitude: O 3°51'

LABORATOIRE D'HYDROLOGIE - MONTPELLIER
MVR - Méthode du Vecteur Régional

VECTEUR ANNUEL - CARACTERISTIQUES DES STATIONS Edition du 26/03/1991 à 20H41

Région: 00003 COTE D'IVOIRE TROPICAL DE TRANSITION (NORD OUEST)

Périodes: 1902/1990
Mois début de l'année hydrologique 01

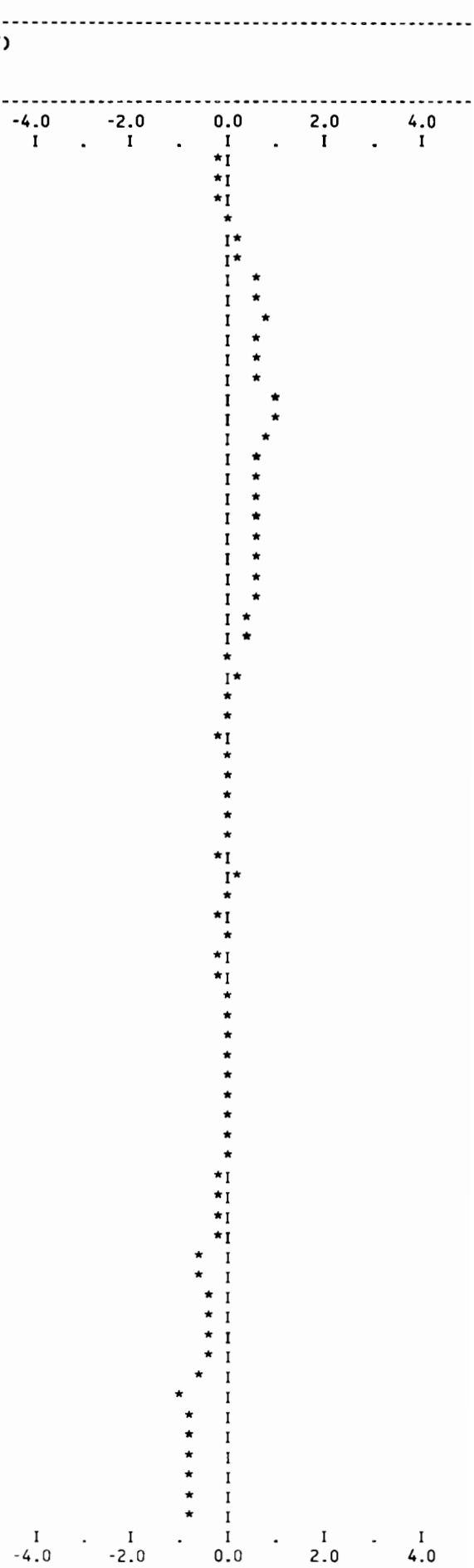
n°	stations	nom de la station	altit.	latitude	longitude	période	n.obs.
1	1090002700	AWAHIKRO		N 08°30'00"	O 003°57'00"	1978/1989	7
2	1090003300	BAKO		N 09°08'00"	O 007°36'00"	1977/1989	8
3	1090004800	BONIEREDOUGOU		N 08°23'00"	O 004°43'00"	1976/1989	9
4	1090005000	BOROTOU		N 08°44'00"	O 007°30'00"	1977/1989	4
5	1090005800	BOUGOUSSO	472	N 09°15'00"	O 007°49'00"	1966/1988	16
6	1090006100	BOUNA	319	N 09°16'00"	O 002°59'00"	1921/1987	61
7	1090006400	BOUNDIALI	421	N 09°31'00"	O 006°28'00"	1923/1989	47
8	1090007300	DABAKALA	258	N 08°23'00"	O 004°26'00"	1923/1989	63
9	1090008800	DEMBASSO	348	N 09°41'00"	O 006°24'00"	1963/1989	19
10	1090009000	DIKODOUGOU		N 09°04'00"	O 005°47'00"	1978/1989	8
11	1090009600	DOROPO		N 09°49'00"	O 003°19'00"	1977/1989	8
12	1090009900	FERKESSEDOUGOU (IRAT)	325	N 09°35'00"	O 005°14'00"	1970/1980	10
13	1090010000	FERKESSEDOUGOU	323	N 09°36'00"	O 005°12'00"	1928/1987	49
14	1090010200	FOUMBOLO		N 08°38'00"	O 004°38'00"	1976/1989	5
15	1090011000	GROUMANIAN - FAMIENKRO	176	N 07°55'00"	O 004°00'00"	1977/1980	3
16	1090011300	GUIEMBE		N 09°14'00"	O 005°43'00"	1979/1989	6
17	1090011700	KANI	353	N 08°28'00"	O 006°36'00"	1978/1989	7
18	1090011800	KATIOLA	312	N 08°08'00"	O 005°06'00"	1949/1989	41
19	1090011900	KASSERE		N 09°50'00"	O 006°13'00"	1980/1989	6
20	1090012000	KORHOGO AERO	381	N 09°25'00"	O 005°37'00"	1972/1989	18
21	1090012100	KORHOGO	300	N 09°26'00"	O 005°37'00"	1909/1980	38
22	1090012200	KOMBORODOUGOU		N 09°19'00"	O 005°26'00"	1981/1989	7
23	1090012600	KONG		N 09°08'00"	O 004°37'00"	1976/1989	9
24	1090012700	KOUTO	360	N 09°54'00"	O 006°25'00"	1963/1989	26
25	1090013800	LOHO	283	N 08°41'00"	O 005°08'00"	1951/1954	4
26	1090013900	MADINANI	516	N 09°37'00"	O 006°57'00"	1966/1988	23
27	1090014500	MANIGNAN	393	N 10°00'00"	O 007°50'00"	1964/1989	24
28	1090014800	MANKONO	329	N 08°03'00"	O 006°11'00"	1939/1989	46
29	1090014900	MARABADIASSA		N 08°05'00"	O 005°25'00"	1977/1988	8
30	1090015200	M'BENGUE		N 10°01'00"	O 005°54'00"	1977/1988	7
31	1090015300	MORONDO	390	N 08°57'00"	O 006°47'00"	1980/1989	6
32	1090015500	NASSIAN		N 09°24'00"	O 004°28'00"	1981/1989	9
33	1090015600	NAPIELODOUGOU		N 09°17'00"	O 005°35'00"	1981/1988	3
34	1090015700	NIAKARAMANDOUGOU	386	N 08°40'00"	O 005°17'00"	1951/1989	33
35	1090015800	NIELLE		N 10°12'00"	O 005°37'00"	1977/1989	10
36	1090015900	NIOFOIN		N 09°37'00"	O 006°05'00"	1977/1989	12
37	1090016000	ODIENNE	434	N 09°30'00"	O 007°34'00"	1922/1989	64
38	1090016200	OUANGO FITINI		N 09°03'00"	O 004°03'00"	1972/1989	9
39	1090016300	OUANGOLODOUGOU	309	N 09°58'00"	O 005°09'00"	1951/1989	37
40	1090017400	SAMATIGUILA		N 09°49'00"	O 007°34'00"	1977/1989	7
41	1090017600	SEGUELON		N 09°24'00"	O 007°08'00"	1979/1988	7
42	1090017700	SINEMATIALI	328	N 09°35'00"	O 005°24'00"	1977/1988	7
43	1090017900	SANHALA	380	N 10°02'00"	O 006°51'00"	1963/1988	20
44	1090018000	SIKOLO		N 09°27'00"	O 004°43'00"	1978/1989	11
45	1090018300	SIRANA		N 09°25'00"	O 007°50'00"	1977/1988	6
46	1090018700	TAFIRE	409	N 09°04'00"	O 005°09'00"	1954/1988	32
47	1090019300	TENGRELA	356	N 10°29'00"	O 006°24'00"	1954/1988	27
48	1090019400	TEHINI		N 09°37'00"	O 003°41'00"	1977/1989	9
49	1090019500	TIENINGBOUE		N 08°12'00"	O 005°43'00"	1977/1988	6
50	1090020100	TIEME	451	N 09°33'00"	O 007°19'00"	1966/1989	18
51	1090020300	TIENKO		N 10°14'00"	O 007°28'00"	1978/1989	6
52	1090020500	TOUBA	494	N 08°17'00"	O 007°41'00"	1939/1989	43
53	1090020600	TORTIYA		N 08°46'00"	O 005°40'00"	1979/1989	10
54	1090021200	TOUMOUKORO		N 10°23'00"	O 005°45'00"	1978/1989	5
55	1090340000	DIANRA		N 08°45'00"	O 006°15'00"	1980/1988	9
56	1090344000	DIOULATIEDOUGOU		N 08°58'00"	O 007°14'00"	1977/1988	9
57	1090525000	KAKPIN	255	N 08°40'00"	O 003°47'00"	1980/1989	5
58	1090528000	KANANKORO		N 10°22'00"	O 006°13'00"	1984/1987	4
59	1090562000	KOUTOUBA		N 08°42'00"	O 003°12'00"	1983/1989	5
60	1090751000	SARHALA		N 08°25'00"	O 006°10'00"	1980/1989	10
61	1090774000	SIRASSO		N 09°16'00"	O 006°06'00"	1977/1988	11
62	1090941000	WOROFLA		N 08°16'00"	O 006°54'00"	1981/1989	6

