

CHAPITRE 15 PLANS DE DEVELOPPEMENT DES RESSOURCES EN EAU

15.1 Nécessité et objectifs des plans de développement des ressources en eau

Il est essentiel d'inclure l'étude des plans de développement sur la gestion des ressources en eau afin d'améliorer les conditions actuelles d'utilisation de l'eau, d'augmenter les quantités d'eau utiles et de parvenir à une utilisation stable et durable de l'eau. Nous devons, toutefois, reconnaître que malgré l'amélioration future des conditions actuelles d'utilisation de l'eau grâce à une meilleure gestion, les quantités d'eau ne pourront être augmentées sans développement et investissements.

Les objectifs des plans de développement intégré pour la gestion des ressources en eau sont destinés à résoudre les problèmes étudiés au Chapitre 14.2.

Les mesures pour les problèmes de l'équilibre entre l'offre et la demande en eau ainsi que les projets de développement proposés sont présentés dans le Tableau 15.1-1.

Les projets prioritaires sont définis comme les projets qui devraient être exécutés d'ici l'an 2015.

Tableau 15.1-1 (1) Mesures pour les problèmes et projets proposés

(1/2)

Bassin	N°	Problèmes	Mesures et projets proposés
Bassin versant de Comoé	①	Approvisionnement en eau urbaine pour Abidjan	<ul style="list-style-type: none"> Mesure à court terme -1): Développement intégré du fleuve Agnéby: $Q = 120.000 \text{ m}^3/\text{jour}$ Mesure à court terme -2): Développement de lac à l'embouchure du fleuve dans la lagune (en cours d'étude par MII): $Q = \text{env. } 120.000 \text{ m}^3/\text{jour}$ Mesure à court terme -3): Développement des eaux souterraines (Limite supérieure : $380.000 \text{ m}^3/\text{j}$) Mesure à long terme : Développement intégré du fleuve Comoé: $Q = 110 \text{ m}^3/\text{s}$ (environ 9,5 millions de m^3/jour)
	②	Approvisionnement en eau urbaine des localités en amont du fleuve Comoé	<ul style="list-style-type: none"> Il est nécessaire d'étudier le développement des eaux souterraines et celui des réservoirs dans chaque localité.
	③	Approvisionnement en eau rurale	<ul style="list-style-type: none"> Continuer le développement des eaux souterraines pour l'approvisionnement en eau des zones non-développées.
	④	Amélioration du bas niveau d'utilisation de l'eau du fleuve Comoé	<ul style="list-style-type: none"> Développement intégré du fleuve Comoé : $Q = 110 \text{ m}^3/\text{s}$ (100% d'utilisation de l'eau) Rendement énergétique maximum = $224,5 \text{ MW}$ // Production énergétique annuelle : 815 GWH (61 % de la production présente)
	⑤	Insuffisance de l'approvisionnement en eau dans la zone littorale	<ul style="list-style-type: none"> Le problème peut être résolu par le développement intégré du fleuve Comoé (possibilité de deux récoltes dans l'année).
	⑥	Utilisation de l'eau contrôlée par Ayamé-1	<ul style="list-style-type: none"> Développement hydro-électrique d'Aboiso (en aval d'Ayamé-2) : $P = 6.400 \text{ KW}$
	⑦	Inondations de la ville d'Agboville	<ul style="list-style-type: none"> Développement intégré du fleuve Agnéby : Coupe de crête des inondations = $330 \rightarrow 100 \text{ m}^3/\text{s}$

Tableau 15.1-1(2) Mesures pour les problèmes et projets proposés

(2/2)

Bassin	N°	Problèmes	Mesures et projets proposés
Bassin versant de BANDAMA	①	Approvisionnement en eau urbaine pour Kohrogo/ Yamoussoukro	<ul style="list-style-type: none"> Elaborer un règlement d'exploitation du réservoir pour les barrages et réservoirs existants.
	②	Approvisionnement en eau urbaine des localités en amont du fleuve Bandama	<ul style="list-style-type: none"> Développement intégré du fleuve Marhoué : possibilité de fournir un approvisionnement stable en eau urbaine pour Bouaffé et les localités. Développement rural intégré dans la vallée moyenne du fleuve N'Zi comme mentionné ci-dessous: développement polyvalent de l'agriculture. Continuer le développement des eaux souterraines pour l'approvisionnement en eau des zones non-développées.
	③	Approvisionnement en eau rurale	<ul style="list-style-type: none"> Développement rural intégré de la vallée moyenne du fleuve N'Zi (M'Bahiakro/Bocanda et construction de 13 barrages)
	④	Grande insuffisance en eau agricole	<ul style="list-style-type: none"> Développement intégré du fleuve Marhoué : augmentation de l'entrée d'eau dans le barrage de Kossou $Q = 34 \text{ m}^3/\text{s}$ (augmentation de 40%) Production hydro-électrique augmentée : 99 GWH (augmentation de %) Installations du réservoir pour l'approvisionnement en eau de la ville de Man.
	⑤	Insuffisance d'entrée dans le barrage de Kossou	<ul style="list-style-type: none"> Il est recommandé de procéder à l'étude du bilan hydrologique et des ressources en eau détaillées pour chaque localités. Continuer le développement des eaux souterraines pour l'approvisionnement en eau des zones non-développées.
Bassin versant de SASSANDRA	①	Approvisionnement en eau urbaine de la ville de Man	<ul style="list-style-type: none"> Développement intégré du fleuve Dounou : $Q = 0,70 \text{ m}^3/\text{s}$ (700 ha)// Petite production hydro-électrique : $P = 34 \text{ KW}$ (0,3 GWH) Promouvoir les produits agricoles ayant une faible consommation d'eau pendant la saison sèche.
	②	Approvisionnement en eau urbaine des localités en amont du fleuve Sassandra	<ul style="list-style-type: none"> Soubre Développement hydro-électrique (en aval du barrage de Buyo): $P = 27.000 \text{ KW}$ (218 GWH) Louga Développement hydro-électrique (en aval du barrage de Soubre): $P = 30.000 \text{ KW}$ (239 GWH)
	③	Approvisionnement en eau rurale	
	④	Insuffisance en eau agricole pendant la saison sèche et promotion de l'électrification	
	⑤	Usage efficace des eaux contrôlées de Buyo	

15.2 Plans de développement des ressources en eau

15.2.1 Développement intégré des eaux de surface des fleuves (avec barrages polyvalents)

Les projets de développement intégré des eaux de surface des fleuves avec barrages polyvalents sont présentés dans le Tableau 15.2-1.

Tableau 15.2-1 Projets prioritaires pour le développement intégré des eaux de surface des fleuves (avec barrages polyvalents)

(1/2)

Nom du projet Objectifs/Production du projet	Contenu du projet
<p>① PROJET DE DEVELOPPEMENT INTEGRE DU FLEUVE MARAHOUE (Plan de récupération du stockage dans le réservoir de Kossou)</p> <p>Objectif: Hydro-électricité, irrigation, développement de la pêche, maintien des fonctions normales du fleuve (préservation de l'environnement : E.C.)</p> <p>Production du projet:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hydro-électricité: <ul style="list-style-type: none"> Augmentation de la production de la centrale de Kossou = 84 GWH Petite hydro-électricité: $P_{max} = 1,7$ MW/Production énergétique = 15 GWH Production énergétique totale annuelle = 99 GWH • Approvisionnement en eau urbaine pour la ville de Bouaflé : 23.000 m³/jour • Irrigation des rizières (continue et constante) : 4,9 m³/s (4.900 ha) • Débit de maintien du fleuve (continu et constant) : 1,8 m³/s 	<p>Superficie réceptrice = 18.000 km² Réservoir (H x L) : 25 m x 3.700 m Réservoir: Zone de surface = km² Capacité totale = 1.500 MCM Capacité effective = 1.100 MCM Réservoir HWL = 195 m/LWL = 188 mm Débit de dévelop. disponible = 41 m³/s Eau de dérivation vers le barrage de Kossou = 34 m³/s Débit dans le fleuve Marahoué = 7 m³/s Coûts de construction 51.300 M FCFA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hydro-électricité : 42.500 M FCFA (83 %) • Coût unitaire de l'énergie : 429 FCFA/KWH • Irrigation/fleuve : 8.800 M FCFA (17%) <p>Procédé du projet</p> <ul style="list-style-type: none"> • Etude de développement (F/S): 1,5- 2 ans • Conception détaillée (D/D): 1 - 1,5 ans • Construction: 4 - 5 ans
<p>② PROJET DE DEVELOPPEMENT INTEGRE DU FLEUVE COMOIE (Barrage polyvalent NDIELISSO sur le fleuve Comoé)</p> <p>Objectif: Hydro-électricité, approvisionnement en eau urbaine, prévention de l'obstruction de l'embouchure du fleuve, prévention de la sédimentation dans la lagune, maintien des fonctions normales du fleuve (E.C.)</p> <p>Production du projet:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hydro-électricité: <ul style="list-style-type: none"> Principale: $P_{max} = 200$ MW/Production énergétique 600 GWH Re-régulation: $P_{max} = 24,5$ MW /Production énergétique 215 GWH Total: $P_{max} = 224,5$ MW /Production énergétique 815 GWH • Il sera possible de fournir en continu 111 m³/s d'eau pour: <ul style="list-style-type: none"> - Approvisionnement en eau futur de la ville d'Abidjan - Prévention de l'obstruction de l'embouchure du fleuve - Prévention de la sédimentation dans la lagune - Maintien des fonctions normales du fleuve (E.C.) - Irrigation des zones en aval du site proposé pour le barrage 	<p>Superficie réceptrice = 74.610 km² Barrage (H x L) : • Barrage principal : 100 m x 1.200 m • Barrage de re-régulation = 42 m x 300 m Réservoir: • Zone de surface = km² Principale = 730 km² Re-régulation = 2,7 km² • Capacité totale = Principale = environ 22.100 MCM Re-régulation = 40 MCM • Capacité effective = Principale = environ 6.000 MCM Re-régulation = environ 10 MCM • HWL = Pr/Re (117 m/40 m) • LWL = Pr/Re (112 m²/5 m) Débit de dévelop. disponible = 111 m³/s Coûts de construction 279.100 M FCFA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Barrage principal : 243.100 M FCFA • Barrage de re-régulation : 36 M FCFA • Coût de construc. énergie kwh: 342 M FCFA/kwh • Coût de construc. énergie KW: 1.243 US\$/KW <p>Procédé du projet</p> <ul style="list-style-type: none"> • Etude de développement (F/S): 1,5- 2 ans • Conception détaillée (D/D): 1,5 - 2 ans • Construction: 5- 6 ans
<p>③ PROJET DE DEVELOPPEMENT INTEGRE DU FLEUVE AGNEBY</p> <p>Objectif: Prévention des inondations, approvisionnement en eau urbaine, petite hydro-électricité, maintien des fonctions normales du fleuve (E.C.)</p> <p>Production du projet:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Prévention des inondations : Réduction des crues disponible (50 ans) = env. 230 m³/s • Approvisionnement en eau urbaine : Débit d'entrée disponible = env. 1,5 m³/s (pour les villes d'Agboville et d'Abidjan) (130.000 m³/jour) ou pour l'irrigation dans la zone en aval du site proposé pour le barrage • Hydro-électricité: Petite hydro-électricité : $P_{max} = 160$ KW/ Production énergétique = 1,34 GWH 	<p>Superficie réceptrice = 4.600 km² Barrage (H x L) : 20 m x 250 m Réservoir: Zone de surface = 5 km²</p> <p>Capacité totale = 25 MCM Réservoir : HWL = 33 m / LWL = 28 m Débit de dévelop. disponible = 1,5 m³/s Coûts de construction 8.830 M FCFA</p> <p>Procédé du projet</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conception de base (B/D) (D/D): 1,5 - 2 ans • Construction: 2 - 3 ans

Tableau 15.2-1. Projets prioritaires pour le développement intégré des eaux de surface des fleuves (avec barrages polyvalents)

(2/2)

Nom du projet Objectifs/Production du projet	Contenu du projet
<p>④ PROJET DE DEVELOPPEMENT INTEGRE DU FLEUVE DOUNOU</p> <p>Objectif: Irrigation, approvisionnement en eau urbaine (ville d'Odiene), développement de la pisciculture, maintien des fonctions normales du fleuve (E.C.)</p> <p>Production du projet:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Hydro-électricité: petite hydro-électricité: $P_{max.} = 34$ KW/production énergétique = 0,3 GWH · Il sera possible de fournir en continu 0,7 m³/s d'eau pour: <ul style="list-style-type: none"> - Irrigation - Approvisionnement en eau de la ville d'Odiene - Maintien des fonctions normales du fleuve (E.C.) 	<p>Contenu du projet</p> <p>Superficie réceptrice = 600 km²</p> <p>Barrage (H x L) : 15 m x 400 m</p> <p>Réservoir: Zone de surface = 8 v Capacité totale = 23 MCM</p> <p>Réservoir : HWL = 398 m/WL = 394,5 m</p> <p>Débit de dévelop. disponible = 0,7 m³/s</p> <p><u>Coûts de construction 3.500 M FCFA</u></p> <p><u>Procédé du projet</u></p> <ul style="list-style-type: none"> · Conception de base (B/D) (D/D): 1,5 - 2 ans · Construction: 2 - 3 ans
<p>⑤ PROJET DE DEVELOPPEMENT RURAL INTEGRE DANS LA VALLEE MOYENNE DU NZI (B1.00.52.15.1) (Département de Bocanda/Bougouanou/Dimbokro/M'Bahiakro)</p> <p>Objectif: Irrigation des rizières, maintien des fonctions normales du fleuve (E.C.)</p>	<p>Barrages peu élevés de M'Bahiakro/Bocanda et 13 barrages pour les rizières 4.638 ha</p> <p><u>Coûts de construction 60.960 M FCFA</u></p> <p><u>Procédé du projet</u></p> <ul style="list-style-type: none"> · Etude de développement (F/S): 2- 3 ans · Conception détaillée (D/D): 2 - 3 ans · Exécution du projet: 5 - 6 ans
<p>⑥ PROJET DE DEVELOPPEMENT RURAL INTEGRE DANS LA PLAINE DU SAN PEDRO (Département de San Pedro)</p> <p>Objectif: Irrigation des rizières, maintien des fonctions normales du fleuve (E.C.)</p>	<p>Canal 31,4 km Pour rizière 575 ha</p> <p><u>Coûts de construction 6.766 M FCFA</u></p> <p><u>Procédé du projet</u></p> <ul style="list-style-type: none"> · Etude de base (B/D) (D/D): 1 - 1,5 ans · 2 - 3 ans

15.2.2 Plans de développement des ressources en eau pour les projets exclusivement agricoles (agriculture, élevage et pêche)

Dans le Tableau 15.2-1, les plans de développement des ressources en eau pour l'agriculture sont inclus dans chaque projet pour le développement intégré des eaux de surface des fleuves avec barrages polyvalents, les projets de développement rural intégré, notamment, ayant été planifiés avec pour objectif principal l'irrigation des rizières.

Outre le développement intégré mentionné ci-dessus, les projets exclusivement agricoles sont présentés dans le Tableau 15.2-2. Ces projets ont été planifiés par le MINAGRA sur la base de la "Production cible de cultures du Plan directeur agricole" (1992-2015).

Tableau 15.2-2 Projets prioritaires de développement exclusivement agricole

Nom du projet Objectif du projet	Contenu du projet
<p>① PROJET D'IRRIGATION PAR BARRAGE DE KARANGOU-WAMO</p> <p>Objectif: Irrigation des rizières (région de Bondoukou), développement de la pêche, agrandissement ou renforcement des coopératives agricoles</p>	<p>Contenu du projet Barrage (H x L) : 11,5 m x 615 m Réservoir: Capacité totale = 5,8 MCM Réservoir : HWL = m/LWL = m Débit de dévelop. disponible = 0,7 m³/s Coûts du projet: 2.075 M FCFA Procédé du projet</p> <ul style="list-style-type: none"> · Conception de base (B/D) (D/D): 1 - 1,5 ans · Construction: 2 - 2,5 ans
<p>② PROJET D'EXPANSION DE L'IRRIGATION DANS LA REGION EN AVAL DU BARRAGE DE TAABO A TIASSEL</p> <p>Objectif: Irrigation des rizières, agrandissement ou renforcement des coopératives agricoles</p>	<p>Moto-pompes: dia- 200/10 jeux Coûts du projet: 4.000 M FCFA (1999) Procédé du projet</p> <ul style="list-style-type: none"> · Conception de base (B/D) (D/D): 1,5 - 2 ans · Construction: 2 - 3 ans
<p>③ DEVELOPPEMENT DE L'IRRIGATION DES RIZIERES DANS LES REGIONS CENTRE ET CENTRE NORD (A1.95.52.15.1) (Département de Sakassou/ Katiola/ Dabakala/ Bouake/ Yamoussoukro)</p> <p>Objectif: Irrigation des rizières</p>	<p>Irrigation des rizières 2.151 ha Coûts du projet: 33.556 M FCFA Procédé du projet</p> <ul style="list-style-type: none"> · Etude de développement (F/S): 1 - 1,5 ans · Etude détaillée (D/D): 1 - 1,5 ans · Construction: 3 - 4 ans
<p>④ PROJET DE CANNE A SUCRE DE MARABADIASSA A CATIOLA</p> <p>Objectif: Canne à sucre</p>	<p>Rénovation 3.000 ha Rénovation de pompes Rénovation de la sucrerie Coûts du projet: 46.800 M FCFA Procédé du projet</p> <ul style="list-style-type: none"> · Etude de développement (F/S): 1,5 - 2 ans · Etude détaillée (D/D): 1,5 - 2 ans · Construction: 4 - 5 ans
<p>⑤ PROJET DE CANNE A SUCRE DE SEREBOU A M'BAHIKRO</p> <p>Objectif: Canne à sucre</p>	<p>Rénovation 5.000 ha Rénovation de pompes Rénovation de la sucrerie Coûts du projet: 78.000 M FCFA Procédé du projet</p> <ul style="list-style-type: none"> · Etude de développement (F/S): 1,5 - 2 ans · Etude détaillée (D/D): 1,5 - 2 ans · Construction: 4 - 5 ans

15.2.3 Plans de développement des ressources en eau pour les projets concernant exclusivement l'approvisionnement en eau domestique

Les plans de développement des ressources en eau pour l'approvisionnement en eau domestique sont inclus dans les 4 projets de développement intégré des eaux de surfaces des fleuves avec barrages polyvalents dans le Tableau 15.2-1.