LABORATOIRE D'HYDROLOGIE - MONTPELLIER
MVR - Méthode du Vecteur Régional

VECTEUR REGIONAL - RESULTATS Edition du 26/03/1991 à 20H41

Région: 00003 COTE D'IVOIRE TROPICAL DE TRANSITION (NORD OUEST)
Périodes: 1902/1990
Mois début de l'année hydrologique 01

	Date	Nombre d' observations	Indices annuels	Diff. cumulées
1	1922	3	0.92341	-0.20523
2	1923	5	0.96706	-0.23873
3	1924	4	1.27868	0.00710
4	1925	4	1.28719	0.25955
5	1926	4	1.02593	0.28515
6	1927	3	1.24369	0.50323
7	1928	5	1.13185	0.62707
8	1929	4	1.21197	0.81932
9	1930	4	0.85853	0.66678
10	1931	3	1.01510	0.68177
11	1932	3	0.98286	0.66448
12	1933	4	1.33903	0.95642
13	1934	5	0.97706	0.93320
14	1935	4	0.90025	0.82812
15	1936	5	0.84939	0.66487
16	1937	5	0.99541	0.66026
17	1938	5	1.01006	0.67027
18	1939	7	0.88991	0.55363
19	1940	7	0.95652	0.50917
20	1941	7	1.00202	0.51118
21	1942	6	1.00088	0.51205
22	1943	7	1.04137	0.55258
23	1944	7	0.91864	0.46772
24	1945	8	0.99821	0.46592
25	1946	8	0.69242	0.09834
26	1947	8	1.14597	0.23459
27	1948	8	0.73572	-0.07233
28	1949	9	1.12931	0.04927
29	1950	9	0.86043	-0.10105
30	1951	12	1.07302	-0.03059
31	1952	11	1.02142	-0.00940
32	1953	11	0.96910	-0.04079
33	1954	14	0.97524	-0.06587
34	1955	13	1.13841	0.06376
35	1956	13	0.82571	-0.12775
36	1957	13	1.32955	0.15708
37	1958	13	0.78281	-0.08779
38	1959	13	0.98678	-0.10111
39	1960	12	1.12923	0.02042
40	1961	12	0.83251	-0.16290
41	1962	13	0.96963	-0.19374
42	1963	14	1.20397	-0.00812
43	1964	15	1.10011	0.08728
44	1965	17	0.97521	0.06218
45	1966	16	1.03119	0.09289
46	1967	14	0.99918	0.09206
47	1968	19	0.95506	0.04607
48	1969	18	1.00581	0.05186
49	1970	19	0.94692	-0.00269
50	1971	17	1.03502	0.03173
51	1972	19	0.85448	-0.12554
52	1973	19	0.95324	-0.17344
53	1974	18	0.96344	-0.21069
54	1975	18	0.92549	-0.28813
55	1976	23	0.78490	-0.53034
56	1977	37	0.97982	-0.55073
57	1978	37	1.06704	-0.48584
58	1979	37	1.05274	-0.43445
59	1980	37	1.03931	-0.39590
60	1981	39	0.99347	-0.40246
61	1982	34	0.88630	-0.52317
62	1983	32	0.64841	-0.95641
63	1984	29	1.08433	-0.87546
64	1985	37	1.05136	-0.82538
65	1986	36	0.98555	-0.83994
66	1987	40	0.96498	-0.87559
67	1988	51	1.01584	-0.85988
68	1989	40	0.98727	-0.87270



Valeur moyenne du vecteur: 0.99842
Point d'application virtuel du vecteur | latitude: N 9°12' | longitude: O 5°48'

LABORATOIRE D'HYDROLOGIE - MONTPELLIER
MVR - Méthode du Vecteur Régional

VECTEUR ANNUEL - CARACTERISTIQUES DES STATIONS Edition du 26/03/1991 à 20H44

Région: 00004 COTE D'IVOIRE MONTAGNE (OUEST)

Périodes: 1902/1990
Mois début de l'année hydrologique 01

n°	stations	nom de la station	altit.	latitude	longitude	période	n.obs.
1	1090003500	BANGOLO	274	N 07°02'00"	O 007°29'00"	1978/1989	6
2	1090003800	BIANKOUMA		N 07°44'00"	O 007°37'00"	1980/1989	6
3	1090003900	BLOLEQUIN	258	N 06°34'00"	O 008°00'00"	1984/1987	4
4	1090007900	DALOA AGRICOLE	281	N 06°53'00"	O 006°27'00"	1920/1989	58
5	1090008000	DALOA AERO	276	N 06°52'00"	O 006°28'00"	1967/1989	17
6	1090008200	DANANE	365	N 07°15'00"	O 008°09'00"	1947/1989	36
7	1090009700	DUEKOUE	245	N 06°45'00"	O 007°21'00"	1957/1988	27
8	1090009800	FAKOBLY	255	N 07°23'00"	O 007°23'00"	1978/1988	5
9	1090010500	GBONNE	420	N 07°32'00"	O 007°25'00"	1981/1988	4
10	1090010700	GADOUAN		N 06°40'00"	O 006°10'00"	1977/1989	12
11	1090011200	GUIGLO	217	N 06°32'00"	O 007°28'00"	1927/1989	57
12	1090012900	KOUIBLY	350	N 07°16'00"	O 007°14'00"	1981/1988	7
13	1090014200	MAN-AERO	340	N 07°24'00"	O 007°31'00"	1923/1989	66
14	1090016700	PELEZI		N 07°18'00"	O 006°49'00"	1980/1988	3
15	1090017500	SEGUELA	351	N 07°57'00"	O 006°40'00"	1923/1987	54
16	1090020400	TONKOUI	1190	N 07°27'00"	O 007°39'00"	1940/1949	8
17	1090020800	TOULEPLEU	270	N 06°34'00"	O 008°24'00"	1925/1989	58
18	1090021300	VROUHO		N 07°40'00"	O 006°33'00"	1980/1989	6
19	1090021400	VAVOUA	260	N 07°22'00"	O 006°28'00"	1953/1989	33
20	1090022200	ZOUENOULA	209	N 07°25'00"	O 006°03'00"	1972/1989	17
21	1090558000	KONGASSO		N 07°48'00"	O 006°04'00"	1977/1988	6
22	1090759000	SEMIEN		N 07°37'00"	O 007°07'00"	1977/1988	10
23	1090772000	SIPILOU		N 07°52'00"	O 008°06'00"	1977/1989	6
24	1090985000	ZEREGBO		N 07°03'00"	O 007°53'00"	1983/1989	6
25	1090994000	ZOUAN HOUNIEN	275	N 06°56'00"	O 008°13'00"	1978/1989	9
26	1090996000	ZOUROUGBEU		N 06°45'00"	O 006°53'00"	1977/1989	8