Outre le développement intégré ci-dessus, plusieurs projets concernant exclusivement l'approvisionnement en eau urbaine, pour les villes de Man, Bouaké, Abidjan, entre autres, font l'objet d'études en cours par le MI pour l'approvisionnement en eau domestique.

En outre, les projets d'approvisionnement en eau domestique actuel et futur dans les localités non-couvertes par la SODECI sont présentés dans le Tableau 15.2-3.

Tableau 15.2-3 Programme prioritaire actuel et futur pour l'approvisionnement en eau domestique des localités non-couvertes par la SODECI

Rubrique du programme	Montant (M FCFA)	Source de financement
① Programme d'approvisionnement en eau potable	673	F.D
② Programme d'approvisionnement en eau potable de 10 centres	1930	F.D
③ Phase 2 du programme d'approvisionnement en eau potable KfW6	2360	KfW /RCI
④ Programme de renforcement de l'approvisionnement en eau potable de la ville d'Abidjan et des autres villes de l'intérieur	16.200	AFD (Agence Française de Développement)
⑤ Travaux supplémentaires pour l'approvisionnement en eau potable	637	F.D
⑥ Approvisionnement en eau potable de 15 centres	2.600	F.D
⑦ Phase 3 du programme d'approvisionnement en eau potable KfW6	4.200	KfW /RCI
⑧ Programme sectoriel de rénovation du matériel électromécanique	5.137	KfW /RCI
⑨ Approvisionnement en eau potable KfW8 - Amélioration de l'hydraulique rurale (120 emplacements)	6.700	KfW /RCI
⑩ Programme quinquennal pour renforcement, rénovation et agrandissement	11.365	F.D

* F.D (Programme de travaux supplémentaires) est financé par des organisations telles que le FIAU (Fonds d'Investissement d'Aménagement Urbain) et le PACOM (Projets d'Appui aux Communes).

15.2.4 Plans de développement des ressources en eau pour les projets concernant exclusivement l'énergie hydro-électrique

Les plans de développement pour les projets concernant exclusivement l'énergie hydro-électrique sont inclus dans les 4 projets de développement intégré des eaux de surfaces des fleuves avec barrages polyvalents dans le Tableau 15.2-1.

Outre le développement intégré ci-dessus, plusieurs projets concernant exclusivement l'énergie hydro-électrique sont présentés dans le Tableau 15.2-4. Ces projets ont été planifiés par le Ministère des Mines et de l'Énergie et révisés par la mission d'étude de la JICA.

Tableau 15.2-4 Projets prioritaires pour le développement de l'énergie hydro-électrique

Nom du projet Echelle du projet	Contenu du projet
① PROJET HYDRO-ELECTRIQUE D'ABOISSO SUR LE FLEUVE BIA $P_{max.} = 6,4 \text{ MW}$ Production énergétique annuelle = 26,7 GWH	Superficie réceptrice = 9.486 km ² HWL = m Capacité effective du réservoir = MCM Hauteur du barrage = 5 m Longueur de crête = 66 m Coûts du projet: 12.000 M FCFA Coût de cons. Khw : 449 FCFA/kwh Coût de cons. KW : 2.840 US\$/KW Procédé du projet • Conception de base (B/D) (D/D): 1,5 - 2 ans • Construction: 2 - 3 ans
② PROJET HYDRO-ELECTRIQUE DE SOUBRE SUR LE FLEUVE SASSANDRA $P_{max.} = 27 \text{ MW}$ Production énergétique annuelle = 218 GWH	Superficie réceptrice = 57.670 km ² HWL = 157,5 m Capacité effective du réservoir = MCM Hauteur du barrage = 29 m Longueur de crête = 3.000 m Coûts du projet: 72.600 M FCFA Coût de cons. Khw : 330 FCFA/kwh Coût de cons. KW : 4.100 US\$/KW Procédé du projet • Etude de développement (F/S): 1,5 - 2 ans • Conception détaillée (D/D): 1 - 1,5 ans • Construction: 4 - 5 ans
③ PROJET HYDRO-ELECTRIQUE DE LOUGA (LOUHIRI) SUR LE FLEUVE SASSANDRA $P_{max.} = 30 \text{ MW}$ Production énergétique annuelle = 239 GWH	Superficie réceptrice = 67.500 km ² HWL = 52 m Capacité effective du réservoir = 47 MCM Hauteur du barrage = 36 m Longueur de crête = 2.000 m Coûts du projet: 98.400 M FCFA Coût de cons. Khw : 412 FCFA/kwh Coût de cons. KW : 5.000 US\$/KW Procédé du projet • Etude de développement (F/S): 1,5 - 2 ans • Conception de base (B/D) (D/D): 1 - 1,5 ans • Construction: 4 - 5 ans

15.2.5 Plan de protection contre les inondations

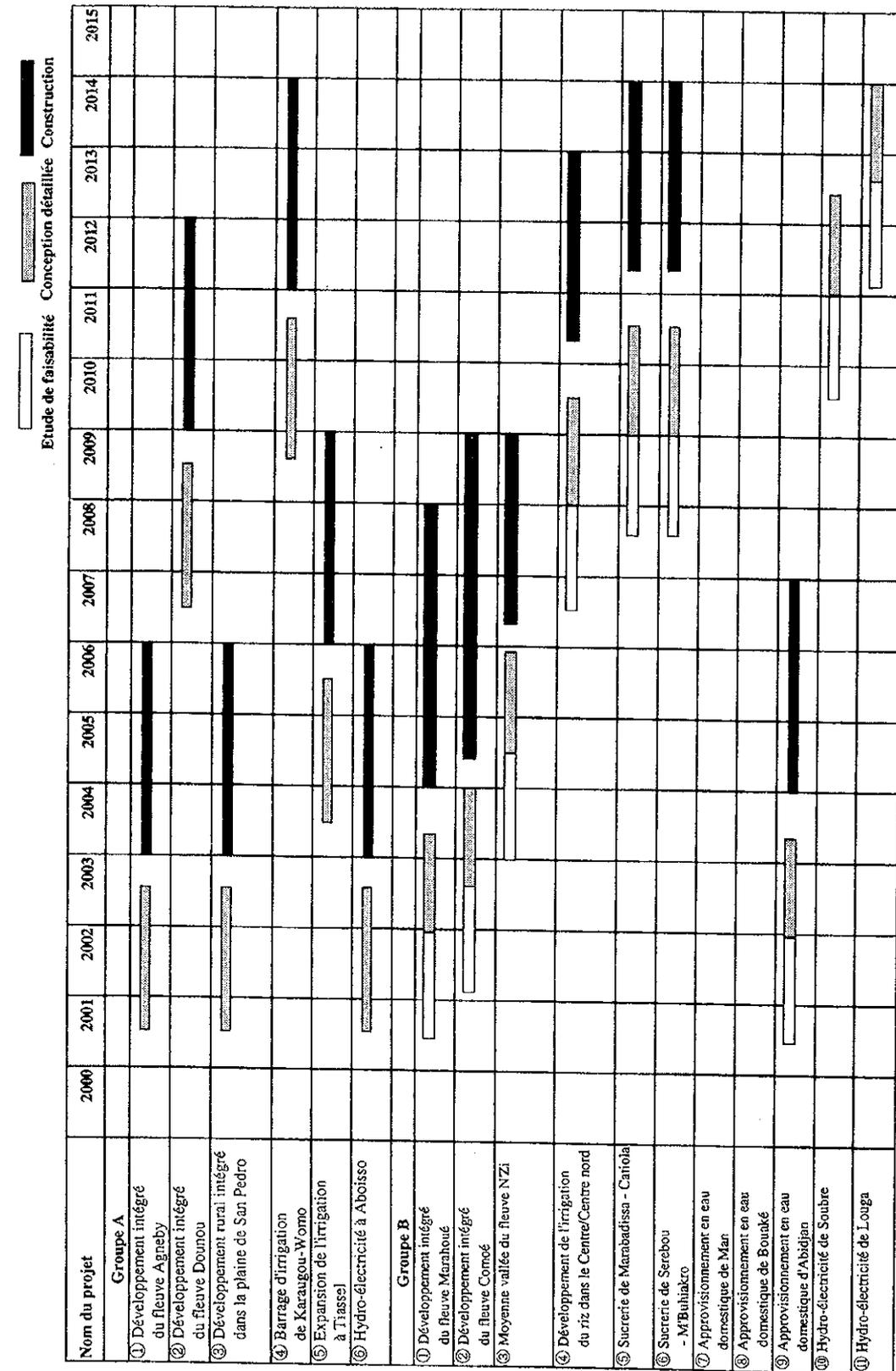
Le projet de protection contre les inondations devra être formulé dans les plans de développement intégré avec barrage polyvalent, comme dans le plan de développement intégré du fleuve Agnéby.

La protection contre les inondations pour la ville d'Abidjan (spécialement Cocody) par exemple, devra être effectuée par la construction des digues de protection et par un plan de drainage des eaux avec pompage.

15.3 Programme d'exécution

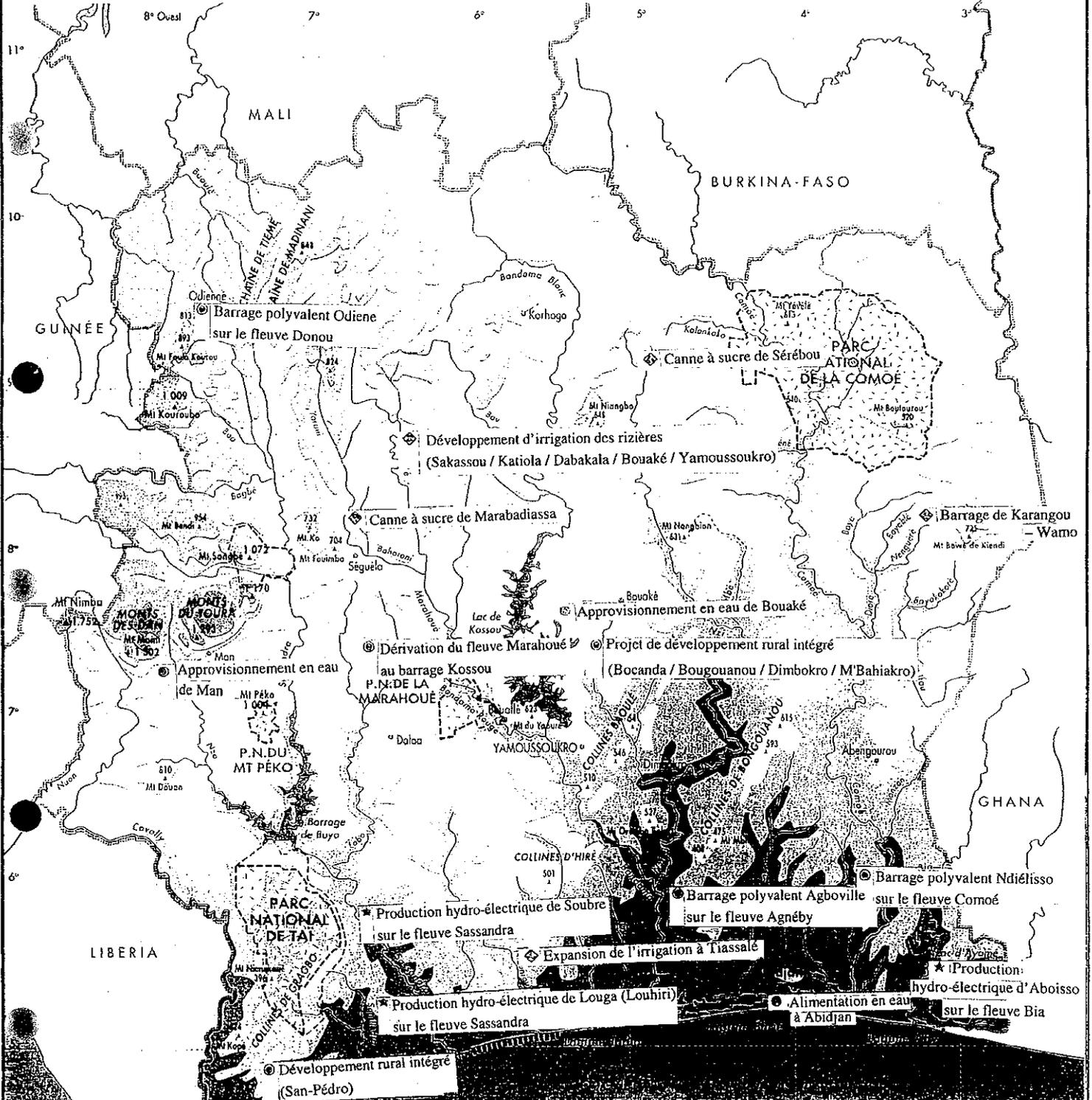
Le programme d'exécution est présenté dans la Figure 15.3-1.

Figure 15.3-1 Programme d'exécution des projets de développement



PLAN D'AMENAGEMENT DES RESSOURCES EN EAU WATER RESOURCES DEVELOPMENT PLAN

- ⊙ : Priority Projects on Integrated River Surface Water Development Projets Prioritaires Intégrés Pour l'aménagement Des Eaux De Surface Des Fleuves
- ◇ : Priority Projects on Agricultural Development Projets Prioritaires Pour L'aménagement Agricole
- ⊕ : Priority Projects on Domestic Water Development Projets Prioritaires Pour L'aménagement d'Eau Domestique
- ★ : Priority Projects on Hydroelectric Power Development Projets Prioritaires Pour L'aménagement Des Barrages Hydroélectriques



Altitudes	Paysages	
1 752 m	Chaînes et hauts sommets	Buttes tabulaires
700	Hauts plateaux du Nord	Dômes granitiques
500	Bas plateaux du Sud	Cours d'eau permanents
400	Plaines alluviales	Barrages et lacs
300	Plaine littorale	Côtes à falaise
200		Côtes rocheuses
100		Côtes sableuses à lagunes
0		Parcs naturels et aires protégées

Échelle : 1/1 084 000
0 50 100 km

CHAPITRE 16 CONTROLE DE LA QUALITE DE L'EAU

16.1 Nécessité et objectifs du contrôle de la qualité de l'eau

Le contrôle de la qualité de l'eau a pour objectifs de fournir des eaux de surface et souterraines propres et sûres pour l'utilisation en tant qu'eaux domestiques des populations urbaine et rurale, d'abreuver le bétail et les poissons dans les bassins versants dans leur ensemble, d'éradiquer les maladies hydriques comme la fièvre typhoïde, la schistosomiase, la malaria, etc. infectant les plans d'eau comme les réservoirs et les étangs, de protéger les eaux souterraines de la région d'Abidjan contre l'infiltration de l'eau de mer en raison d'une baisse du niveau des eaux souterraines et d'améliorer les eaux polluées provoquées par le déversement des eaux usées domestiques et les effluents industriels dans la lagune.

Afin d'atteindre les objectifs ci-dessus mentionnés dans la gestion de la qualité de l'eau, les essais et les travaux d'investigation ainsi que les mesures suivantes devront être exécutés pour l'eau des fleuves, l'eau des réservoirs, les eaux souterraines, les eaux polluées, etc.

- Analyses périodiques de la qualité des eaux de surface et des eaux souterraines.
- Investigation des bassins versants et des cours d'eau souffrant d'une importante charge en sédiments et dont les eaux ont une forte turbidité.
- Investigation des réservoirs et des étangs pendant la saison sèche, provoquant l'apparition d'herbes et d'animaux aquatiques, ainsi que des maladies hydriques.
- Prévision d'égouts pour les eaux usées domestiques dans la zone urbaine et d'usines de traitement pour les effluents industriels des usines. Inspection périodique des eaux non-traitées ci-dessus.
- Prévision d'un emplacement de traitement des déchets à proximité des zones urbaines.

16.2 Pratique du contrôle de la qualité de l'eau

Une investigation de la qualité de l'eau est effectuée afin de connaître les propriétés chimiques, biochimiques et bactériologiques de l'eau, la teneur en éléments composants et les propriétés physiques des eaux de surface et des eaux souterraines dans les fleuves, les lacs, les étangs, et les réservoirs et d'estimer la qualité de l'eau afin d'en assurer la bonne gestion et de les contrôler.