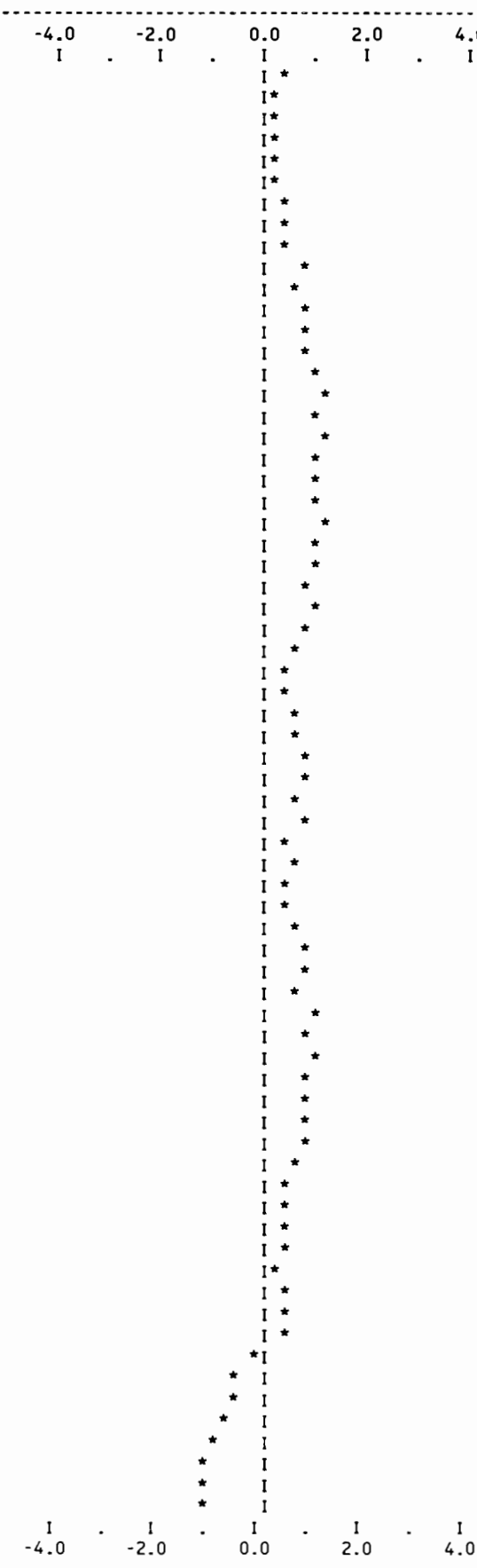
LABORATOIRE D'HYDROLOGIE - MONTPELLIER
MVR - Méthode du Vecteur Régional

VECTEUR REGIONAL - RESULTATS Edition du 26/03/1991 à 20H44

Région: 00004 COTE D'IVOIRE MONTAGNE (OUEST)

Périodes: 1902/1990
Mois début de l'année hydrologique 01

	Date	Nombre d' observations	Indices annuels	Diff. cumulées
1	1923	3	0.69365	0.10381
2	1924	3	1.11711	0.21454
3	1925	4	1.02062	0.23495
4	1926	3	0.89169	0.12030
5	1927	5	1.16800	0.27559
6	1928	5	1.21604	0.47119
7	1929	5	0.94517	0.41479
8	1930	5	1.05243	0.46588
9	1931	5	1.33117	0.75194
10	1932	4	0.90821	0.65565
11	1933	5	1.19885	0.83701
12	1934	4	0.93357	0.76827
13	1935	5	1.08629	0.85104
14	1936	5	1.18678	1.02228
15	1937	4	1.15606	1.16729
16	1938	5	0.84120	0.99436
17	1939	4	1.11404	1.10235
18	1940	6	0.90935	1.00732
19	1941	5	1.08595	1.08978
20	1942	5	0.93545	1.02304
21	1943	4	1.22429	1.22540
22	1944	5	0.87728	1.09446
23	1945	6	0.91191	1.00224
24	1946	5	0.83748	0.82488
25	1947	7	1.20145	1.00840
26	1948	7	0.82355	0.81427
27	1949	7	0.78046	0.56640
28	1950	6	0.77253	0.30830
29	1951	6	1.07687	0.38236
30	1952	6	1.18536	0.55240
31	1953	7	1.07390	0.62369
32	1954	7	1.09140	0.71115
33	1955	7	1.07375	0.78230
34	1956	7	0.82718	0.59257
35	1957	8	1.25257	0.81776
36	1958	8	0.66010	0.40238
37	1959	8	1.11917	0.51496
38	1960	8	0.95565	0.46960
39	1961	8	0.90289	0.36744
40	1962	8	1.14865	0.50602
41	1963	8	1.27724	0.75072
42	1964	7	0.99030	0.74097
43	1965	8	0.93520	0.67397
44	1966	6	1.34988	0.97398
45	1967	8	0.90051	0.86918
46	1968	8	1.03407	0.90267
47	1969	9	0.94409	0.84514
48	1970	9	0.88061	0.71800
49	1971	9	1.03219	0.74967
50	1972	10	0.98283	0.73235
51	1973	10	0.84727	0.56660
52	1974	9	0.86433	0.42080
53	1975	9	0.93411	0.35263
54	1976	8	1.08802	0.43698
55	1977	13	0.91064	0.34337
56	1978	14	0.86058	0.19322
57	1979	14	1.14385	0.32761
58	1980	14	1.14401	0.46214
59	1981	11	0.89047	0.34613
60	1982	7	0.62512	-0.12368
61	1983	10	0.58067	-0.66726
62	1984	10	0.96817	-0.69961
63	1985	16	0.96531	-0.73493
64	1986	16	0.72773	-1.05276
65	1987	22	0.92835	-1.12712
66	1988	23	0.94487	-1.18383
67	1989	16	0.95929	-1.22539



Valeur moyenne du vecteur: 0.98951
Point d'application virtuel du vecteur | latitude: N 7° 7'
longitude: O 7°14'