16.2.1 Eaux des fleuves

Il existe un réseau de 28 stations nationales d'observation permettant de surveiller la qualité de l'eau de surface pour les fleuves de Sassandra, Bandama et Comoé. Conformément aux résultats des essais de la qualité de l'eau dans les 28 stations précitées et des essais effectués par l'équipe de la JICA pendant la période d'étude d'octobre 1999 à 2000, il n'y a pas de problème sérieux à relever dans la

qualité de l'eau des fleuves et des réservoirs, sauf dans les cas où une valeur légèrement élevée en matières en suspension (SS), conductivité électrique (EC) et demande chimique en oxygène (COD) est à relever pour certains fleuves pendant la saison sèche, et en cas de haute turbidité des eaux en saison humide provoquée par l'érosion des sols dans les bassins versants dévastés.

Il est toutefois inquiétant de constater que la qualité de l'eau des affluents ira en se dégradant à l'avenir en raison du développement agricole et urbain. Des mesures devront être prises contre la pollution de l'eau provoquée par les problèmes suivants lors du développement futur.

- Diminution de l'eau pendant la saison sèche dans de nombreux affluents par l'expansion de l'agriculture irriguée.
- Augmentation de l'utilisation des produits chimiques agricoles et expansion de l'élevage.
- Augmentation des eaux usées domestiques et industrielles.

16.2.2 Eaux des réservoirs et des étangs

L'eau des réservoirs et des étangs est à l'origine fournie par les fleuves et ne pose pas de problème sérieux de pollution, sauf dans le cas des réservoirs et des étangs présentant les conditions suivantes :

- Les réservoirs et étangs n'ayant qu'une faible profondeur d'eau et un écoulement médiocre perdent facilement l'eau stockée pendant la saison sèche et la qualité de l'eau peut se détériorer par l'apparition et la prolifération des plantes aquatiques.
- Les réservoirs et les étangs situés près des fleuves dévastés souffrent de l'entrée d'une eau à forte turbidité et de dépôts importants de boues.
- Certaines maladies hydriques ont pour origine les réservoirs et les étangs ayant une faible profondeur d'eau.

Par conséquent, les réservoirs fournissant les eaux domestiques devront être conçus et construits avec une profondeur d'eau morte de plus de 5,0 m au minimum afin de ne pas s'assécher pendant la saison sèche. Les installations de prise du réservoir devront être conçues pour pouvoir introduire les eaux de surface dans le réservoir.

16.2.3 Eaux souterraines

Les eaux souterraines sont principalement utilisées pour les eaux domestiques et industrielles dans le pays et présentent donc de sérieux problèmes quant à la qualité de l'eau. Ces eaux sont facilement exploitées à partir de forages. Les quantités utilisées sont très faibles comparées aux quantités potentielles et par conséquent aucun problème sérieux de quantité ne sera à relever à l'heure actuelle comme à l'avenir pour le développement des eaux souterraines.

La région d'Abidjan a récemment été confrontée au problème de la salinité des eaux souterraines en raison de l'infiltration de l'eau de mer due à la baisse du niveau des eaux souterraines. Il est nécessaire, pour les eaux souterraines d'Abidjan, de contrôler la quantité prélevée des forages et le niveau des eaux souterraines en prévoyant un nombre suffisant de forages de surveillance.

Bien qu'une attention particulière à la qualité de l'eau ne soit pas généralement requise pour la zone de l'aquifère discontinu, il serait souhaitable de surveiller les variations de qualité de l'eau dans une large zone urbaine où une quantité importante d'eaux souterraines est soutirée, lorsque ces prises étant concentrées dans une petite région.

16.2.4 Eaux des lagunes

L'eau de la lagune Ebrié a été considérablement polluée par les eaux usées domestiques et les déchets de la ville d'Abidjan ainsi que par les effluents industriels non traités déversés le long des rives de la lagune. Etant donné que la lagune n'a qu'une petite sortie pour la connexion avec la mer et une petite entrée d'eau du bassin du fleuve en amont, la pollution de ces eaux s'accélère d'année en année. Des mesures particulières pour le contrôle et le traitement des eaux usées devront être prises de toute urgence afin d'améliorer la qualité de l'eau dans la lagune. Il sera également nécessaire de procéder au dragage des boues polluées accumulées au fond de la lagune.

16.3 Proposition pour le contrôle de la qualité de l'eau

(1) Observation et points de mesure

Les points doivent être établis dans une zone d'eau publique où ils joueront un rôle important pour le contrôle des fonctions normales du flux de l'eau et pour maintenir les normes environnementales prévues pour la région, nécessitant ainsi une investigation continue de la qualité de l'eau. On devra également être à même d'obtenir, à ces points, des données indiquant la qualité type de l'eau de la région.

A l'heure actuelle, 28 stations d'un réseau national d'observation sont chargées de surveiller la qualité de l'eau dans les principaux fleuves et 9 stations pour la zone littorale (voir la Figure 16.3-1). Il existe en outre 10 stations d'un réseau d'observation national dans la lagune centrale d'Ebrié (voir la Figure 16.3-2). Une surveillance continue devra donc être effectuée à ces points.

(2) Rubriques de mesure

Les rubriques de mesure de la qualité de l'eau sont les suivantes:

1) Température de l'eau, 2) pH, 3) Oxygène dissous, 4) Conductivité, 5) Salinité, 6) Azote nitrate, 7) Azote nitrite, 8) Ions phosphore, 9) Azote ammonium, 10) Métaux lourds, 11) Chlorophylle, 12) Phéopigments, 13) E.coli, 14) Streptocoques, 15) Demande chimique en oxygène et 16) Demande biochimique en oxygène.

(3) Période de mesure

Les mesures de la qualité de l'eau seront effectuées deux fois par an pendant la saison sèche et pendant la saison des pluies.

16.4 Estimation des coûts

On a proposé d'établir les équipements et matériels suivants pour renforcer la qualité de l'eau en raison de l'amélioration de l'efficacité des analyses (voir Tableau 16-4-1).

- Appareil de mesure de la qualité de l'eau ;
- Contrôleur de la qualité de l'eau par mesure rapide en site ;
- Analyseur de demande chimique en oxygène (COD) ;
- Analyseur automatique de demande biochimique en oxygène (BOD).

Tableau 16.4-1 Estimation des coûts

Désignation	Type de machine	Rubrique de mesure	Prix unitaire (F CFA)	Nombre nécessaire	Prix total (F CFA)
1. Analyseur de qualité de l'eau (Réactifs)	DR/4000U	50 éléments réactifs	12.740.000 65.000	5 200	63.700.000 13.000.000
2. Contrôleur de qualité de l'eau	U-21	PH, EC, Turbidité, DO, Temp., Salinité	2.700.000	12	32.400.000
3. Analyseur de COD	DR/2010	Demande chimique en oxygène	5.100.000	6	30.600.000
4. Analyseur automatique de BOD Incubateur BOD	BOD Trak	Demande biochimique en oxygène	2.300.000	6	13.800.000
	CB-3DN	Etablissement de deux unités	2.500.000	3	7.500.000
Total					161.000.000

RESEAU NATIONAL D'OBSERVATION / EAU
STATIONS CONTINENTALES ET LITTORALES

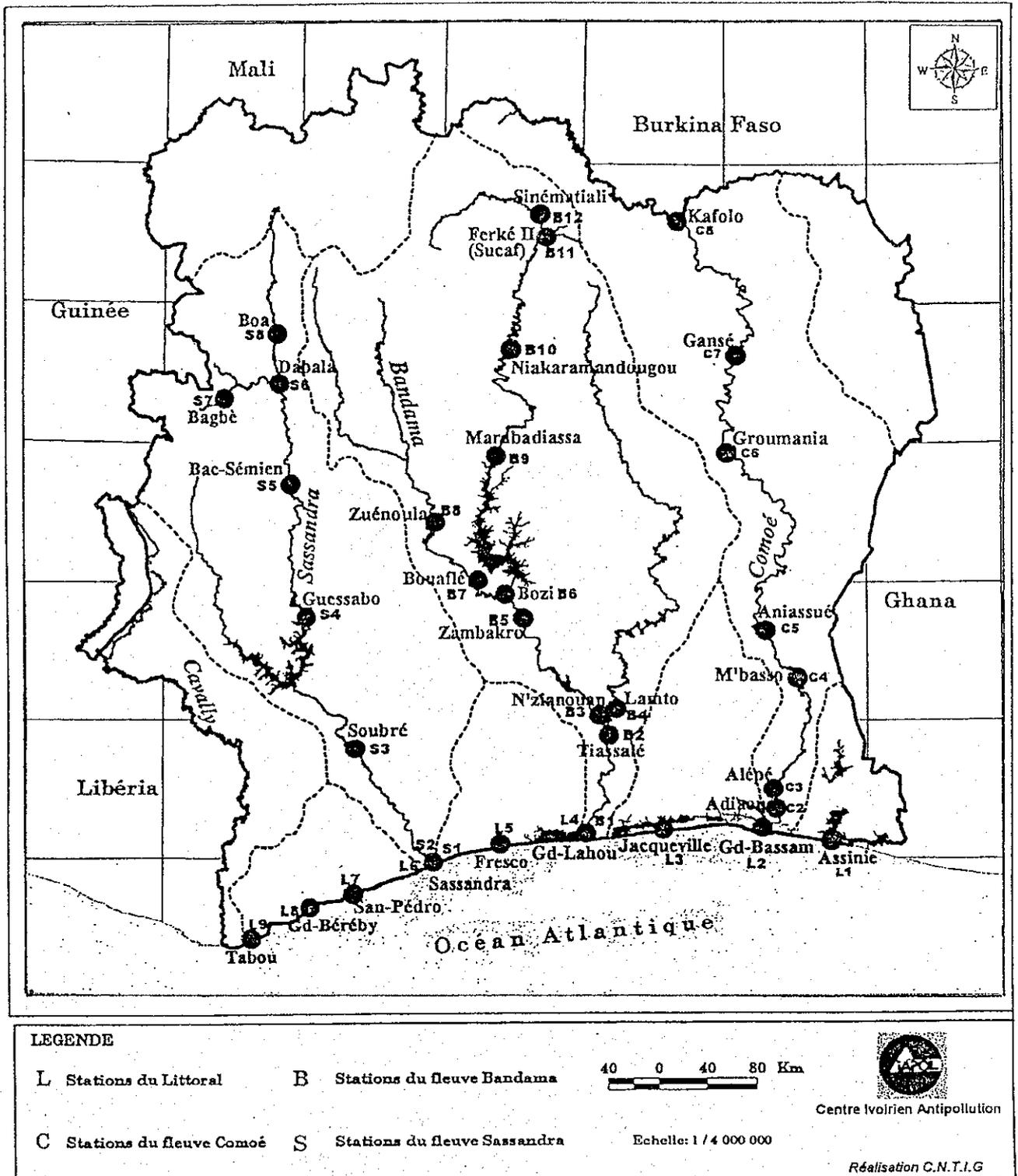


Figure 16.3-1 Stations du réseau national d'observation des fleuves et du littoral

CHAPITRE 17 GESTION DES BASSINS VERSANTS

17.1 NECESSITE ET OBJECTIFS DE LA GESTION DES BASSINS VERSANTS

On peut affirmer que la Côte d'Ivoire dispose globalement d'abondantes ressources en eau, du point de vue des précipitations qui s'élèvent à environ 1.300 mm par an en moyenne, chiffre plus élevé que la moyenne mondiale de 970 mm environ et nettement plus important que pour la plupart des autres pays d'Afrique. Les ressources en eau font néanmoins l'objet d'un certain nombre de problèmes parmi lesquels:

- (a) Le coefficient d'écoulement est relativement faible, sauf pour les fleuves de l'ouest. En effet, le coefficient d'écoulement moyen est de 0,26 pour le fleuve Cavally, mais uniquement de 0,05 pour le fleuve Bandama et de 0,045 pour le fleuve Comoé.
- (b) Le débit pendant la saison sèche diminue considérablement et les précipitations totales pendant cette saison sont inférieures à 20% des précipitations annuelles dans la plupart des bassins.
- (c) Le potentiel des ressources en eau, notamment pour les eaux de surface, présente d'importantes différences selon les fleuves et les régions. Le débit spécifique du fleuve Cavally ($1,6 \text{ m}^3/\text{s}/100 \text{ km}^2$) est plus de 10 fois celui du fleuve Comoé ($0,15 \text{ m}^3/\text{s}/100 \text{ km}^2$).
- (d) La demande en eau devrait connaître une augmentation considérable à l'avenir en raison de l'augmentation de la population, du développement économique et du changement du style de vie.

Par ailleurs, une certaine tendance à la diminution de l'écoulement se remarque dans les parties centrale et nord. L'écoulement était en effet plus important dans les années 60 et 70, comparé à celui des années 90 les plus récentes, bien que cette diminution ne puisse être clairement identifiée pour certains fleuves. Les principales causes de cette diminution peuvent être les suivantes :

- (a) Diminution des précipitations
- (b) Diminution du coefficient d'écoulement (augmentation des pertes par évapo-transpiration)
- (c) Utilisation excessive dans le bassin en amont

La solution habituelle pour remédier aux situations décrites ci-dessus serait d'augmenter la capacité de stockage en construisant un barrage. Il est certain que le réservoir d'un barrage peut réguler le flux d'un fleuve et contribuer à l'utilisation effective de l'eau. Cette intervention pourrait être catégorisée comme mesure directe ou mesure structurelle, en d'autres termes.

D'autre part, on considère la "gestion des bassins versants" comme une mesure indirecte ou une mesure non-structurelle et plus fondamentale, car elle est supposée avoir les fonctions suivantes :

- (a) Augmenter la fonction de stockage naturel sans mesure structurelle. En effet, l'écoulement pendant la période d'inondation peut être diminué et augmenté pendant la saison sèche.

- (b) Prévenir les changements climatiques provoqués par les activités humaines. Les changements climatiques à long terme en Côte d'Ivoire ne sont pas très bien définis. Toutefois, une tendance à une légère diminution des précipitations se remarque dans certaines régions.
- (c) Réduire la contamination de l'eau s'écoulant vers les fleuves ou dans d'autres eaux de surface.
- (d) Diminuer l'érosion des sols provoquée par les activités humaines.
- (e) Augmenter l'infiltration des eaux de pluies dans le sol et conserver un potentiel stable d'approvisionnement en eaux souterraines.

Les effets de la gestion des bassins versants ne peuvent pas être visibles de manière définie sur une courte période. Il faut compter un certain temps pour voir les résultats sur les fonctions et objectifs souhaités dont la liste est donnée ci-dessus.

17.2 Gestion proposée pour les bassins versants

17.2.1 Sélection des mesures prioritaires pour la gestion

Afin d'atteindre les objectifs de la gestion des bassins versants, il est évident que l'augmentation de la zone de forêt avec une augmentation de la qualité est la solution la plus effective. Dans de nombreux cas, la gestion de la forêt a pour signification la gestion des bassins versants, car la forêt possède pratiquement toutes les fonctions nécessaires à la gestion de ces bassins.

Outre la forêt, les éléments suivants sont souvent considérés comme mesures pour la gestion des bassins versants:

- (a) Gestion de l'utilisation des terrains.
- (b) Contrôle de l'érosion.

Toutefois, ces mesures sont en relation étroite avec la gestion de la forêt. L'augmentation de la superficie des forêts sera la mesure la plus effective pour la gestion de l'utilisation des terrains et également pour le contrôle de l'érosion de la surface des sols. Par conséquent, il ne devrait pas définir les rubriques de la gestion de bassins versants par la gestion de la forêt, la gestion de l'utilisation des terrains et le contrôle de l'érosion.

En outre, la gestion de la forêt pour la préservation et le développement est d'ores et déjà un des problèmes importants pour le Gouvernement de Côte d'Ivoire. Bien que l'objectif principal soit la préservation de l'environnement, la fonction réelle est presque commune. La sélection soit de la préservation de l'environnement, soit de la préservation des bassins versants peut ne pas être appropriée pour la gestion de la forêt. En effet, lorsque la préservation de l'environnement est améliorée par le reboisement, les conditions des bassins versants pour les ressources en eau peuvent également être améliorées.

En d'autres termes, le gouvernement a d'ores et déjà déployé des efforts pour la gestion de la forêt depuis les dernières dix ou quinze années, lorsque le pays a enregistré des pertes significatives en forêt par le passé et a été obligé de prendre des mesures pour la restauration de la forêt dans le même temps.

Il ne sera ni approprié ni nécessaire de proposer ou de recommander des mesures générales pour la gestion de la forêt ou la gestion des bassins versants dans cette étude de la JICA. Les bureaux concernés par la gestion de la forêt peuvent avoir déjà pris les mesures qui s'imposent.

Sur la base de la révision des rapports et des informations en relation, ainsi que des conditions et des problèmes actuels décrits dans la section 17.1 précédente, il a été décidé de sélectionner les mesures pratiques proposées pour la gestion des bassins versants à partir des points de vue suivants :

- (A) Gestion effective pour l'augmentation de la zone de forêt
 - (a) Connexion prioritaire des zones de forêt existantes ;
 - (b) Priorité plus importante aux forêts classées ;
 - (c) Suspension de l'abattage du bois des forêts naturelles ;
 - (d) Contrôle et gestion pratiques ;
 - (e) Reboisement et préparation de pépinières par la population locale et soin continu ;
 - (f) Etude d'inventaire des forêts et révision de la gestion existante.