LABORATOIRE D'HYDROLOGIE - MONTPELLIER
MVR - Méthode du Vecteur Régional

VECTEUR ANNUEL - CARACTERISTIQUES DES STATIONS Edition du 26/03/1991 à 20H58

Région: 00005 COTE D'IVOIRE EQUATORIAL DE TRANSITION ATTENUE

Périodes: 1902/1990
Mois début de l'année hydrologique 01

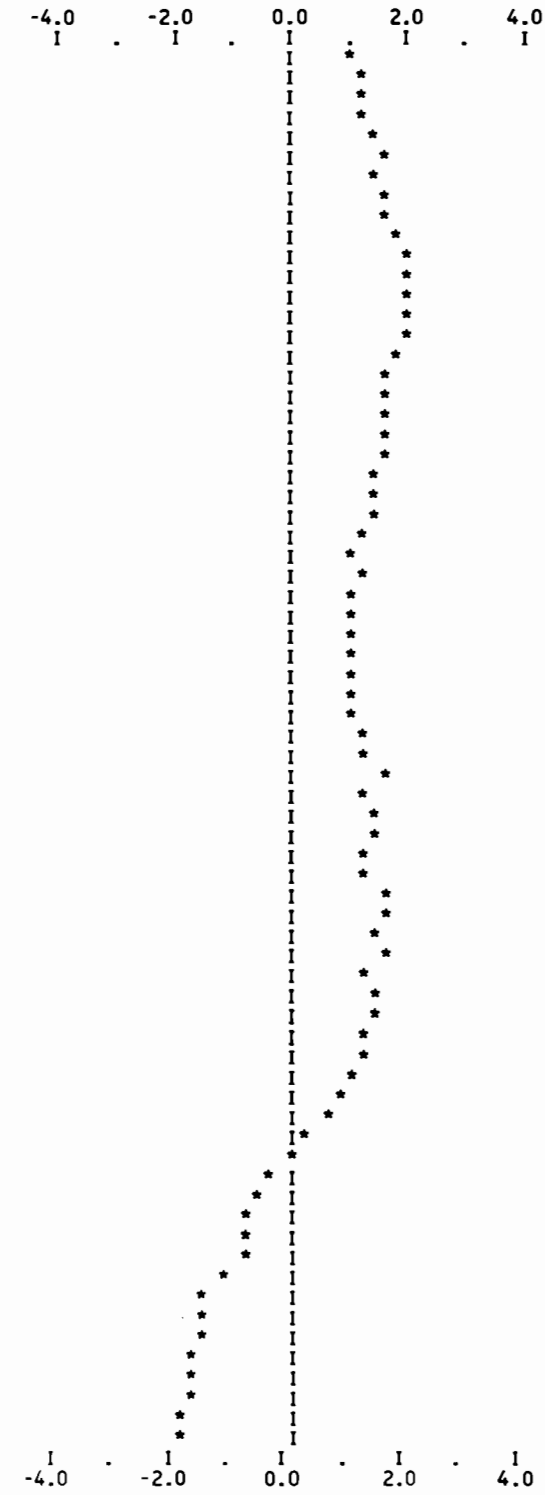
n°	stations	nom de la station	altit.	latitude	longitude	période	n.obs.
1	1090002500	AGNIBILEKRO	221	N 07°07'00"	O 003°12'00"	1945/1989	41
2	1090003700	BECUMI	223	N 07°40'00"	O 005°34'00"	1940/1989	46
3	1090004000	BOCANDA	116	N 07°04'00"	O 004°31'00"	1954/1989	34
4	1090004300	BOLI	189	N 07°14'00"	O 004°48'00"	1951/1989	18
5	1090004600	BONDOUKOU	371	N 08°03'00"	O 002°47'00"	1920/1990	50
6	1090004700	BOTRO		N 07°52'00"	O 005°18'00"	1977/1989	8
7	1090005200	BOUAFLE	187	N 06°59'00"	O 005°45'00"	1924/1989	65
8	1090005500	BOUAKE	369	N 07°41'00"	O 005°02'00"	1912/1965	42
9	1090005600	BOUAKE (AERO)	376	N 07°44'00"	O 005°04'00"	1966/1989	24
10	1090005700	BOUAKE IDESSA (IRAT)	369	N 07°40'32"	O 005°04'46"	1976/1980	5
11	1090006100	BOUNA	319	N 09°16'00"	O 002°59'00"	1921/1987	61
12	1090007300	DABAKALA	258	N 08°23'00"	O 004°26'00"	1923/1989	63
13	1090008500	DAOUKRO	230	N 07°03'00"	O 003°57'00"	1956/1989	27
14	1090008900	DIABO		N 07°47'00"	O 005°11'00"	1977/1988	7
15	1090009100	DIMBOKRO	92	N 06°39'00"	O 004°42'00"	1922/1990	69
16	1090009300	DINAOUDI		N 08°07'00"	O 003°14'00"	1979/1987	3
17	1090009400	DIVO	152	N 05°50'00"	O 005°22'00"	1947/1989	42
18	1090009600	DOROPO		N 09°49'00"	O 003°19'00"	1977/1989	8
19	1090009700	DUEKOUE	245	N 06°45'00"	O 007°21'00"	1957/1988	27
20	1090009800	FAKOBLY	255	N 07°23'00"	O 007°23'00"	1978/1988	5
21	1090010300	GAGNOA	205	N 06°08'00"	O 005°57'00"	1923/1990	65
22	1090010700	GADOUAN		N 06°40'00"	O 006°10'00"	1977/1989	12
23	1090011000	GROUMANIAN - FAMIENKRO	176	N 07°55'00"	O 004°00'00"	1977/1980	3
24	1090011800	KATIOLA	312	N 08°08'00"	O 005°06'00"	1949/1989	41
25	1090012800	KOUN FAO	193	N 07°29'00"	O 003°15'00"	1977/1989	11
26	1090013700	LAOUDI BA		N 08°18'00"	O 002°57'00"	1980/1988	5
27	1090013800	LOHO	283	N 08°41'00"	O 005°08'00"	1951/1954	4
28	1090015100	M'BAHIAKRO	181	N 07°27'00"	O 004°20'00"	1945/1989	39
29	1090016400	OURAGAHIO		N 06°19'00"	O 005°56'00"	1977/1989	7
30	1090016600	OUELLE	213	N 07°17'00"	O 004°00'00"	1956/1988	26
31	1090016900	OUME	207	N 06°22'00"	O 005°25'00"	1945/1989	43
32	1090017100	SANDEGUE	350	N 07°58'00"	O 003°33'00"	1971/1989	15
33	1090017300	SAKASSOU	209	N 07°28'00"	O 005°17'00"	1966/1989	19
34	1090017800	SINFRA	273	N 06°38'00"	O 005°55'00"	1966/1989	22
35	1090018100	SOUBRE	134	N 05°47'00"	O 006°36'00"	1940/1988	41
36	1090018200	SOUBRE - CEDAR - SATMACI		N 05°47'00"	O 006°36'00"	1978/1980	3
37	1090019000	TAI	123	N 05°52'00"	O 007°27'00"	1925/1989	32
38	1090019100	TANDA		N 07°47'00"	O 003°10'00"	1977/1989	12
39	1090019900	TIEBISSOU	190	N 07°09'00"	O 005°13'00"	1952/1989	28
40	1090021000	TOUMBOKRO - IRAT	100	N 06°57'00"	O 005°27'00"	1972/1982	10
41	1090021100	TOUMODI	120	N 06°35'00"	O 005°03'00"	1905/1988	19
42	1090021600	YAMOUSSOUKRO SAV	200	N 06°49'00"	O 005°15'00"	1969/1979	10
43	1090021700	YAMOUSSOUKRO VIL	208	N 06°49'00"	O 005°16'00"	1965/1988	20
44	1090021800	YAMOSSOUKRO AERO	196	N 06°54'00"	O 005°21'00"	1975/1989	15
45	1090021900	YAMOSSOUKRO TP		N 06°49'00"	O 005°16'00"	1967/1974	8
46	1090022200	ZOUENOULA	209	N 07°25'00"	O 006°03'00"	1972/1989	17
47	1090510000	ISSIA		N 06°29'00"	O 006°36'00"	1977/1989	12
48	1090560000	KOUNAIRI		N 07°47'00"	O 005°50'00"	1977/1988	6
49	1090659000	NAFANA	154	N 07°36'00"	O 003°44'00"	1987/1989	3
50	1090668000	NIEBE		N 05°24'00"	O 007°18'00"	1983/1989	4
51	1090714000	PETROUKRO		N 07°24'00"	O 005°35'00"	1978/1988	4
52	1090740000	RAVIART		N 07°24'00"	O 004°54'00"	1980/1989	4
53	1090749000	SAOUIA		N 06°29'00"	O 006°16'00"	1977/1989	10
54	1090751000	SARHALA		N 08°25'00"	O 006°10'00"	1980/1989	10
55	1090753000	SATAMA SOKORA	170	N 07°54'00"	O 004°22'00"	1976/1983	8

VECTEUR REGIONAL - RESULTATS Edition du 26/03/1991 à 2H58

Région: 00005 COTE D'IVOIRE EQUATORIAL DE TRANSITION ATTENUE

Périodes: 1902/1990
Mois début de l'année hydrologique 01

	Date	Nombre d' observations	Indices annuels	Diff. cumulées
1	1922	4	1.09870	1.11176
2	1923	6	1.01448	1.12613
3	1924	6	1.11040	1.23084
4	1925	8	1.17471	1.39186
5	1926	7	1.14349	1.52594
6	1927	6	0.90314	1.42405
7	1928	6	1.18115	1.59053
8	1929	4	1.10394	1.68942
9	1930	6	1.10064	1.78530
10	1931	5	1.22864	1.99120
11	1932	6	0.94505	1.93468
12	1933	6	1.07851	2.01026
13	1934	6	0.94634	1.95511
14	1935	6	0.96663	1.92116
15	1936	6	0.82611	1.73013
16	1937	6	0.93066	1.65826
17	1938	7	0.96666	1.62434
18	1939	7	1.01368	1.63793
19	1940	9	1.03528	1.67260
20	1941	9	0.84570	1.50500
21	1942	9	0.85024	1.34276
22	1943	9	0.97400	1.31641
23	1944	10	1.02385	1.33998
24	1945	13	0.93601	1.27384
25	1946	12	0.83191	1.08981
26	1947	13	1.08594	1.17225
27	1948	14	0.85674	1.01763
28	1949	15	1.07746	1.09223
29	1950	15	0.93751	1.02770
30	1951	15	1.02706	1.05439
31	1952	17	1.00233	1.05672
32	1953	17	0.94420	0.99930
33	1954	17	0.96567	0.96436
34	1955	17	1.30777	1.23268
35	1956	18	1.02455	1.25693
36	1957	20	1.37253	1.57358
37	1958	20	0.72981	1.25860
38	1959	19	1.12806	1.37910
39	1960	17	1.07276	1.44933
40	1961	20	0.78964	1.21314
41	1962	19	0.99840	1.21154
42	1963	20	1.38494	1.53719
43	1964	20	0.97762	1.51455
44	1965	21	0.91224	1.42269
45	1966	22	1.10250	1.52027
46	1967	25	0.70280	1.16758
47	1968	25	1.37509	1.48609
48	1969	24	0.84046	1.31228
49	1970	23	0.88219	1.18693
50	1971	23	0.97692	1.16358
51	1972	28	0.85322	1.00483
52	1973	27	0.78169	0.75852
53	1974	27	0.83141	0.57389
54	1975	29	0.75921	0.29841
55	1976	29	0.68826	-0.07519
56	1977	41	0.74787	-0.36572
57	1978	38	0.75008	-0.65330
58	1979	40	0.94166	-0.71342
59	1980	35	1.01240	-0.70110
60	1981	26	0.84008	-0.87537
61	1982	24	0.79836	-1.10057
62	1983	25	0.59960	-1.61207
63	1984	22	1.04822	-1.56498
64	1985	33	1.00629	-1.55871
65	1986	36	0.85082	-1.72027
66	1987	37	0.94278	-1.77919
67	1988	44	0.91256	-1.87070
68	1989	34	0.93684	-1.93596
69	1990	3	0.92840	-2.01025



Valeur moyenne du vecteur: 0.97007

Point d'application virtuel du vecteur | latitude: N 7°13'
longitude: O 4°59'

LABORATOIRE D'HYDROLOGIE - MONTPELLIER
MVR - Méthode du Vecteur Régional

VECTEUR ANNUEL - CARACTERISTIQUES DES STATIONS Edition du 28/03/1991 à 10H27

Région: 00006 COTE D'IVOIRE EQUATORIAL DE TRANSITION

Périodes: 1922/1990
Mois début de l'année hydrologique 01

n°	stations	nom de la station	altit.	latitude	longitude	période	n.obs.
1	1090000400	ABENGOUROU - IRCC	201	N 06°43'00"	O 003°29'00"	1920/1980	56
2	1090001000	ABOISSO	34	N 05°28'00"	O 003°12'00"	1922/1988	59
3	1090001900	ADZOPE	125	N 06°06'00"	O 003°51'00"	1945/1989	44
4	1090002200	AGBOVILLE	54	N 05°55'00"	O 004°13'00"	1924/1988	53
5	1090002500	AGNIBILEKRO	221	N 07°07'00"	O 003°12'00"	1945/1989	41
6	1090002800	ALEPE	33	N 05°30'00"	O 003°40'00"	1923/1988	29
7	1090002900	AYAME 1		N 05°36'00"	O 003°10'00"	1960/1988	14
8	1090003000	ARRAH		N 06°41'00"	O 003°58'00"	1977/1989	13
9	1090003100	AZAGUIE	80	N 05°38'00"	O 004°01'00"	1935/1987	47
10	1090003200	AZAGUIE IRFA		N 05°37'00"	O 004°02'00"	1978/1980	3
11	1090003600	BAKANDA		N 05°37'00"	O 004°53'00"	1977/1988	10
12	1090003900	BLOLEQUIN	258	N 06°34'00"	O 008°00'00"	1984/1987	4
13	1090004100	BIANOUAN	119	N 06°02'00"	O 003°12'00"	1977/1987	9
14	1090004900	BONGOUANOU	220	N 06°39'00"	O 004°12'00"	1948/1989	36
15	1090005200	BOUAFLE	187	N 06°59'00"	O 005°45'00"	1924/1989	65
16	1090006700	BRIMBO	50	N 06°02'00"	O 004°53'00"	1959/1975	17
17	1090006800	BUYO		N 06°16'00"	O 007°03'00"	1978/1988	6
18	1090007000	CECHI	112	N 06°16'00"	O 004°27'00"	1951/1988	30
19	1090007900	DALOA AGRICOLE	281	N 06°53'00"	O 006°27'00"	1920/1989	59
20	1090008000	DALOA AERO	276	N 06°52'00"	O 006°28'00"	1967/1989	17
21	1090008500	DAOUKRO	230	N 07°03'00"	O 003°57'00"	1956/1989	27
22	1090009100	DIMBOKRO	92	N 06°39'00"	O 004°42'00"	1922/1990	68
23	1090009400	DIVO	152	N 05°50'00"	O 005°22'00"	1947/1989	42
24	1090009700	DUEKOUE	245	N 06°45'00"	O 007°21'00"	1957/1988	27
25	1090010300	GAGNOA	205	N 06°08'00"	O 005°57'00"	1923/1990	64
26	1090010600	GRABO	78	N 04°55'00"	O 007°29'00"	1945/1988	23
27	1090010700	GADOUAN		N 06°40'00"	O 006°10'00"	1977/1989	12
28	1090011200	GUIGLO	217	N 06°32'00"	O 007°28'00"	1927/1989	57
29	1090011500	GUITRY	40	N 05°31'00"	O 005°14'00"	1964/1989	21
30	1090012300	KOSSI HOUAN		N 05°31'00"	O 004°15'00"	1978/1988	5
31	1090012400	KOTOBI	147	N 06°42'00"	O 004°08'00"	1964/1972	9
32	1090013000	LAKOTA	200	N 05°51'00"	O 005°40'00"	1945/1989	38
33	1090013300	LAME - IRHO	23	N 05°27'00"	O 003°51'00"	1924/1980	52
34	1090013500	LAMTO	105	N 06°13'00"	O 005°00'00"	1963/1980	17
35	1090013600	LA RASSO	45	N 05°59'00"	O 004°15'00"	1934/1953	15
36	1090015000	M'BATTO	120	N 06°27'00"	O 004°22'00"	1978/1989	11
37	1090015400	N'DOUCI	50	N 05°52'00"	O 004°46'00"	1963/1989	21
38	1090016400	OURAGAHIO		N 06°19'00"	O 005°56'00"	1977/1989	7
39	1090016900	OUME	207	N 06°22'00"	O 005°25'00"	1945/1989	43
40	1090017800	SINFRA	273	N 06°38'00"	O 005°55'00"	1966/1989	22
41	1090018100	SOUBRE	134	N 05°47'00"	O 006°36'00"	1940/1988	41
42	1090018200	SOUBRE - CEDAR - SATMACI		N 05°47'00"	O 006°36'00"	1978/1980	3
43	1090019000	TAI	123	N 05°52'00"	O 007°27'00"	1925/1989	32
44	1090019600	TIASSALE	20	N 05°53'00"	O 004°50'00"	1922/1989	55
45	1090021000	TOUMBOKRO - IRAT	100	N 06°57'00"	O 005°27'00"	1972/1982	10
46	1090021100	TOUMODI	120	N 06°35'00"	O 005°03'00"	1905/1988	19
47	1090021500	YAKASSE - ATTOBROU		N 06°11'00"	O 003°39'00"	1976/1989	13
48	1090021600	YAMOUSSOUKRO SAVANE	200	N 06°49'00"	O 005°15'00"	1969/1979	10
49	1090021700	YAMOUSSOUKRO VILLE	208	N 06°49'00"	O 005°16'00"	1965/1988	20
50	1090021800	YAMOSSOUKRO AERO	196	N 06°54'00"	O 005°21'00"	1975/1989	15
51	1090021900	YAMOSSOUKRO TP		N 06°49'00"	O 005°16'00"	1967/1974	8
52	1090022000	YAPOKOI		N 05°47'00"	O 003°39'00"	1977/1989	11
53	1090022100	ZAGNE	225	N 06°16'00"	O 007°29'00"	1975/1980	6
54	1090118000	AGOU		N 05°57'00"	O 003°58'00"	1986/1989	4
55	1090130000	AKOUPE		N 06°23'00"	O 003°53'00"	1980/1989	7
56	1090159000	ASSIKA-KAYABO		N 06°52'00"	O 004°24'00"	1985/1988	4
57	1090346000	DJAKOTEBI		N 05°09'00"	O 006°49'00"	1980/1988	5
58	1090435000	GBABAN		N 05°27'00"	O 005°35'00"	1979/1988	5
59	1090481000	GUEYO		N 05°42'00"	O 006°04'00"	1977/1988	7
60	1090498000	HIRE WATTA		N 06°14'00"	O 005°17'00"	1977/1989	8
61	1090510000	ISSIA		N 06°29'00"	O 006°36'00"	1977/1989	12
62	1090635100	MONTEZO		N 05°30'00"	O 004°47'03"	1980/1989	6
63	1090666000	NIAPIDOU	86	N 05°20'00"	O 006°03'00"	1980/1988	5
64	1090668000	NIEBE		N 05°24'00"	O 007°18'00"	1983/1989	4
65	1090749000	SAOUIA		N 06°29'00"	O 006°16'00"	1977/1989	10
66	1090770000	SIKENSI		N 05°40'00"	O 004°34'00"	1977/1989	10
67	1090833000	TEREAGUI		N 05°25'00"	O 006°28'00"	1980/1989	4
68	1090983000	ZARANOU		N 06°26'00"	O 003°23'00"	1977/1988	7
69	1090994000	ZOUAN HOUNIEN	275	N 06°56'00"	O 008°13'00"	1978/1989	9