- (B) Augmentation de la production agricole par irrigation
 - (a) Etude d'inventaire et étude des zones d'irrigation proposées ;
 - (b) Développement de l'irrigation à petite échelle ;
 - (c) Amélioration des installations et des systèmes d'irrigation ;
 - (d) Développement des ressources en eau pour l'irrigation ;
 - (e) Etablissement d'une politique et d'une stratégie définies par le Gouvernement.

- (C) Gestion pour une utilisation effective des terrains
 - (a) Conservation de l'eau dans le bassin en amont ;
 - (b) Plan d'utilisation des terrains prenant en considération l'effet du taux d'utilisation de l'eau des fleuves ;
 - (c) Plan d'utilisation des terrains prenant en considération la réduction des terres nues et les terrains non utilisés ;
 - (d) Promotion du développement environnemental des plans d'eau et des zones alentour ;
 - (e) Création d'une base de données de l'utilisation des terrains ;
 - (f) Etablissement de règles d'utilisation des terrains pour la préservation des bassins versants.

De nombreuses mesures sont prises par le Gouvernement et elles sont généralement bien gérées ou suffisamment efficaces. Ainsi, les mesures données ci-dessus sont prises comme rubriques et ne peuvent pas être suffisantes ou nécessiter certaines améliorations. Les raisons de cette sélection seront expliquées dans les sections respectives. On notera toutefois que l'étude est exécutée dans une période limitée et avec des informations également limitées.

Les mesures proposées pour la gestion des bassins versants sont présentées dans la Figure 17.2-1.

17.2.2 Gestion effective pour l'augmentation de la superficie des forêts

(1) Nécessité et arrière-plan pour l'augmentation de la superficie des forêts

La forêt a les fonctions suivantes :

- Stocker les eaux des précipitations de manière effective et déverser progressivement les eaux de surface ou d'infiltration dans le sol. (Augmentation du débit des eaux de surface pendant la saison sèche et augmentation du potentiel des ressources en eau).
- Prévenir l'érosion de la surface des sols et conserver les sols de surface sans écoulement.
- Stocker l'eau des précipitations pendant les tempêtes et fortes pluies, avec fonction de bassin de retenue (diminution du débit de crête des inondations).
- Améliorer la qualité des eaux de surface (ou prévenir leur contamination).
- Prévenir la tendance à la diminution des précipitations.
- Réduire l'évaporation (Augmentation des précipitations effectives, à savoir du potentiel des ressources en eau).
- Modérer les températures et le climat.

Remarque: La forêt possède encore plus de fonctions comme la préservation écologique et les loisirs mais les listes ci-dessus sont limitées uniquement aux questions en relation avec l'eau et les ressources en eau.

En outre, la déforestation aura un impact négatif sur les éléments suivants:

- Equilibre écologique.
- Evaluation de la production fermière en raison des perturbations écologiques et climatiques.
- Conditions de développement de l'industrie du bois.
- Conditions de la production optimale du bois énergétique et de service .
- Régularité des voies d'eau.
- Ressources phylogénétiques et de la faune et de la flore.

Il est essentiel de préserver les zones de forêt existantes et d'augmenter le plus possible leur superficie par reboisement. A cet effet, il existe déjà de nombreux plans qui ont été élaborés par le passé. La SODEFOR et la DPIFR, organisations regroupant de nombreux experts expérimentés, ont d'ores et déjà commencé certains plans et projets. Par conséquent, ces organisations gouvernementales ne peuvent pas

nécessiter de suggestions ou propositions supplémentaires relatives à la gestion de la forêt. Toutefois, étant donné que l'étude a été effectuée à partir des points de vue de la gestion des ressources en eau, il peut sembler raisonnable de présenter certaines suggestions à titre de référence pour étude et investigation ultérieures. En outre, il semble que les récents efforts pour une gestion intensive de la forêt ne produisent pas d'amélioration considérable pour l'augmentation des superficies boisées.

(2) Etude de référence sur la superficie de la forêt, les précipitations et l'écoulement

Les phénomènes ou conditions suivantes peuvent être liés les uns aux autres, formant une sorte de chaîne :

- Pourcentage de déforestation ;
- Diminution des précipitations ;
- Diminution de l'écoulement des eaux de surface ;
- Augmentation de l'érosion de la surface des sols ;
- Réduction de la production agricole ;
- Dégradation de l'environnement.

La relation entre les superficies de forêt, les précipitations et l'écoulement peut s'avérer être une question particulièrement significative. Aucune étude scientifique n'a été capable de confirmer les relations précises entre ces éléments.

Toutefois, il est certain que la superficie des forêts a considérablement diminué et que la densité des arbres dans de nombreuses forêts a été également réduite par le passé, notamment ces 40 dernières années. D'autre part, on sait habituellement que les précipitations annuelles sont en diminution progressive. Les analyses statistiques montrent en outre que les précipitations annuelles ont diminué en moyenne de 0,5% par an entre 1965 et 1980 et de 4,6% par an dans les années 80. Une diminution de l'écoulement est en outre remarquée pour certains fleuves, notamment le fleuve Bandama. En ce qui concerne cette connexion, une étude préliminaire a été effectuée sur les points suivants :

- (a) La diminution des précipitations est-elle sûre ou non?
- (b) La diminution de l'écoulement s'est-elle produite dans de nombreux bassins?

En ce qui concerne l'analyse des modifications des précipitations, les relevés des précipitations annuelles dans des emplacements représentatifs ont été utilisés. Les précipitations annuelles moyennes sur dix ans dans sept stations (trois zones climatiques) sont résumées dans le Tableau 17.2-1. Les changements sont ensuite dessinés séparément par zone climatique respective comme le montrent les Figures 17.2-2, 17.2-3 et 17.2-4. D'après ces figures, une certaine diminution est pratiquement certaine pour les 20 à 30 dernières années mais elle n'est pas suffisamment confirmée dans un certain nombre de stations. On notera également qu'il existe la possibilité d'une augmentation des précipitations à l'avenir. Certains chercheurs, en effet, sont persuadés que les changements de précipitations se produisent sur un cycle à long terme de 30 à 50 ans dans une même région.

Pour ce qui est des analyses de l'écoulement, les courbes double masse du débit moyen annuel dans certaines des principales stations de mesure ont été élaborées afin de voir les variations à long terme. A partir de ces chiffres, les éléments significatifs suivants ont été déterminés :

- (a) Une diminution de l'écoulement n'est pas remarquée dans les stations de mesure (Type A) pour la plupart des fleuves situés dans la région ouest. La courbe double masse des stations représentatives de Type A est présentée dans la Figure 17.2-5.
- (b) La diminution de l'écoulement est nette dans les stations de mesure (Type B) pour la plupart des fleuves situés dans les régions du centre et de l'est. La courbe double masse des stations représentatives de Type B est présentée dans la Figure 17.2-6. Cette diminution est plus remarquable que celle des précipitations.
- (c) Les stations de Type A sont situées dans un bassin avec une vaste zone de forêt même à l'heure actuelle.
- (d) Les stations de Type B sont situées dans un bassin avec une diminution considérable de la forêt.

D'autre part, le débit spécifique des fleuves est beaucoup plus élevé pour les fleuves de l'ouest avec de vastes forêts dans leur bassin, comparé aux fleuves des régions du centre et de l'est avec des forêts plus petites. Il peut être difficile de déterminer de manière définie la relation entre la réduction de la zone de forêt et les changements d'écoulement. Les modifications du taux d'écoulement et du débit spécifique ont un effet important à partir du volume et de l'intensité des précipitations. Il semble toutefois que la forêt contribue de manière significative à augmenter l'écoulement.

(3) **Mesure proposée A-1: Connexion prioritaire des zones de forêt existantes**

Il semble que les programmes de reboisement actuels forment une sorte de plan dont les principaux objectifs sont présentés ci-dessous.

- Augmenter la densité des arbres dans les forêts détériorées ;
- Agrandir la zone de forêt existante aux alentours ;
- Planter de nouveaux arbres après abattage pour prévenir la réduction de la superficie de la forêt.

Ces plans sont, bien entendu, nécessaires et efficaces. Toutefois, il est recommandé de prendre en considération la connexion prioritaire des forêts isolées pour les raisons suivantes:

- Les forêts existantes sont principalement localisées comme des îles vertes.
- Si ces îles vertes sont connectées les unes aux autres par une certaine superficie de nouvelle forêt, la période de restauration de la forêt naturelle sera plus rapide en raison de l'effet d'envergure. En d'autres termes, la vitesse de restauration sera plus rapide dans une grande forêt que dans une petite forêt. En outre, la restauration écologique est plus active dans une grande forêt.

(4) Mesure proposée A-2: Priorité plus importante aux forêts classées

Il semblerait que les réserves et parcs nationaux fassent actuellement l'objet d'une certaine attention. Certaines aides sont également fournies à ces parcs et réserves par les gouvernements, les organisations internationales et étrangères ou les ONG. Une attention plus soutenue est remarquée pour les parcs nationaux car ils sont plus souvent visités. Toutefois, il est également essentiel d'augmenter les zones de forêt par une bonne administration des forêts classées, dont la superficie totale est proche du double de celle des parcs nationaux dans leur ensemble. Les forêts classées recouvrent 3,6 millions d'hectares au total, mais leurs conditions sont généralement médiocres. Il ne sera pas possible de parvenir à une augmentation remarquable de la véritable forêt et à une amélioration des conditions globales de la forêt en Côte d'Ivoire sans une restauration des conditions de la forêt dans ces zones classées.

Des études et des plans de développement de ces forêts classées ont été effectués de manière intensive. Toutefois, l'exécution réelle de ces plans (leur approbation officielle) a été très limitée par le passé, en raison peut-être des limites budgétaires. Si l'exécution de ces plans est encore retardée, il sera nécessaire de les réviser ou de procéder de nouveau à une remise à jour.

D'après les informations, la SODEFOR peut elle-même préparer le budget pour l'exécution de certains plans (à l'heure actuelle, 70% du budget des activités de la SODEFOR est pris en charge par la SODEFOR elle-même). Toutefois, il serait nécessaire d'accélérer ces activités en exécutant les plans les uns après les autres de manière continue. Et le gouvernement aura probablement besoin de considérer la priorité des forêts classées.

(5) Mesure proposée A-3: Suspension de l'abattage du bois des forêts naturelles

L'abattage du bois est contrôlé par la SODEFOR et DPIFR et ce contrôle devient progressivement plus strict. Des activités de reboisement sont également planifiées à grande échelle. Il semble toutefois que les zones de forêt avec de grands arbres n'aient pas été suffisamment augmentées. Il est probable que le volume des arbres diminue encore actuellement en raison de l'abattage du bois, bien que celui-ci ait lieu sous la gestion du gouvernement. Le volume d'arbres présente une différence considérable entre les grands arbres et les jeunes arbres.

Pour l'abattage du bois de la SODEFOR, la superficie totale de forêt naturelle avec activités d'abattage a été estimée approximativement comme suit :

-	Volume de production annuelle par abattage	: 600.000 m ³
-	Production moyenne par arbre	: 2 m ³
-	Nombre d'arbres à abattre en moyenne	: 10 arbres/ha
-	Production moyenne par ha	: 20 m ³ /ha
-	Superficie de forêt pour abattage annuel	: 30.000 ha

Si l'abattage des arbres a lieu dans une forêt d'arbres plantés, les superficies nécessaires pour une même production ne seront plus que de 3.000 à 4.000 ha en raison d'une production élevée par hectare. Bien entendu, la zone de forêt avec des arbres plantés est encore limitée par rapport à la forêt naturelle. Le passage de l'abattage de la forêt naturelle à la forêt plantée n'est donc pas applicable.

Il serait toutefois nécessaire de considérer ce qui suit, pour ce qui est de l'abattage du bois des forêts naturelles:

- Pour une production de seulement 1 à 3 m³, un grand nombre de vieux arbres naturels est perdu.
- L'abattage d'un grand arbre provoque des dommages graves aux autres petits arbres, aux lianes, aux plantes herbacées et à la flore ainsi qu'à de nombreuses espèces de faune.
- Il n'est pas certain que les conditions naturelles avec de grands arbres puissent être réellement rétablies après 20 à 25 ans (une fois que les grands arbres ont été abattus).

En ce qui concerne l'abattage du bois de la DPIFR, la raison pour laquelle l'abattage des arbres naturels est permis dans ces régions, où les grands arbres naturels sont en nombre très limité, semble plus questionnable. Il peut s'agir d'une considération naturelle consistant à augmenter la superficie de la forêt en élargissant la zone avec de grands arbres. Si le système actuel se poursuit, la gestion de la forêt par le gouvernement risque d'être la principale cause de la perte des grands arbres naturels. Le gouvernement a, au contraire, l'obligation de protéger les forêts naturelles.

Il semblerait que l'abattage des grands arbres naturels soit permis en raison de la plantation des arbres des pépinières. Bien que le reboisement soit très significatif pour augmenter les zones de forêt, il ne doit pas remplacer l'abattage des arbres naturels. Les zones avec de jeunes arbres ne peuvent pas être considérées comme forêts pendant au minimum 30 ans ou plus. Il faut un nombre considérable d'années pour qu'un arbre atteigne ses dimensions d'origine. En outre, il est probable que de nombreux arbres plantés ne pourront pas croître avec succès. Les années de croissance minimum des arbres pour atteindre une taille acceptable pour l'abattage sont plus ou moins les suivantes:

- Pin, acacia, etc.: 20 à 30 ans
- Teck, acajou, etc.: 50 à 80 ans

Les bureaux gouvernementaux expliquent qu'il sélectionnent généralement des arbres à croissance rapide (près de 10 ans pour l'abattage). Toutefois, la taille et la qualité de ces arbres ne peuvent pas être équivalentes aux arbres ordinaires pour le bois d'œuvre comme le teck et l'acajou.

Il est également nécessaire de dire que les forêts secondaires et plantées sont très différentes par nature des forêts primaires. Certaines essences d'arbres ne poussent jamais dans les forêts secondaires planifiées. Et un certain nombre de conditions naturelles sont très médiocres dans les forêts secondaires. Plusieurs centaines d'années peuvent s'avérer nécessaires pour restaurer les conditions naturelles.

Par conséquent, il est recommandé de suspendre l'abattage des arbres naturels. En Côte d'Ivoire, un trop grand nombre de grands arbres naturels précieux ont été perdus par le passé. Les bureaux gouvernementaux doivent reconsidérer le système actuel relatif à l'abattage des arbres naturels, bien que l'on puisse comprendre que l'insuffisance budgétaire devienne plus sérieuse.

(6) Mesure proposée A-4: Contrôle et gestion pratiques

La déforestation se produit en raison des facteurs suivants:

- Etablissement dans la forêt de paysans travaillant pour la culture intensive et itinérante dans les plantations de cacao et de café
- Construction de pistes par les travailleurs dans la forêt
- Exploitation irrationnelle de la forêt
- Incendies de forêt
- Abattage incontrôlé et important de bois combustible (bois de chauffage et charbon)
- Plantation avec cultures de rente (café, cacao, palmier à noix de coco, huile de palme, caoutchouc, banane, etc.)
- Abattage pour bois d'œuvre (en particulier pour les exportations)
- Augmentation de la population
- Utilisation du bois combustible et du charbon (environ 10% des familles ivoiriennes cuisinent avec du bois ou du charbon).

Les lois et les règlements concernant la gestion de la forêt sont bien préparés, souvent en référence avec les exemples européens. Toutefois, il semble que l'application de ces règlements ne soient pas suffisamment effective. Il est encore trop tôt pour appliquer des règlements élaborés dans des pays développés, ayant des critères économiques élevés, de styles de vie et de cultures différents, ainsi que des forêts avec des caractéristiques différentes.

Les membres de l'équipe d'étude ont parfois trouvé de grands arbres abattus par les villageois dans les zones rurales durant leurs travaux de reconnaissance sur le terrain. Questionnés sur ces arbres, les villageois ont répondu honnêtement qu'ils vendaient les bûches en ville. Ils savent que les autorités ne peuvent ni leur infliger une amende ni venir les inspecter.

Obliger les populations rurales à sortir de la forêt uniquement par des règlements stricts risque de ne pas être une solution efficace ni pratique. Il serait plus bénéfique, à long terme, d'adopter une gestion plus pratique comme dans les exemples présentés ci-dessous :

- Eduquer les populations sur la nécessité et les avantages de la préservation de la forêt ;
- Préparer des terrains à cultiver (rizières irriguées, si possible) en dehors des zones de forêt ;
- Employer ces populations pour la préservation et la gestion de la forêt ;
- Préparer des terrains appropriés avec des hébergements et installations minimum pour les reloger en dehors de la forêt ;
- Eviter le soutien politique aux paysans illégaux.