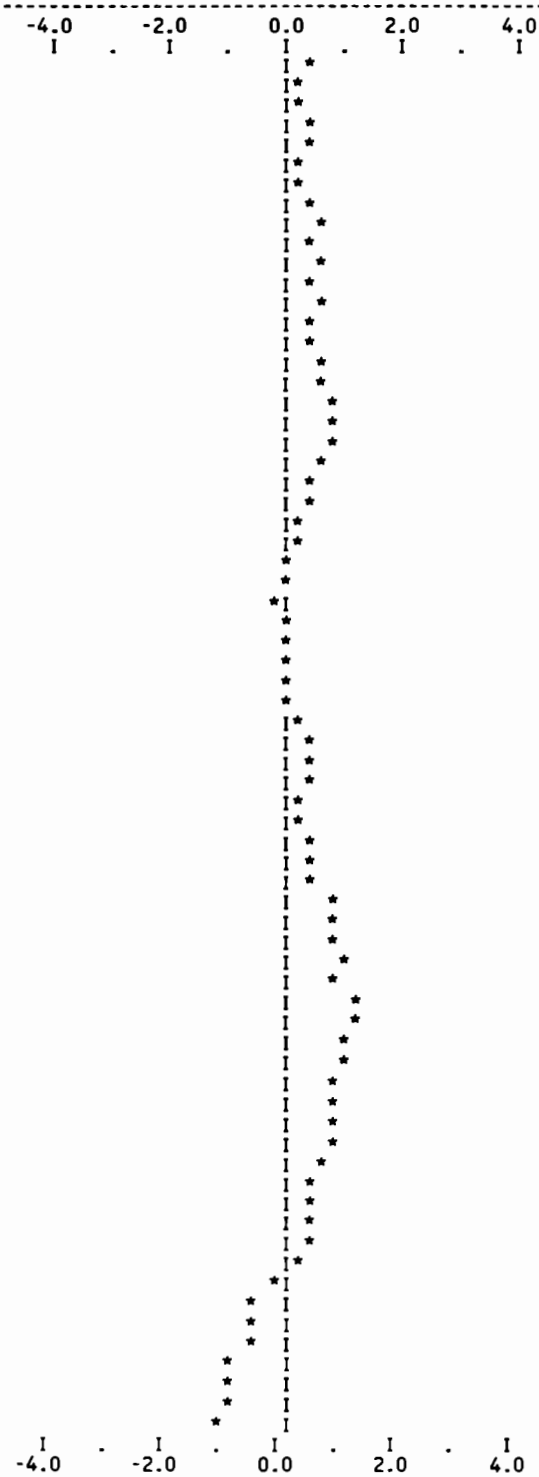
LABORATOIRE D'HYDROLOGIE - MONTPELLIER
MVR - Méthode du Vecteur Régional

VECTEUR REGIONAL - RESULTATS Edition du 28/03/1991 à 10H27

Région: 00006 COTE D'IVOIRE EQUATORIAL DE TRANSITION

Périodes: 1922/1990
Mois début de l'année hydrologique 01

	Date	Nombre d' observations	Indices annuels	Diff. cumulées
1	1922	5	0.87609	0.24288
2	1923	6	1.03502	0.27730
3	1924	8	1.07508	0.34969
4	1925	8	0.98958	0.33921
5	1926	8	0.93797	0.27517
6	1927	7	0.98402	0.25905
7	1928	7	1.19180	0.43451
8	1929	6	1.15685	0.58020
9	1930	10	0.81956	0.38121
10	1931	10	1.29946	0.64315
11	1932	9	0.78202	0.39728
12	1933	10	1.14811	0.53538
13	1934	11	0.93348	0.46655
14	1935	11	1.03244	0.49847
15	1936	11	1.12775	0.61869
16	1937	11	0.89009	0.50225
17	1938	12	1.23109	0.71014
18	1939	11	1.06974	0.77755
19	1940	11	0.92990	0.70487
20	1941	12	0.94741	0.65084
21	1942	12	0.84651	0.48420
22	1943	13	0.95159	0.43458
23	1944	14	0.83970	0.25987
24	1945	19	0.97404	0.23356
25	1946	16	0.84348	0.06333
26	1947	19	0.97887	0.04197
27	1948	19	0.85100	-0.11937
28	1949	19	1.16332	0.03190
29	1950	19	0.95845	-0.01055
30	1951	18	1.04119	0.02981
31	1952	22	1.02794	0.05737
32	1953	19	0.94864	0.00463
33	1954	18	1.17097	0.16246
34	1955	18	1.30042	0.42514
35	1956	21	1.00030	0.42544
36	1957	23	0.97186	0.39689
37	1958	22	0.80407	0.17882
38	1959	22	1.10339	0.27720
39	1960	23	1.10294	0.37517
40	1961	24	0.98861	0.36371
41	1962	24	1.13307	0.48864
42	1963	26	1.41829	0.83808
43	1964	26	1.00991	0.84794
44	1965	28	0.92487	0.76983
45	1966	28	1.19804	0.95051
46	1967	29	0.86489	0.80536
47	1968	29	1.41309	1.15113
48	1969	33	0.95176	1.10168
49	1970	32	0.91089	1.00834
50	1971	31	0.91660	0.92125
51	1972	33	0.96001	0.88044
52	1973	33	0.94551	0.82440
53	1974	34	0.99975	0.82414
54	1975	37	0.90336	0.72251
55	1976	35	0.90284	0.62029
56	1977	46	0.85543	0.46413
57	1978	47	0.90679	0.36628
58	1979	48	1.04169	0.40711
59	1980	52	0.95446	0.36049
60	1981	29	0.78007	0.11211
61	1982	26	0.80861	-0.10033
62	1983	28	0.62256	-0.57425
63	1984	30	0.94325	-0.63267
64	1985	40	0.96356	-0.66980
65	1986	39	0.70745	-1.01589
66	1987	48	0.97772	-1.03843
67	1988	53	0.94645	-1.09347
68	1989	35	0.94399	-1.15112



Valeur moyenne du vecteur: 0.98867

Point d'application virtuel du vecteur | latitude: N 6°13'
longitude: O 5° 5'

Annexe I

LISTE DES STATIONS HYDROMETRIQUES EN SERVICE EN 1990

N°STATION	COURS D'EAU	NOM RIVIERE	NOM BASSIN	ANNEE DEBUT	LATIT. (N)	LONGIT. (W)	ALTIT. (m)	SUPERF. (Km^2)	LG.
9012506	N'ZI	DIMBOKRO	BANDAMA	1955	06 38 09	04 42 36		24100	O
9012509	N'ZI	FETEKRO	BANDAMA	1959	07 48 38	04 41 15	155	10000	
9012512	N'ZI	M'BAHIAKRO	BANDAMA	1954	07 26 45	04 21 20		15700	
9012515	N'ZI	ZIENOA	BANDAMA	1953	05 59 47	04 48 45	29	35000	
9012712	SOLOMOUGOU	ZIEBATOGO	BANDAMA	1975	09 09 20	05 33 35		1510	O
9012903	YORELORO	KATEGUE	BANDAMA	1974	09 33 25	05 52 40		338	O
9012904	YORELORO	KATEGUE amont	BANDAMA	1982				338	
9013003	BERE	BEREDRAMANE	BANDAMA	1975	08 07 35	06 00 00		1770	
9013203	FON	MANKONO	BANDAMA	1972	08 04 55	06 13 20		110	O
9013401	BAYA	ANGOAKRO	BANDAMA	1983				2591	
9013503	KAN	DIMBOKRO	BANDAMA	1969			64	6200	
9013606	KAN	ZANOAFLA	BANDAMA	1978	07 08 00	05 50 00		182	
9014502	M'BE	AKAKOUDRIKRO	BANDAMA	1983				2875	
9014508	M'BE	SATAMA-SOKOURA	BANDAMA	1983				1789	
9014905	SOUNGOUROU	RTE M'BAHIAKRO	BANDAMA	1983				837	*
9015002	YANI	MADJI	BANDAMA	1974	08 44 35	06 51 20		1013	O
9015003	YANI	SEGUELA	BANDAMA	1959	08 01 20	06 39 15	385	3000	
9015004	YANI	KOUROUKORO	BANDAMA	1981				7626	
9015803	ZOUMON	MORONDO	BANDAMA	1975	08 58 35	06 46 40		191	O
9040101	COMOE	ABRADINOU	COMOE	1982				74350	
9040103	COMOE	AKACOMOEKRO	COMOE	1956	07 26 57	03 30 45	137	56630	
9040106	COMOE	ALEPE	COMOE	1949	05 30 00	03 39 04	33	76600	
9040107	COMOE	ANIASSUE PRISE D'EAU	COMOE	1983				69100	O
9040108	COMOE	GANSE	COMOE	1976			190	43700	O
9040109	COMOE	ANIASSUE	COMOE	1953	06 38 42	03 41 12	120	69100	
9040110	COMOE	KAFOLO	COMOE	1972			214	21200	
9040112	COMOE	M'BASSO	COMOE	1955	06 07 30	03 28 48		70980	
9040121	COMOE	SEREBOU	COMOE	1954	07 56 18	03 56 31	160	49000	
9041305	BA	N'DAKRO	COMOE	1983				6222	
9041506	DIORE	KARAKRO	COMOE	1983				4861	
9042406	IRINGOU	TEHINI	COMOE	1979				2155	O
9042506	KOLONKOKO	NASSIAN	COMOE	1977				1157	O
9042703	MANZAN	BOKAKOKORE	COMOE	1983				1670	
9043701	BAYAKOKORE	YEBOUAKRO	COMOE	1980				2746	
9043704	BAYAKOKORE	BOUROUKRO	COMOE	1983				1384	
9044504	NENGUERE	ESSIKRO	COMOE	1983				1257	
9046509	BIMBE	YAOBO	COMOE	1983				118	

N°STATION	COUR D'EAU	NOM RIVIERE	NOM BASSIN	ANNEE DEBUT	LATIT. (N)	LONGIT. (W)	ALTIT. (m)	SUPERF. (Km^2)	LG
9154003	KOUROUKELE	IRADOUGOU	SANKAR-NIGER	1962	09 42 25	07 48 10	398	1990	
9154006	KOUROUKELE	SIRANA D'ODIENNE	SANKAR.-NIGER	1962	09 25 25	07 50 45	417	1287	
9155010	GBANHALA	GBELEBAN	SANKAR.-NIGER	1987					
9161203	BAGOE	GUINGUERINI	BANI-NIGER	1955	09 32 00	06 36 00	357	1042	O
9161206	BAGOE	KOUTO aval	BANI-NIGER	1960	09 53 41	06 24 53		4740	
9161207	BAGOE	KOUTO amont	BANI-NIGER	1973				4740	O
9161208	BAGOE	PAPARA	BANI-NIGER	1976	10 36 45	06 13 15		8950	
9161211	BAGOE	KOUTO pont	BANI-NIGER	1984				4740	
9161406	BAOULE	DJIRILA	BANI-NIGER	1962	10 07 10	07 36 05	354	3970	
9161409	BAOULE	SAMATIGUILA	BANI-NIGER	1962	09 49 08	07 33 16	364	1813	O
9163503	BANIFING	ZIEMOUGOULA	BANI-NIGER	1962	09 55 20	07 25 55		990	
9164003	DEGOU	DIOLALA	BANI-NIGER	1975	10 12 15	7 20 05		450	
9164006	DEGOU	MANANKORO	BANI-NIGER	1975	10 26 50	07 27 15		1550	O
9164506	DOUNI	POINT 398	BANI-NIGER	1965	09 30 15	07 35 50	397	120	O
9164803	KANKELABA	DEBETE	BANI-NIGER	1975	10 39 20	06 37 50		5550	
9165502	NIANGBOUE	N'DARA	BANI-NIGER	1975	09 27 05	06 23 50		453	
9165503	NIANGBOUE	PONONDOUGOU	BANI-NIGER	1955	09 31 20	06 21 35		706	O
9166206	DOUNDIAN	WAHIRE	BANI-NIGER	1976	10 05 30	06 53 55		650	
9167006	KOBANI	NIMBRINI	BANI-NIGER	1976	09 56 40	06 35 00		342	O
9168006	OUAIREBA	WAHIRE	BANI-NIGER	1976	10 06 50	06 53 55		835	
9169512	BAGOE	KOUTO hydro-niger	BANI-NIGER	1984				4740	
9250103	SASSANDRA	GAOULOU pont	SASSANDRA	1954	05 02 50	06 09 01	10	70550	
9250104	SASSANDRA	DABALA	SASSANDRA	1975				16600	
9250109	SASSANDRA	SEMIEN	SASSANDRA	1954	07 42 30	07 04 01		29300	
9250110	SASSANDRA	BADALA	SASSANDRA	1987					
9250112	SASSANDRA	SOROTONA	SASSANDRA	1961	08 04 47	07 06 27	274	18500	
9250115	SASSANDRA	SOUBRE	SASSANDRA	1954	05 47 00	06 36 47	105	57670	O
9250116	BAGBE	N'GOLODOUGOU	SASSANDRA	1975				5230	
9250117	SASSANDRA	PIEBLI	SASSANDRA	1981				32619	O
9251203	BAO	DAGBEOUROUA	SASSANDRA	1983				566	
9251303	BAFING	BADALA	SASSANDRA	1961	07 50 03	07 40 00	410	5930	
9251404	DEBO	GUIDABOUO	SASSANDRA	1983				495	
9251503	DAVO	DAKPADOU	SASSANDRA	1969	05 02 23	06 00 44	72	6625	
9251505	DAVO	RTE GAGNOA-ISSIA	SASSANDRA	1969	06 10 29	06 06 00	186	2670	
9251602	BOA	NIAMOTOU	SASSANDRA	1976				2640	O
9251603	BOA	VIALADOUGOU	SASSANDRA	1970	08 32 36	07 13 20	297	5825	