(7) Mesure proposée A-5: Reboisement et préparation de pépinières par la population locale et soin continu

A l'heure actuelle, les contractants de l'abattage du bois procèdent aux activités de reboisement dans leurs zones de contrat, où la forêt a disparu en raison de l'abattage ou si la zone est désignée comme future zone de forêt. Bien que des données spécifiques n'aient pu le confirmer, le système actuel ne semble pas suffisant pour restaurer la forêt vers le niveau fixé comme objectif sans que des mesures plus positives ne soient prises, en particulier dans la région nord, non seulement pour la plantation mais également pour les soins de croissance. Une fois les arbres de pépinières plantés, il faudra compter un nombre considérable d'années avant de reconstituer la forêt et, sans soins, les arbres plantés ne peuvent pas atteindre une taille suffisante.

Il serait également nécessaire d'améliorer les activités de reboisement par les populations locales. Dans certains pays d'Asie du Sud-Est, les populations locales participent activement au reboisement. Un exemple est présenté ci-après:

- (a) Les bureaux gouvernementaux (centraux ou régionaux) décident d'une zone proposée pour le reboisement
- (b) Le gouvernement prépare généralement les pépinières pour les arbres, avec les installations et équipements nécessaires et dépêche un expert sur les arbres et le reboisement. La pépinière emploie la population locale pour la culture des arbres sous les directives de l'expert.
- (c) Le bureau gouvernemental responsable du reboisement prépare un plan général et un calendrier.
- (d) Le bureau de la pépinière plante de jeunes arbres de différentes essences et dans des conditions différentes (différents engrais, intervalles, sols, inclinaisons, saisons, etc.) dans des zones pilotes et inspecte la croissance afin de déterminer les plans appropriés pour le reboisement.
- (e) Les populations locales, généralement par unité de village ou d'école, procèdent aux activités de plantation en utilisant les jeunes arbres des pépinières. Elles travaillent généralement comme volontaires et certaines ONG participent occasionnellement aux travaux. Un soutien est parfois obtenu par des parlementaires ou des compagnies privées.
- (f) Une formation des populations locales sur le sens du reboisement est parfois effectuée.

Une méthode similaire pourrait être adoptée en Côte d'Ivoire pour la promotion des activités de reboisement.

(8) Mesure proposée A-6: Etude d'inventaire des forêts et révision de la gestion existante

Une base de données sur les conditions des forêts dans l'ensemble du pays sera nécessaire pour assurer une augmentation stable de la superficie des forêts et du volume des arbres. Il n'est pas sûr que le gouvernement dispose d'une base de données fiable et détaillée des forêts. Il semble toutefois qu'une

base de données globale de la forêt soit indispensable pour confirmer de manière définitive les conditions actuelles de la forêt ainsi que les changements provoqués par l'abattage des arbres et le reboisement.

Une étude d'inventaire peut être requise pour les régions ne disposant pas de suffisamment de données. Une étude périodique pour la mise à jour des données et l'évaluation des activités passées est également nécessaire.

En outre, il semble nécessaire de faire procéder à une révision des plans et des systèmes existants pour la gestion des forêts par une tierce partie. Il est habituel et normal que les bureaux de gestion préparent les plans et les systèmes de gestion dans l'optique de leurs propres bénéfices et non dans celui du pays. Pour le bien du pays et de la population à l'avenir, il serait souhaitable de procéder à une révision des plans le plus rapidement possible. Si le système actuel pose des problèmes significatifs, il sera nécessaire d'améliorer et de réviser les systèmes ou les plans avant que les effets négatifs ne prennent des proportions trop importantes.

17.2.3 Augmentation des zones irriguées

(1) Faible production des cultures agricoles

Les zones cultivées en Côte d'Ivoire couvrent environ 5,8 millions d'hectares. La superficie par fermier-foyer n'est pas particulièrement petite. Il semble toutefois que les terrains agricoles ne soient pas utilisés de manière efficace en général. Bien qu'aucune étude détaillée n'ait été effectuée, le pourcentage des zones de culture non utilisées semble relativement élevé.

En outre, la production ne semble pas très élevée, même sur les terrains cultivés, à l'exception des zones de plantations exploitées par les grandes compagnies ou une entreprise publique disposant de plus de connaissances et d'expériences. Les raisons suivantes jouent un rôle considérable :

- Soils relativement médiocres pour la culture;
- Agriculture de style européen, avec cultures principalement sur terre ;
- Insuffisance du budget pour le remblaiement des terrains et les engrais pour les grands terrains ;
- Manque de connaissances et d'expérience pour l'usage efficace des terres agricoles.

Le tableau ci-dessous présente une comparaison entre les rendements agricoles en Afrique tropicale et en Asie tropicale (Source : FAO 1990).

Type de cultures	Asie tropicale (t/ha)		Afrique tropicale (t/ha)	
	1970	1990	1970	1990
Riz	1,8	3,6	1,3	1,5
Mais	1,2	2,7	1,1	1,5
Sorgho	0,54	0,97	0,83	0,75
Millet	0,45	0,77	0,66	0,69
Manioc	8,5	11,3	6,7	7,6

Remarque: Le manioc n'a que peu de calories (1/7 du riz) et une faible teneur en protéines comparés aux autres cultures.

Ce tableau montre que les taux de production sont beaucoup plus élevés en Asie et que la production de riz par hectare est beaucoup plus importante que celle des autres cultures.

(2) Nécessité d'augmenter la production et la superficie agricole

Parmi toutes les terres cultivées, environ 40% sont utilisées comme terrains agricoles (cultures vivrières) et 60% pour les plantations (cultures de rapport). Les terrains agricoles actuels représentent approximativement 2,4 millions d'hectares. Les terrains agricoles requis en 2015, en prenant pour hypothèse le niveau actuel de production par hectare, ont été calculés sur la base de l'augmentation de la population de la manière suivante:

- Production moyenne des cultures : 1,0 t/ha ;
- Consommation des cultures : 250 kg/personne/an ;
- Population en 2015 : 27 millions ;
- Production de culture requise (2015): 6,75 millions de tonnes ;
- Terrains agricoles requis pour les cultures : 6,75 millions ha.

Sans augmenter la production moyenne de culture par hectare, il est nécessaire d'augmenter la superficie des terrains agricoles de 2 ou 3 fois par rapport aux superficies actuelles. Si le pourcentage de terrains inutilisés est pris en considération, la superficie requise peut atteindre plus de 5 fois la zone actuelle.

(3) Nécessité d'augmenter les superficies irriguées (pour l'augmentation de la zone de forêt)

Les superficies irriguées ne représentent que 1 à 2% de la superficie totale cultivée à l'heure actuelle. Ces superficies ont augmenté par le passé puisqu'elles n'étaient que de 20.000 ha en 1970, pour passer à 38.000 ha en 1975, 58.000 ha en 1980 et 64.000 ha en 1985. Toutefois, l'augmentation depuis 1985 ne semble pas considérable. L'eau d'irrigation est utilisée pour les rizières, la canne à sucre, les arbres fruitiers et les légumes. Les rizières irriguées ne représentent que 20.000 à 25.000 hectares au total et la plupart d'entre elles sont de petite envergure.

L'augmentation de la superficie d'irrigation n'est pas seulement un problème de production agricole mais concerne également la préservation de la forêt. Les raisons pour lesquelles l'augmentation des zones irriguées est nécessaire pour la zone de forêt sont expliquées ci-dessous.

Autrefois, une des principales causes de la réduction des forêts était l'implantation de populations dans les zones boisées. Ces populations abattaient de nombreux arbres et les remplaçaient par des terres agricoles pour la culture et l'habitation. Ce genre d'implantation ne semble pas devoir se reproduire, tout au moins sur une aussi vaste échelle, si les fermiers ont des connaissances et une expérience suffisantes de la culture des basses terres, notamment du riz irrigué.

La comparaison générale des capacités de production entre le riz des terres hautes et le riz irrigué est présentée dans le tableau suivant:

Description	Riz des hautes terres	Riz irrigué
Production	1,0 t/ha	2,5 t/ha*
Utilisation durable des terrains	10 années de repos après 2 utilisations	Utilisation continue
Taux de capacité total	1	12,5 fois (=2,5x10/2)

* : Estimation conservatrice (3,5 t/ha est possible).

La production de riz irrigué est extrêmement supérieure non seulement du point de vue de la production elle-même mais également pour une utilisation effective des terrains. Si les cultures sur les hautes terres sont remplacées par des rizières irriguées, des changements remarquables pourront être enregistrés.

Le riz irrigué peut pousser normalement même sur des zones aux sols pauvres, impropres aux autres cultures. En outre, les terrains inutilisés seront considérablement réduits car le riz irrigué peut être cultivé dans le même champ tous les ans sans qu'il soit nécessaire de changer.

L'augmentation des rizières irriguées permettra d'obtenir un pourcentage de production remarquablement élevé, car le riz irrigué peut produire au minimum 3 à 5 t/ha. Le riz non-irrigué actuel ne peut produire que 1 à 1,5 t/ha/an. En outre, la production de riz irrigué pourra atteindre 6 à 10 t/ha/an si de l'eau est disponible pour une seconde récolte dans l'année. Le cycle du riz de l'ensemencement à la culture est généralement de 4 mois. Certaines régions de l'Asie du Sud-Est peuvent même effectuer trois récoltes par an.

(4) Exigences en eau pour l'irrigation

L'exigence en eau pour le riz est différente selon les conditions, parmi lesquelles le climat, les sols, la superficie et le système d'irrigation. On estime que les exigences d'approvisionnement en eau pour le riz irrigué sont d'environ 0,1 à 0,15 m³/s sur une moyenne de 100 hectares. Si le cycle de l'ensemencement à la culture prend 4 mois, le volume total d'eau exigé sera de 1,0 à 1,5 millions de m³. Un cours d'eau ayant un débit fiable de plus de 0,15 m³/s n'est pas un grand cours d'eau.

(5) Mesure proposée B-1 : Etude d'inventaire et étude des zones d'irrigation proposées

La première étape dans le but d'augmenter les zones irriguées et la production pourrait consister en une étude d'inventaire et une étude sur les zones d'irrigation proposées. Les trois catégories suivantes pourraient être déterminées comme zones d'irrigation proposées:

- (a) Zones d'irrigation existantes ;
- (b) Zones de culture existantes, mais utilisées pour d'autres cultures ;
- (c) Zones inutilisées (autres zones).

Une étude spécifique est nécessaire en raison des différents facteurs tels que la disponibilité de l'eau, la forme des terrains, l'utilisation des terres, les sols, etc.

Sur la base de cette étude d'inventaire, il sera ensuite nécessaire de préparer un plan définitif et un calendrier d'exécution des projets d'irrigation, incluant la rénovation des installations existantes.

(6) Mesure proposée B-2 : Développement de l'irrigation à petite échelle

Même dans le cas d'un cours d'eau se tarissant pendant la saison sèche, le problème ne sera pas important si le cours d'eau offre un emplacement approprié pour la construction d'un réservoir ou d'un étang pour stocker l'eau pendant la saison des pluies. En outre, si l'eau n'est pas suffisante pour le riz irrigué, elle peut être utilisée pour d'autres cultures comme le maïs, la canne à sucre ou pour les légumes.

Toutefois, les projets de développement sur des superficies supérieures à plusieurs centaines d'hectares entraînent des travaux de grande envergure et des coûts élevés. Ces projets sont difficiles à réaliser sans un financement important ou des dons étrangers. Ils peuvent être exécutés mais leur réalisation demande une longue période.

Il est généralement vrai que les réservoirs ou étangs de stockage de grandes dimensions sont plus efficaces pour l'utilisation de l'eau en raison d'un plus grand volume de régulation. Toutefois, une planification et une gestion plus fiables sont également nécessaires pour une utilisation effective de l'eau dans le cas de grandes structures de stockage. À en juger par les capacités actuelles de gestion des fermiers, il ne semble pas qu'un développement à grande échelle soit toujours efficace, puisqu'il entraîne au contraire la possibilité d'un usage inefficace.

Le développement de petits étangs d'irrigation peut présenter des difficultés moindres aussi bien sur le plan technique que sur le plan du financement.

(7) Mesure proposée B-3: Amélioration des installations et des systèmes d'irrigation

L'utilisation efficace de l'eau d'irrigation est un élément essentiel pour l'augmentation de la production par hectare. L'augmentation de la zone d'irrigation avec des installations et une gestion appropriées peut contribuer largement non seulement à l'augmentation de la production agricole mais également à la prévention de l'invasion des terres cultivées dans les forêts.

De nombreuses mesures peuvent être prises pour l'amélioration et elles devront prendre en considération les conditions individuelles concernant les installations, le climat, la disponibilité de l'eau, les sols, le budget, la forme des terrains, etc. Des exemples de mesures pour l'amélioration des installations et des systèmes d'irrigation sont indiqués ci-après :

- Réalignement et amélioration du système de canaux existant ;
- Revêtement des canaux ou remplacement des canaux ouverts par des canalisations ;
- Amélioration de la prise d'eau et des installations de distribution ;
- Construction de petits ponts ;
- Usage répété de l'eau ;
- Utilisation de l'eau de drainage des villes et villages.

(8) Mesure proposée B-4 : Développement des ressources en eau pour l'irrigation

Il est essentiel de trouver des ressources en eau pour l'irrigation. Le développement des ressources en eau pour l'irrigation est généralement effectué à partir de la prise d'eau d'un barrage ou d'un fleuve. La

construction d'un barrage est généralement onéreuse mais un usage plus fiable et plus efficace de l'eau peut être espéré. Alors que la prise d'eau d'un fleuve n'est généralement pas chère, la fiabilité et les capacités sont souvent faibles. La sélection entre les options barrage et prise d'eau du fleuve dépend de diverses conditions.

Il existe, d'autre part, deux catégories de base pour le développement des ressources en eau en Côte d'Ivoire, comme le montre la liste ci-dessous:

- (a) Développement de nouvelles ressources en eau ;
- (b) Rénovation ou usage intégré des barrages existants.

Cette dernière mesure peut être plus significative pour le pays à présent. Bien qu'il n'existe pas un inventaire détaillé précis des barrages existants, il est probable que parmi tous les barrages construits pour des usages agricoles, près de la moitié soit abandonnés ou ne fonctionnent pas à présent. Si la construction de nouveaux barrages est nécessaire, il semblerait toutefois que la rénovation des barrages existants permettent une économie au niveau des coûts. La plupart des barrages à usage agricole ont été construits avant 1980 et seul un petit nombre d'entre eux a été construit depuis. Outre la rénovation, l'exploitation intégrée des barrages au niveau du bassin devra être nécessairement étudiée.

L'augmentation des superficies d'irrigation ne pourra être réalisée sans un approvisionnement stable en eau.

(9) Mesure proposée B-5: Etablissement d'une politique et d'une stratégie définies par le Gouvernement

Même si les personnes et les organisations concernées peuvent reconnaître la nécessité et l'efficacité de l'irrigation, il est difficile de la promouvoir sans appui gouvernemental. En Côte d'Ivoire, le riz doit actuellement être importé pour satisfaire la demande.

Si le gouvernement peut définir une politique et des stratégies ou un plan pour l'augmentation de la culture irriguée du riz, les organisations concernées pourront prendre les actions pratiques nécessaires.

17.2.4 Gestion pour une utilisation effective des terrains

(1) Nécessité d'une utilisation effective des terrains

Il n'existe ni plan général ni plan détaillé d'utilisation des terrains en Côte d'Ivoire à l'heure actuelle. Il serait nécessaire d'élaborer un plan d'utilisation des terres pour la gestion des bassins versants ainsi que pour d'autres objectifs, parmi lesquels le développement des ressources en eau et le développement régional. Le plan de reboisement est également considéré comme faisant partie du plan d'utilisation des terrains.

(2) Mesure proposée C-1: Plan d'utilisation des terrains tenant compte de la conservation de l'eau dans le bassin en amont

Le plan d'utilisation des terrains devra être élaboré en tenant compte de la fonction de conservation de l'eau dans le bassin en amont. Il est évident que l'eau s'écoule du bassin en amont au bassin en aval. Si l'eau est conservée ou stockée dans le bassin en aval, ce volume d'eau ne pourra être utilisé que dans le bassin en aval et il sera difficile et onéreux de la conduire au bassin en amont. Le plan d'utilisation des terrains devra par conséquent être élaboré comme suit:

- (a) Le plan de conservation de l'eau devra être élaboré avec priorité au bassin en amont.
- (b) L'usage intensif de l'eau dans le bassin en amont devra être contrôlé en tenant compte de l'utilisation dans le bassin en aval. C'est-à-dire qu'un certain volume d'eau devra être assuré pour être libéré et utilisé dans le bassin en aval.

(3) Mesure proposée C-3: Plan d'utilisation des terrains prenant en considération l'effet du taux d'utilisation de l'eau des fleuves

Il est proposé d'élaborer un plan d'utilisation des terrains en prenant en considération l'effet du taux d'utilisation de l'eau des fleuves. En d'autres termes, le développement de l'utilisation des terrains qui utilisent une grande quantité d'eau à partir du plan d'eaux de surface devra être équilibré dans le bassin versant. L'usage intensif de l'eau dans un bassin limité provoquera des coûts de développement plus élevés.

Le taux d'utilisation de l'eau des fleuves est calculé de la manière suivante:

$$U_r = V_s/V_d/V_t$$

dans laquelle U_r : Taux d'utilisation

V_s : Volume d'approvisionnement en eau du fleuve

V_d : Volume de la demande en eau du fleuve

V_t : Volume d'écoulement total de l'eau du fleuve (général dans l'objectif d'une année de sécheresse)

Le taux d'utilisation augmente généralement par rapport à l'augmentation de la demande. Le taux d'utilisation global au Japon est d'environ 30%, par exemple, ce qui est relativement élevé par rapport aux autres pays.

L'augmentation du taux d'utilisation peut devenir plus onéreuse si le taux d'utilisation actuel est élevé. Le volume de stockage requis pour le développement d'un volume unitaire (1 m³/s) d'eau augmente considérablement conformément à l'augmentation du taux d'utilisation. Il est impossible d'obtenir 100% de taux d'utilisation du point de vue non seulement des difficultés techniques mais également pour ce qui est de la faisabilité économique. Il est probable qu'un taux d'utilisation de moins de 10% sera raisonnable dans la plupart des pays en voie de développement, y compris en Côte d'Ivoire. Le taux d'utilisation de l'eau actuel en Côte d'Ivoire (sans compter l'hydro-électricité qui ne consomme pas d'eau) pour les eaux des fleuves et de surface est inférieur à 2%. Toutefois, la demande future (2015) en

eau de surface a été estimée à plus de 10% de la moyenne des eaux de surface disponibles. Le pourcentage varie considérablement par région ou par fleuve. Et le potentiel diminue de façon importante pendant les années de sécheresse, le taux d'utilisation devenant alors beaucoup plus élevé.

(4) Mesure proposée C-3: Plan d'utilisation des terrains prenant en considération la réduction des terres dévastées et les terrains non utilisés

Il semblerait que de vastes étendues ne soient pas utilisées de manière effective. En d'autres termes, les terrains de Côte d'Ivoire sont largement dévastés ou inutilisés. Si une classification sur l'utilisation actuelle des terrains est préparée, on trouvera certainement que plus de 50% des terrains ne sont pas utilisés efficacement. Ces zones comprennent évidemment ce qui suit :

- (a) Pente abrupte et montagne ;
- (b) Zone ou forêt protégée ;
- (c) Zone habituellement inondée.

Il est raisonnable de ne pas utiliser ces terrains. Toutefois, il existe de vastes zones de terres agricoles qui sont cultivées une fois pendant quelques années et utilisées avec une très faible productivité, outre les terrains qui sont abandonnés pour diverses raisons.

Des pertes importantes sont à prévoir si ces conditions sont laissées telles quelles. Le problème doit être reconnu comme sérieux et une explication simple en est donnée ci-dessous.

	Terrains (utilisés)	Terrains (non utilisés)	Augmentation nécessaire de la productivité des terrains (utilisés): 100% actuellement	
			Augmentation de 100% de la production	Augmentation de 200% de la production
Avenir, Cas 1	75%	25%	133%	266%
Avenir, Cas 2	50%	50%	200%	400%
Avenir, Cas 3	25%	75%	400%	800%

Remarque : Les terrains actuels (utilisés) sont supposés être les mêmes que le cas 2.

S'il est nécessaire de doubler la production (augmentation de 100%) à l'avenir, il sera nécessaire de doubler la productivité (augmentation de 100%) dans le cas 2 (le pourcentage d'utilisation des terrains reste inchangé), mais de la faire augmenter uniquement de 33% dans le cas 1 (lorsque le pourcentage d'utilisation des terrains a augmenté de 50%).

Comme l'indique le tableau, l'augmentation du pourcentage des terrains utilisés montre l'importance de l'augmentation de la production. Cette augmentation sans accroissement de la superficie des terrains utilisés sera difficile et onéreuse.

(5) Mesure proposée C-4: Promotion du développement environnemental des plans d'eau et des zones alentours (à inclure dans la planification d'utilisation des terrains)

En Côte d'Ivoire, la préservation de l'environnement ne semble pas être un problème commun à la population. Seul un petit nombre de personnes reconnaît l'importance de la préservation de

l'environnement. Cet état de choses devrait toutefois changer progressivement. Dans 10 ou 20 ans, la plupart des gens reconnaîtront l'importance de la préservation de l'environnement.

Il sera alors plus acceptable d'exécuter la préservation environnementale des plans d'eau et des alentours à l'avenir. La préservation de l'environnement contribue directement et indirectement à la conservation et à l'amélioration des bassins versants, qui devrait être incluse dans la planification de l'utilisation des terrains.

(6) Mesure proposée C-5: Création d'une base de données de l'utilisation des terrains

D'après les informations obtenues auprès des autorités gouvernementales concernées, il n'existe pas de données détaillées d'utilisation des terrains en Côte d'Ivoire. Si l'on trouve des cartes de végétation, des sols, des forêts et des cartes géologiques, des cartes d'utilisation des terrains n'ont pas encore été élaborées à l'heure actuelle.

Il serait nécessaire d'étudier l'utilisation des terrains en détail. Les images satellites ou les photographies aériennes seront nécessaires à cette préparation. Les conditions réelles d'utilisation des terrains devront être confirmées sur le terrain. Une carte générale d'utilisation des terrains à l'échelle 1/500.000 sera tout d'abord suffisante. Il serait souhaitable que les changements d'utilisation soit confirmés par des mises à jour périodiques des cartes, si possible à des intervalles de 10 ans.

La carte d'utilisation des terrains et la base de données pourront être utilisées pour différents objectifs, y compris les plans et les analyses de la gestion des bassins versants. Le système GIS devra être utilisé dans une pleine mesure pour l'élaboration de la base de données.

(7) Mesure proposée C-6: Etablissement de règles d'utilisation des terrains pour la préservation des bassins versants

Il existe certaines restrictions dans les zones protégées, où l'utilisation des terrains est en principe interdite. Des informations ont été également obtenues d'après lesquelles l'utilisation des terrains dans le centre urbain n'est réglementée que pour certains objectifs. Toutefois, la plupart des terrains ne peuvent pas être contrôlés pour leurs objectifs d'utilisation.

Il peut être nécessaire d'étudier et de préparer des règlements sur l'utilisation des terrains en considérant la préservation des bassins versants. La restauration des fonctions naturelles ne pourra plus être effectuée si ces fonctions ont été détruites par les activités humaines. Les terrains devront être classifiés en catégories comme les zones résidentielles, les zones de culture, les zones de forêt, etc. Des règlements sur l'utilisation des terrains devront absolument être élaborés également dans des catégories individuelles.

(8) Mesure proposée C-7: Utilisation des zones de plantation pour d'autres objectifs

Il existe de larges plantations de café, de cacao, de palmiers, etc., et nombre d'entre elles sont situées dans les zones de forêt. Il est certainement important de conserver une bonne production dans ces zones de plantations pour l'économie de Côte d'Ivoire.

Toutefois, il pourra s'avérer nécessaire de remplacer certaines de ces plantations existantes par des forêts ou pour d'autres objectifs, du point de vue global de l'utilisation appropriée des terrains. Dans ce cas, il est actuellement difficile de procéder au remplacement en considérant le fait de l'utilisation à long terme par le passé.

Pour atteindre des utilisations appropriées des terrains dans les zones de plantation existantes, il serait raisonnable de prendre les mesures suivantes:

- (a) La vie d'une plantation a généralement lieu par cycle de 15 à 20 ans.
- (b) Le gouvernement passe un contrat ou un accord avec les propriétaires des zones de plantation pour utiliser les terrains (ces terrains appartiennent officiellement à l'Etat). Dans cet accord, le propriétaire peut utiliser les terrains pour la plantation, au moins jusqu'à la durée de vie de la plantation existante.
- (c) Pour ce qui est de la période après la fin de l'accord, il est nécessaire d'élaborer des conditions ou des plans lorsque l'accord est signé. Par conséquent, le gouvernement doit étudier et formuler un plan d'utilisation des terrains avant de procéder aux négociations.

D'autres idées en option peuvent également être données pour les possibilités de changement des utilisations des terrains dans les plantations existantes.

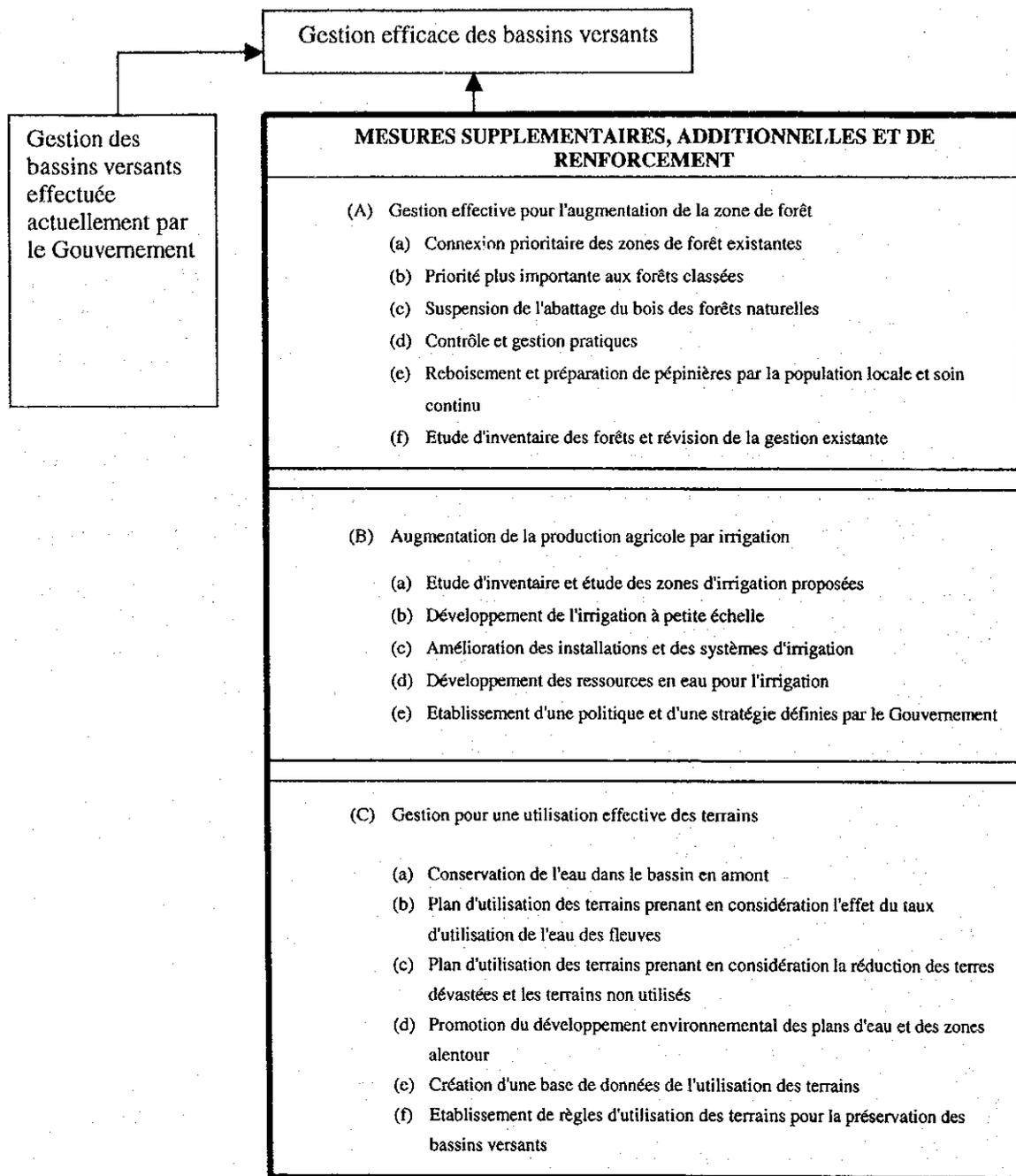


Figure 17.2-1 Résumé des mesures proposées pour la gestion des bassins versants

Tableau 17.2-1 Précipitations annuelles moyennes sur 10 ans dans les emplacements représentatifs

No. de la division	Nom de la division	Nom de la station	Zone climatique	Unité	1900-1909	1910-1919	1920-1929	1930-1939	1940-1949	1950-1959	1960-1969	1970-1979	1980-1989	1990-1999	Moy.
I	Sassandra	Guiglo	I	mm			1.687	1.708	1.643	1.662	1.735	1.617	1.560	1.713	1.666
				%			101	103	99	100	104	97	94	103	100
II	Bandama	Korhogo	III	mm	1.548	1.326	1.339	NA	1.318	1.398	1.412	1.295	1.236	1.178	1.339
				%	116	99	100	NA	98	104	105	97	92	88	100
		Bouaké	III	mm		1.258	1.264	1.201	1.185	1.189	1.129	1.020	1.138	983	1.152
				%		109	110	104	103	103	98	89	99	85	100
III	Comoé	Grand Lahou	I	mm			1.671	1.589	1.654	2.041	1.747	1.562	1.297	1.535	1.637
				%			102	97	101	125	107	95	79	94	100
		Abengourou	II	mm			1.360	1.355	1.275	1.402	1.461	1.256	1.339	1.270	1.340
				%			101	101	95	105	109	94	100	95	100
IV	Niger	Odienne	III	mm			1.778	1.557	1.606	1.668	1.598	1.547	1.246	1.294	1.537
				%			116	101	104	109	104	101	81	84	100
V	Volta noire	Boua	III	mm			1.167	1.103	978	1.184	1.167	1.001	980	1.008	1.074
				%			109	103	91	110	109	93	91	94	100

- I. Climat tropical (Zone sud)
- II. Climat centrale (zone centrale)
- III. Climat de savane (zone nord)