N°STATION	COURS D'EAU	NOM RIVIERE	NOM BASSIN	ANNEE DEBUT	LATIT. (N)	LONGIT. (W)	ALTIT. (m)	SUPERF. (Km^2)	LG.
9251604	BOA	LAMODOU	SASSANDRA	1987					
9251806	GBEN	WANINOU	SASSANDRA	1976				133	O
9251903	LOBO	NIBEHIBE	SASSANDRA	1961	06 48 01	06 42 00	179	7280	O
9251904	LOBO	LOBOVILLE	SASSANDRA	1984					
9252205	NZO	KAHIN	SASSANDRA	1980	06 54 33	07 37 37		4310	O
9252215	NZO	ZOBA	SASSANDRA	1983				1053	
9253502	GUERI	DIABOUO	SASSANDRA	1983				1260	
9253503	GUERI	GAGNOA	SASSANDRA	1979	06 07 36	05 56 18	181	700	
9254002	KO	LOGOUALE	SASSANDRA	1970	07 05 40	07 32 32	236	1545	
9254003	KO	MAN	SASSANDRA	1957	07 23 51	07 33 22	332	153	
9254802	TIEMBA	DIOULATIEDOUGOU	SASSANDRA	1975				2790	
9254804	TIEMBA	LILLE	SASSANDRA	1975	09 13 30	07 23 00	360	540	O
9255003	SIEN	KANHASSO	SASSANDRA	1975	09 18 00	07 35 30		168	O
9255006	SIEN	NAFANA-SIENSO	SASSANDRA	1975				610	
9255009	SIEN	MASSADOUGOU	SASSANDRA	1975	09 06 30	07 23 00		1320	
9257003	DROU	DENT DE MAN	SASSANDRA	1954				62	O
9270112	VOLTA-NOIRE	VONKORO	VOLTA-NOIRE	1976				111500	
9270120	VOLTA-NOIRE	TAGADI	VOLTA-NOIRE	1987					
9271010	KOHODIO	TAGADI	VOLTA-NOIRE	1987					
9272005	GBANLOU	KOPINGUE	VOLTA-NOIRE	1983				464	
9272206	KOULDA	POUON	VOLTA-NOIRE	1983				1140	
9351009	AGNEBY	AGBOVILLE	AGNEBY	1955	05 56 11	04 13 35	34	4600	
9351010	AGNEBY	AGBOVILLE BARRAGE	AGNEBY	1983				4600	O
9351035	AGNEBY	OFFOLIGUIE	AGNEBY	1983				4760	
9353503	KAVI	M'BESSE	AGNEBY	1959	05 50 19	04 17 46	30	1050	
9353703	LOKOBOUE	AKOUPE	AGNEBY	1976				30	O
9354003	MANSO	GUESSIGUIE	AGNEBY	1979	05 02 00	04 02 58		93	O
9432003	BANCO	ECOLE FORESTIERE	BANCO	1976				25	O
9450107	BIA	PONT DE BIANOUAN	BIA	1962	06 01 12	03 11 37	94	6770	
9450108	BIA	BIANOUAN aval	BIA	1962				6800	
9481501	BOUBO	BABOKON	BOUBO	1982				3411	
9550102	CAVALLY	FETE	CAVALLY	1970				26600	
9550103	CAVALLY	FLAMPLEU	CAVALLY	1955	07 17 00	08 03 30	326	2470	
9550105	CAVALLY	ITY	CAVALLY	1980				3923	
9550106	CAVALLY	TAI	CAVALLY	1955			149	13750	O

Annexe J

LISTE DES BASSINS VERSANTS REPRESENTATIFS ET/OU EXPERIMENTAUX

Les bassins représentatifs et/ou expérimentaux sont classés par ordre chronologique des études, avec :

- le nom de l'ensemble de bassins,
- l'organisme exploitant,
- les périodes d'exploitation,
- les mesures complémentaires autres qu'hydropluviométriques,
- le nom du bassin et des sous-bassins, leur superficie et les coordonnées de leur exutoire.

IFOU
ORSTOM
1955-1958
Climatologie, infiltration.

KOUASSI DIOTEKRO	37.80 km2	07°08'16" N - 03°57'17" W
ANOMABO	150.00 -	07°05'32" N - 03°56'15" W

TOUMODI
ORSTOM
1957-1958

TOUMODI	22.50 km2	06°34'34" N - 05°00'52" W

FLAKOHO
ORSTOM
1957-1959
Climatologie.

STATION CENTRALE	30.20 km2	09°44'00" N - 05°07'24" W
WOROSSANTIAKAHA	12.00 -	09°42'53" N - 05°05'57" W
NAMBONKAHA	47.60 -	09°44'37" N - 05°09'30" W

NION
ORSTOM
1957-1959
Climatologie, infiltration.

STATION 1	75.00 km2	07°22'51" N - 07°32'23" W
STATION 2	12.50 -	07°24'44" N - 07°31'28" W

TONKOUI
ORSTOM
1958-1959
Infiltration.

LOUE	18.40 km2	07°23'46" N - 07°36'25" W
GBOA	12.30 -	07°25'39" N - 07°35'40" W

GUISSEGUE
ORSTOM
1959-1961, 1961-1962
Climatologie, infiltration.

GUISSEGUE 1 MANSO	88.20 km2	05°42'40" N - 04°13'38" W
GUISSEGUE 2 BAFO	26.70 -	05°43'51" N - 04°13'58" W
SITOU	27.80 -	05°47'22" N - 04°13'25" W

BOUAKE
ORSTOM
1959-1962
Climatologie.

BOUAKE	24.50 km2	07°38'32" N - 05°02'24" W

PONONDOUGOU
ORSTOM
1960-1962

LODALA	52.10 km2	09°31'24" N - 06°19'15" W
FALADOUA	10.30 -	09°30'57" N - 06°17'44" W

AGNEBY
ORSTOM
1961-1962

AGNEBY	11.00 km2	05°25'27" N - 04°14'11" W

VARALE
ORSTOM
1961-1963
Climatologie.

BOITAO	55.60 km2	09°40'20" N - 03°16'32" W
GUIDERE-KOLOGO	10.30 -	09°40'06" N - 03°16'57" W

LOSERIGUE
ORSTOM
1961-1963

DIELIKAHA	57.60 km2	09°21'10" N - 05°34'40" W
NATIOKAHA	10.40 -	09°22'04" N - 05°35'41" W

DOUNI
ORSTOM
1962-1964

GBAHALAN	204.40 km2	09°34'27" N - 07°36'07" W
S3 POINT 398	120.00 -	09°30'07" N - 07°36'00" W
BASSEKODOUGOU	27.70 -	09°26'48" N - 07°34'35" W
ZIEVASSO	4.60 -	09°24'42" N - 07°35'37" W

KORHOGO
ORSTOM
1962-1968, 1968-1970, 1983
Climatologie, érosion, humidité du sol, infiltration, eau souterraine.

KORHOGO	3.63 km2	09°25'12" N - 05°39'11" W

AMITIORO
ORSTOM
1963-1968
Climatologie, érosion.

STATION 1	170.00 km2	05°52'19" N - 04°51'45" W
STATION 2	2.75 -	05°54'47" N - 04°54'58" W
RAVINEAU	0.02 -	05°55'07" N - 04°54'45" W

SAKASSOU
ORSTOM
1972-1977
Climatologie, érosion, infiltration.

STATION AVAL	26.62 km2	06°33'40" N - 04°47'42" W
BV EST	0.55 -	06°33'37" N - 04°49'19" W
BV OUEST	0.63 -	06°33'38" N - 04°50'00" W

FORET DE TAI
ORSTOM
1978-1981
Climatologie, érosion, humidité du sol, infiltration.

STATION 1 (BV 1)	37.80 km2		05°50'14" N - 07°20'40" W
STATION 2 (BV 2)	1.17	-	05°52'40" N - 07°19'50" W
STATION 3 (BV 3)	1.44	-	05°52'10" N - 07°20'08" W

BOORO-BOROTOU
ORSTOM
1984-1988
Climatologie, humidité du sol, infiltration, eau souterraine.

BOORO PRINCIPAL	1.36 km2		08°28'53" N - 07°34'43" W
BOORO AMONT	0.45	-	08°28'35" N - 07°35'07" W
TOURESSO	111.00	-	08°30'19" N - 07°32'28" W

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