Figure 17.2-2 Changements des précipitations de la zone sud, climat tropical

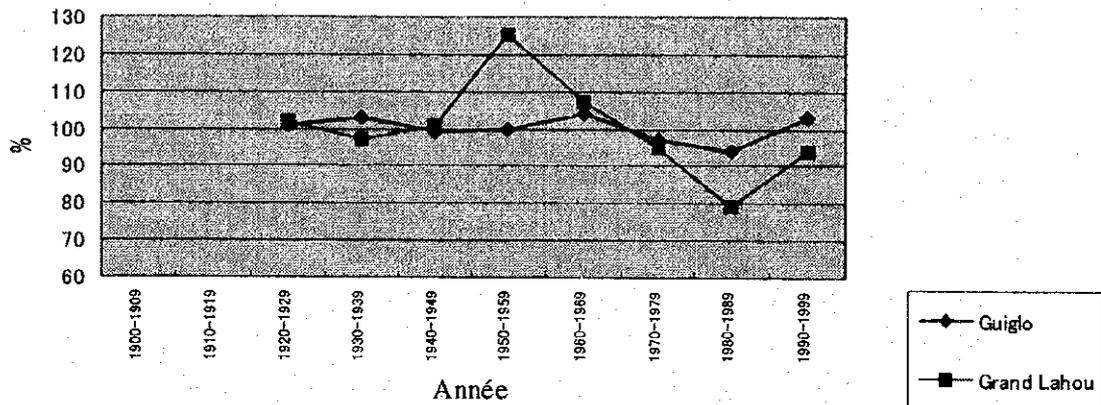


Figure 17.2-3 Changements des précipitations de la zone centrale

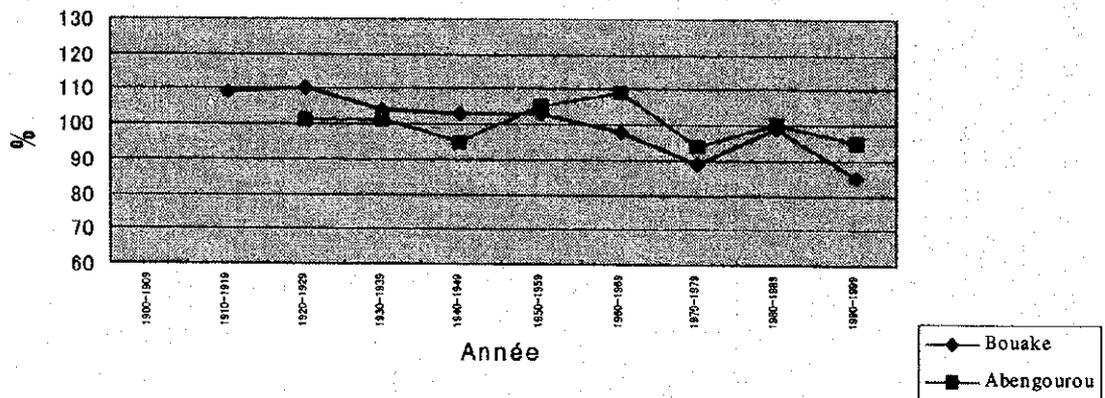
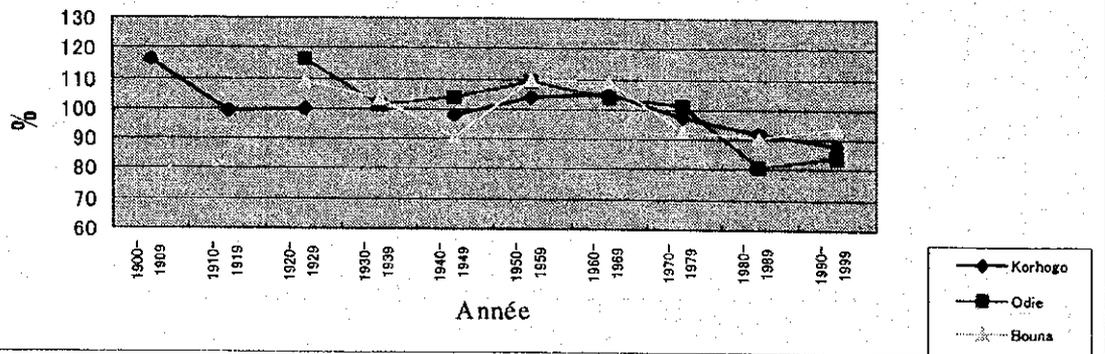
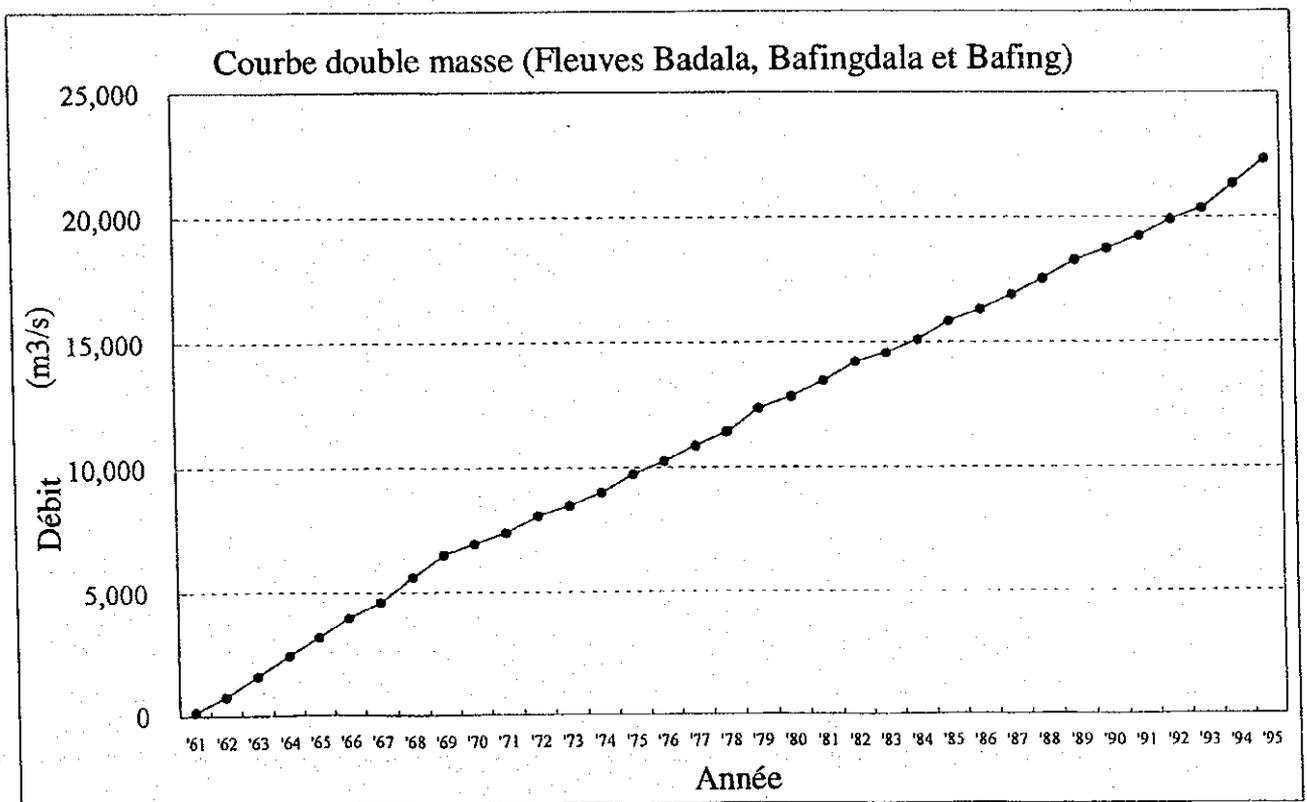
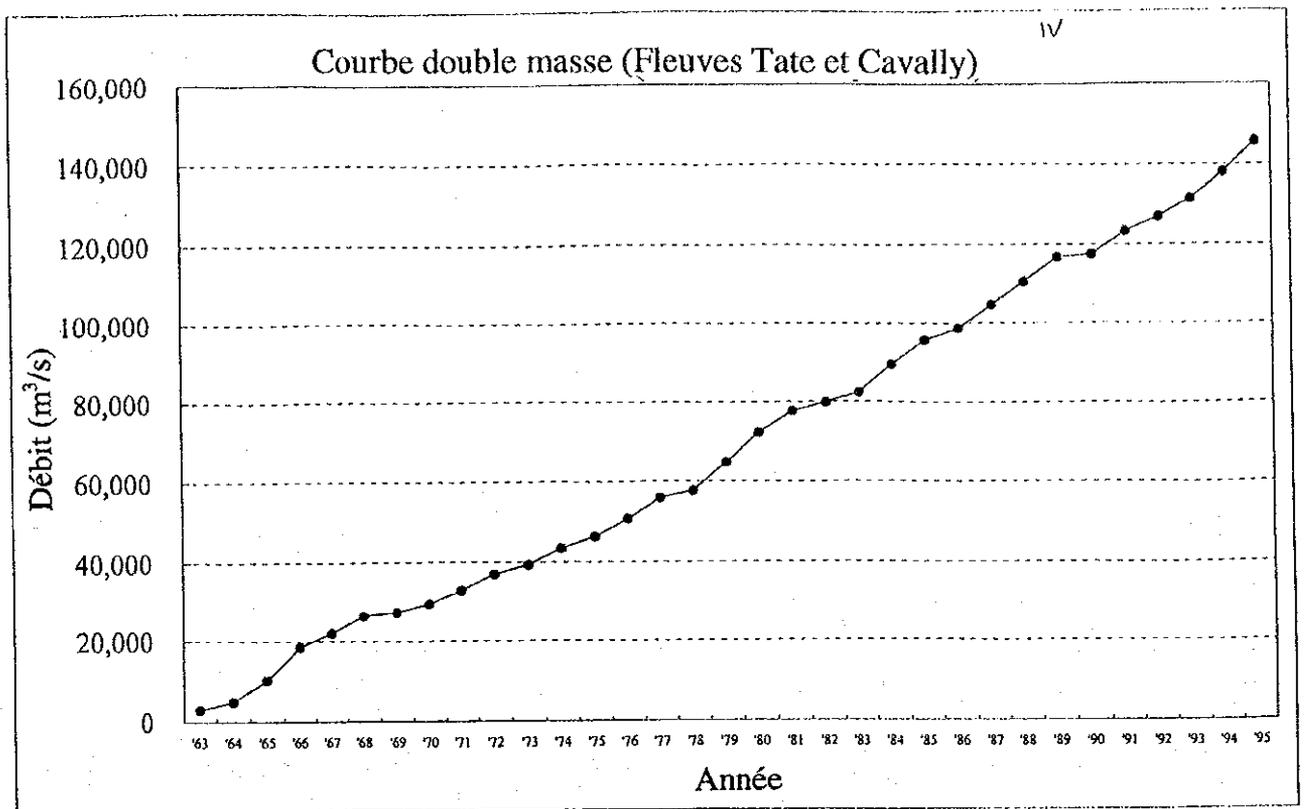


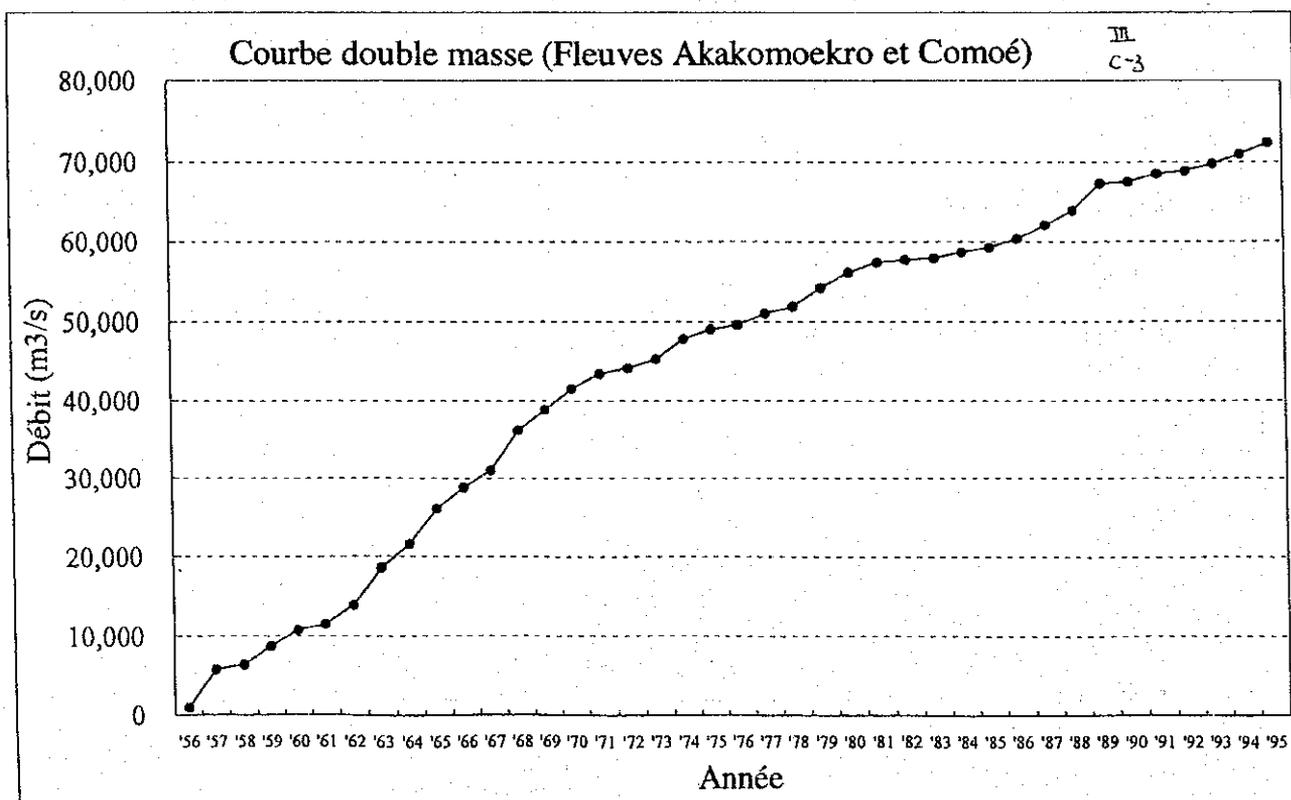
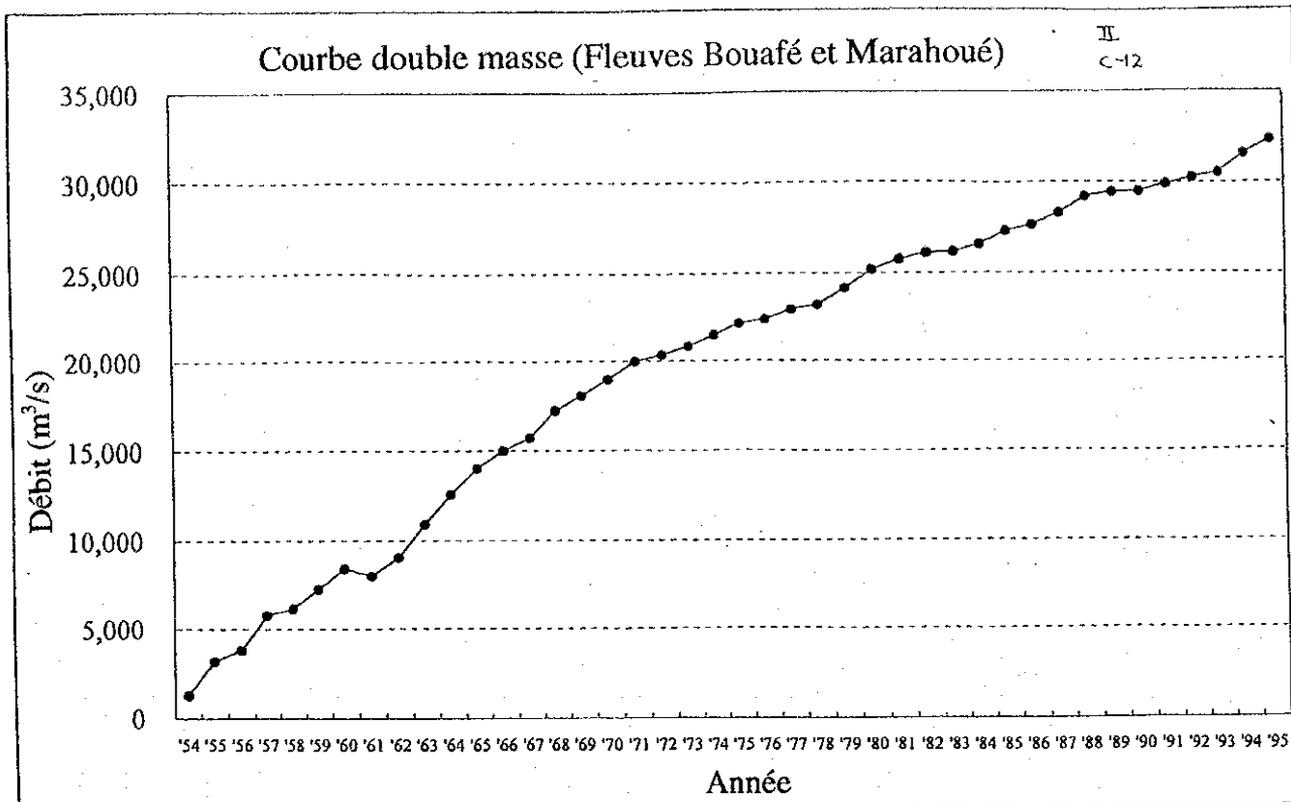
Figure 17.2-4 Changements des précipitations de la zone nord, climat de savane





Remarque: Ces stations sont situées dans la région ouest, avec de vastes zones de forêt dense.

Figure 17.2-5 Courbe double masse du débit annuel aux stations de mesure représentatives de type A (Fleuves sans diminution de débit)



Remarque: Ces stations sont situées dans les régions centrale et est, avec de moindres zones de forêt.

Figure 17.2-6 Courbe double masse du débit annuel aux stations de mesure représentatives de type B (fleuves avec diminution de débit)

CHAPITRE 18 OPERATION ET MAINTENANCE DES INSTALLATIONS DE CONTROLE DE L'EAU

18.1 Nécessité et objectifs pour l'opération et la maintenance efficaces des installations de contrôle de l'eau

Lorsque la demande en eau augmente ou en cas d'insuffisance en eau, il est nécessaire d'augmenter la capacité d'approvisionnement en eau. Toutefois, en raison du potentiel limité des ressources en eau, certaines mesures doivent être prises, comme indiqué ci-dessous:

- Augmentation de la capacité de stockage de l'eau, généralement par la construction de barrages ;
- Dérivation de l'eau des autres fleuves ou stockage de l'eau ;
- Opération et maintenance (O.M.) efficaces des installations de contrôle de l'eau ;
- Utilisation efficace de l'eau par les usagers (pour réduire les pertes).

En d'autres termes, des activités O.M. efficaces font partie des mesures nécessaires pour augmenter la capacité d'approvisionnement en eau par rapport à une augmentation de la demande. Les projets de développement des ressources en eau, comme la construction de barrages et la construction de conduites d'eau, sont onéreux et demandent un certain temps pour leur réalisation. L'opération et la maintenance efficaces de l'eau offrent une solution pratique, en particulier dans le cas où le budget destiné au développement est limité.

En Côte d'Ivoire, les bureaux gouvernementaux ou les sociétés et personnes individuelles développent les ressources en eau principalement par eux-mêmes pour leur propre usage. Les activités O.M. sont également effectuées par ces bureaux mêmes ou leurs organismes connexes. Le territoire des organisations de contrôle de l'eau est généralement démarqué de la manière suivante:

- (a) Approvisionnement en eau agricole : Société, individu, association de paysans (sous la tutelle du PNR du Ministère de l'Agriculture et des Ressources animales, ANADER, etc.)
- (b) Approvisionnement en eau urbaine : SODECI (Société privée sous la tutelle de la Sous direction de l'Hydraulique Urbaine du Ministère des Infrastructures)
- (c) Approvisionnement en eau rurale : Sous direction de l'Hydraulique Villageoise du Ministère des Infrastructures
- (d) Energie hydro-électrique : CIE (Société privée sous la tutelle du Ministère des Mines et de l'Energie)

En général, les sociétés privées effectuent des activités O.M. efficaces et fiables de leurs installations, bien que certains problèmes soient à relever pour une amélioration ultérieure et des

utilisations plus efficaces de l'eau. Par ailleurs, les activités O.M. pour l'approvisionnement en eau rurale et les usages agricoles présentent un certain nombre de problèmes pour une amélioration future, problèmes principalement dus aux raisons suivantes :

- (a) Petite envergure des ouvrages, et dispersés dans de nombreux emplacements.
- (b) Absence de revenus de ces opérations.
- (c) Insuffisance du budget de réparation et de maintenance pour les usagers.
- (d) Insuffisance de connaissances pour les opérations (les usagers étant les opérateurs).

L'opération et la maintenance des structures et installations sont effectuées afin d'assurer l'atteinte de leurs objectifs. Elles incluent la gestion des installations ainsi que l'observation, le contrôle et les opérations pour les différents objectifs, comme le contrôle des inondations et l'approvisionnement en eau. La construction des installations ne peut être considérée comme réussie que lorsque toutes ces tâches sont effectuées de manière fiable et en toute sécurité.

18.2 Classification des installations de contrôle de l'eau

Les installations de contrôle de l'eau sont généralement situées à l'intérieur ou le long d'un plan d'eau. Ce sont des barrages, déversoirs, digues/levées, seuils d'écluse, vannes d'arrêt, etc., qui contribuent au bien public par le débit d'eau pour satisfaire à la demande et/ou suppriment ou atténuent les problèmes environnementaux, notamment en ce qui concerne la qualité de l'eau.

Les installations de contrôle de l'eau peuvent généralement être classifiées à partir des points de vue suivants :

- (a) Objectif d'utilisation ;
 - Irrigation ;
 - Energie hydro-électrique ;
 - Pêche ;
 - Transport/navigation ;
 - Approvisionnement en eau ;
 - Contrôle des inondations ;
 - Loisirs ;
 - Conservation/amélioration de l'environnement (amélioration de la qualité de l'eau, etc.).

(b) Type de structures/installations

- Barrage (avec installations attenantes) ;
- Prise d'eau/déversoir (avec porte, pompes, gravité/trop-plein) ;
- Porte amont/vanne d'arrêt/canal d'écoulement ;
- Digue/revêtement ;
- Seuil d'écluse ;
- Tunnel de voie navigable/canalisation ;
- Centrale hydro-électrique ;
- Canal (avec installations de contrôle) ;
- Forages ;
- Vantail de porte d'écluse (n'existe pas en Côte d'Ivoire) ;
- Usine de traitement de l'eau ;
- Usine de traitement des égouts, etc. .

Parmi les deux classifications indiquées ci-dessus, la classification par objectif d'utilisation a été adoptée pour la présente étude étant donné qu'en Côte d'Ivoire, les installations d'utilisation de l'eau sont gérées individuellement par secteur respectif d'utilisation. Par conséquent, les informations et les données concernant O.M. ont été collectées dans les bureaux des différents secteurs. Et il serait compréhensible pour les personnes de Côte d'Ivoire de classer les installations sur la base des systèmes de gestion qui ont été utilisés par le passé.

La classification des installations de contrôle de l'eau sera effectuée de manière suivante pour l'étude d'activités O.M. efficaces:

(a) Installations agricoles

- Irrigation
- Eau pour pisciculture
- Eau pour l'élevage

(b) Installations d'approvisionnement en eau rurale

(c) Installations d'approvisionnement en eau urbaine

- (d) Installations hydro-électriques
- (e) Autres (navigation, contrôle des inondations, loisirs, etc.)

Parmi celles-ci, la catégorie "Autres" n'est pas significative et ses installations sont très limitées en Côte d'Ivoire. Par conséquent, l'étude portera uniquement sur les quatre principales catégories.

En Côte d'Ivoire, toutefois, l'installation de contrôle de l'eau la plus représentative peut être le barrage. Il existe en effet près de 600 barrages et certains ont une envergure considérable. Comparés aux autres structures et installations, le volume d'eau contrôlé par les barrages est très important et les effets sur la capacité d'approvisionnement en eau sont significatifs. Par ailleurs, il existe de nombreuses autres installations de prise d'eau en dehors des barrages, principalement pour l'irrigation. Le nombre d'installations de prise d'eau connaîtra une augmentation remarquable à l'avenir, proportionnellement à la forte augmentation de la demande en eau, notamment pour l'irrigation. Il sera par conséquent nécessaire de faire attention principalement aux barrages et secondairement aux installations de prise, qui comprennent les déversoirs et les installations de pompage. Certaines études et suggestions de référence seront préparées pour les autres types d'installations.

18.3 Opération et maintenance proposées pour les installations de contrôle de l'eau

18.3.1 Liste des principaux éléments pour l'opération et la maintenance

Les activités O.M. des installations de contrôle de l'eau sont expliquées respectivement pour les installations agricoles, les installations d'approvisionnement en eau rurale, les installations d'approvisionnement en eau urbaine et les installations hydro-électriques dans les sous-sections suivantes. Les mesures proposées sont sélectionnées comme résultats d'une révision globale des conditions existantes, qui ont été principalement obtenues par des enquêtes verbales auprès des responsables des bureaux concernés. Les mesures proposées sont indiquées dans la liste ci-dessous:

(A) Installations agricoles

- (a) Etablissement de règles et de manuels d'opération ;
- (b) Utilisation efficace des barrages abandonnés ;
- (c) Usage polyvalent des barrages existants ;
- (d) Opération intégrée de plusieurs barrages ;
- (e) Amélioration de la maintenance des canaux et des installations ;
- (f) Amélioration du contrôle de la distribution de l'eau ;

- (g) Création d'associations de fermiers et assistance aux fermiers ;
- (h) Etude d'inventaire des barrages et des systèmes d'irrigation existants .

(B) Installations d'approvisionnement en eau rurale

- (a) Services de maintenance continue fournis par les instances gouvernementales ;
- (b) Assistance pour l'approvisionnement en pièces détachées et consommables ;
- (c) Inspections et directives périodiques;
- (d) Uniformisation des types de pompes ;
- (e) Formation pour O.M.

(C) Installations d'approvisionnement en eau urbaine

- (a) Mesures pour l'extension de la zone de service ;
- (b) Réduction des pertes en eau ;
- (c) Flexibilité des tarifs de l'eau ;
- (d) Education pour l'utilisation de l'eau ;
- (e) Remplacement des compteurs ;
- (f) Maintenance des principales structures et installations.

(D) Installations hydro-électriques

- (a) Réduction des coupures de courant ;
- (b) Amélioration de la maintenance par le Gouvernement ;
- (c) Efforts supplémentaires pour réduire les tarifs de l'électricité ;
- (d) Usage polyvalent des barrages existants.

Ces mesures proposées pour une O.M. efficace sont brièvement présentées dans la Figure 18.3-1.

18.3.2 Mesures pour les installations agricoles

L'opération et la maintenance proposées pour les installations agricoles sont étudiées en prenant pour référence les problèmes actuels exposés ci-dessus. L'exécution des mesures suivantes est recommandée :

(a) Etablissement de règles et de manuels d'opération

Il sera tout d'abord nécessaire d'étudier le statut et les règles d'opération spécifiques pour chaque barrage individuel, chacun des barrages et des structures de prise ayant des conditions différentes. Des règles d'opérations spécifiques devront ensuite être établies individuellement pour les systèmes d'irrigation ou les sources d'eau respectifs. Les règles d'opération devront être simples et faciles, notamment pour les petits barrages et systèmes d'irrigation.

En outre, un manuel O.M. des installations devra également être élaboré. Etant donné que généralement les fermiers n'ont pas un niveau d'éducation très élevé, le manuel devra comporter des illustrations simples pour leur bonne compréhension. Des directives pour utiliser le manuel devront également être fournies.

(b) Utilisation efficace des barrages abandonnés

Il existe de nombreux barrages destinés à l'agriculture et à l'élevage qui ne sont pas utilisés à l'heure actuelle. On compte près de 600 barrages dans le pays et la plupart d'entre eux (plus de 80%) sont construits pour l'utilisation agricole ou l'élevage. Bien qu'aucun relevé détaillé n'ait pu être obtenu, certains barrages peuvent être abandonnés quelques années après leur construction.

Il peut y avoir différentes raisons pour lesquelles ces barrages sont laissés hors d'usage et il serait nécessaire de prendre les mesures suivantes :

- Rechercher les causes de la situation ;
- Réviser les plans et la conception d'origine ;
- Etablir un plan pour utiliser de nouveau le barrage et les installations.

La construction d'un barrage nécessite généralement un budget important et occupe une vaste zone. Il ne semble pas raisonnable de laisser les barrages sans les utiliser ou avec un faible degré d'utilisation.

(c) Usage polyvalent des barrages existants

En Côte d'Ivoire, les barrages/réservoirs sont généralement utilisés pour un seul objectif. La construction et l'opération peuvent être faciles lorsqu'il n'y a qu'un seul objectif et qu'il

n'y a pas d'attention particulière à apporter ni de négociations à mener avec d'autres agences. Toutefois, du point de vue de l'usage efficace de l'eau, les barrages polyvalents sont souhaitables, surtout lorsqu'ils sont de grande envergure.

Bien qu'un certain pourcentage des barrages soit utilisé pour l'irrigation et pour l'eau destinée à l'élevage, il serait nécessaire de les utiliser pour d'autres objectifs, comme par exemple :

- Irrigation + approvisionnement en eau ;
- Approvisionnement en eau + petite énergie hydro-électrique.

En cas d'usage polyvalent, l'opération risque d'être un peu complexe pour les attributions d'usage de l'eau. Dans ce cas, toutefois, un soin plus attentif est pris pour l'usage efficace de l'eau. Les coûts de développement des barrages polyvalents sont généralement plus faibles que le développement individuel d'un barrage avec un seul objectif. L'opération et la maintenance ne sont également pas difficiles si les règles et règlements de fonctionnement sont bien préparés et si des directives sont fournies par les instances responsables.

(d) Opération intégrée de plusieurs barrages

Lorsque plusieurs barrages sont construits sur un même système fluvial, il est nécessaire pour l'utilisation efficace de l'eau de procéder à une opération intégrée par groupe de barrages. L'opération des barrages peut être effectuée avec des capacités de stockage plus importantes pour le contrôle des inondations, l'utilisation de l'eau et la préservation de la qualité de l'eau.

S'il existe trois barrages avec une même capacité de stockage situés à une certaine distance dans le même système fluvial, il est possible d'exploiter ces barrages comme une seule unité par exemple. L'opération pourra éventuellement présenter plus de souplesse et l'approvisionnement en eau être plus fiable. Il n'est évidemment pas toujours efficace d'appliquer une opération intégrée de plusieurs barrages, puisque cela dépend de conditions variées, telles que l'emplacement des barrages, l'équilibre entre leurs envergures, l'emplacement des utilisateurs de l'eau, etc.

L'étude sur l'opération intégrée sera toutefois nécessaire pour un système fluvial comportant plusieurs barrages.

(e) Amélioration de la maintenance des canaux et des installations

D'après les observations faites pendant l'inspection de certains systèmes d'irrigation existants, les canaux ne sont généralement pas très bien entretenus, comme suit :

- La pente du canal n'est pas constante et présente des irrégularités.
- Les croisements des canaux ne sont pas fixes et changent remarquablement.
- Les sédiments dans les canaux ne sont pas suffisamment retirés.
- Des herbes forment une épaisse couverture sur les canaux.

Des travaux de maintenance périodique des canaux seront nécessaires dans la plupart des zones d'irrigation.

Par ailleurs, les installations des canaux ne sont pas bien entretenues dans certains systèmes d'irrigation. Les installations des vannes sont endommagées et fonctionnent peu ou pas du tout en de nombreux endroits en particulier. La distribution de l'eau ne peut pas, par conséquent, être bien effectuée.

Il est sûrement nécessaire de réparer et d'entretenir de manière régulière les installations des vannes. Le budget nécessaire à l'entretien adéquat peut être pris à partir d'une augmentation de la production.

(f) Amélioration du contrôle de la distribution de l'eau

Bien que l'équipe d'étude n'ait pas effectué d'enquête détaillée sur la distribution de l'eau des systèmes d'irrigation, il semblerait qu'un bon nombre d'entre eux ne procèdent pas à une distribution adéquate.

L'eau est généralement prise du côté amont sans approvisionnement raisonnable du côté aval. Une prise excessive en amont provoque souvent des insuffisances d'eau dans les zones d'irrigation en aval. La prise avec priorité dans la zone en amont pendant la saison sèche provoque la coupure de l'approvisionnement en eau dans les zones en aval.

La révision du système de distribution de l'eau des canaux d'irrigation existants et une étude des améliorations à apporter sera nécessaire pour un usage bien équilibré et efficace de l'eau.

(g) Création d'associations de fermiers et assistance aux fermiers

Comme décrit précédemment, la plupart des systèmes d'irrigation ne possèdent actuellement pas d'associations pour O.M. des installations. Il est donc nécessaire d'organiser ces associations pour chaque système d'irrigation respectif ou pour une source d'eau. Il serait également souhaitable qu'une instance gouvernementale ou une société privée ayant passé un contrat avec le gouvernement puisse fournir périodiquement une formation et des directives aux fermiers. Concrètement, cette instance ou ce bureau pourra aider les fermiers pour l'opération et la maintenance

efficaces des installations agricoles et régler les différents problèmes auxquels les paysans sont confrontés.

(h) Etude d'inventaire des barrages et des systèmes d'irrigation existants

En relation avec la nécessité d'une utilisation efficace des barrages abandonnés, il est essentiel de procéder à une étude d'inventaire détaillée des barrages ainsi que des systèmes d'irrigation existants. Des études d'inventaire ont été effectuées à plusieurs reprises par le passé pour tous les barrages du pays. Toutefois, ces études (effectuées par BNETD) n'ont pas collectées les informations et données nécessaires sur le statut des structures et installations existantes et sur les systèmes d'opération. Certains employés du ministère ont également averti que les résultats de ces études contenaient de nombreuses erreurs ou données non fiables. Certaines autres études (menées par le PNR) sur les conditions spécifiques des installations n'ont été effectuées que pour un nombre limité de barrages sélectionnés.

Par conséquent, une étude d'inventaire détaillée basée sur une visite du site devra être effectuée pour la totalité des barrages utilisés pour l'agriculture et les systèmes d'irrigation.

18.3.3 Mesures pour les installations d'approvisionnement en eau rurale

L'opération et la maintenance proposées pour les installations d'approvisionnement en eau rurale ont été étudiées en prenant pour référence les problèmes énoncés ci-dessus. La mise en œuvre des mesures suivantes est recommandée:

(a) Services de maintenance continue fournis par les instances gouvernementales

Bien que des services de maintenance soient fournis pendant l'année par le gouvernement, il est nécessaire de continuer à offrir ces services, pour les raisons suivantes :

- Il est difficile pour un village de conserver un responsable de l'entretien. La plupart des hommes du village, sauf les personnes âgées, doivent aller en ville pour gagner leur vie.
- Il est difficile pour un village de toujours préparer les coûts de réparation, notamment si ces coûts sont élevés.
- Il est difficile de rétablir la situation si les causes sont dues à une baisse du niveau d'eau ou à une détérioration de la qualité de l'eau. Toutefois, ces cas ne représentent que 25% du total. Il sera possible, dans le cas des causes restantes (problème de pompes, manque de pièces de rechange, etc.) de rétablir la situation par la réparation.

- L'abandon de nombreux puits sans utilisation suffisante et sans réparation appropriée constitue un gaspillage des dépenses gouvernementales.
- Il est également problématique de voir les habitants du village prendre l'eau d'un cours d'eau ou d'un étang situé à proximité et qui n'est généralement pas fiable pour l'utilisation courante, sans réparer les installations des forages.

Dans les projets récents sur l'exploitation des forages, il est devenu courant d'inclure des services de suivi pendant un an après la construction. Il serait nécessaire d'appliquer ces services de suivi de O.M. à chaque projet. En outre, il serait également nécessaire pour le gouvernement poursuivre de ces services une fois l'année écoulée.

(b) Assistance pour l'approvisionnement en pièces et consommables

Dans le cas de nombreux forages abandonnés, il a été difficile de procéder à la réparation après des pannes, en raison d'une insuffisance de pièces de rechange et de consommables. Les villages ne peuvent pas obtenir les pièces de rechange pour différentes raisons mais il s'agit généralement d'une insuffisance budgétaire ou d'une rupture de stock.

Dans ce cas, les habitants du village abandonnent l'idée de remettre la pompe en état et, une fois celle-ci abandonnée, aucun effort ultérieur n'est fait pour sa réparation.

Il serait par conséquent nécessaire que les bureaux et instances gouvernementales fournissent leur assistance. Le bureau ou l'instance ou encore une société privée travaillant sous contrat avec le gouvernement, aura besoin de ce qui suit:

- Prévoir un atelier et un stockage avec espace et équipement suffisants ;
- Conserver un nombre suffisant des différentes sortes de pièces de rechange et consommables ;
- Fournir les pièces de rechange et consommables (à des prix raisonnables ou bas) ;
- Fournir leur assistance pour les réparations et des directives pour la maintenance.

Un système de gestion efficace devra être établi pour la fourniture de pièces de rechange et de consommables également. Il sera nécessaire de réviser le système actuel d'approvisionnement en pièces de rechange qui est effectué uniquement par une seule instance ou société.

(c) Inspections et directives périodiques

Dans le cas de nombreux forages abandonnés, on considère que l'abandon n'aurait pas eu lieu si des inspections et directives périodiques avaient été fournies par un bureau ou une instance gouvernementale ou encore une société privée.

Des inspections régulières sont nécessaires et elles doivent être effectuées de la manière suivante :

- Inspection journalière par le villageois en charge de la maintenance ;
- Inspection hebdomadaire (plus détaillée) par le villageois en charge de la maintenance ;
- Inspection mensuelle par un expert du gouvernement (ou d'une société) ;
- Inspection annuelle (plus détaillée) par un expert du gouvernement (ou d'une société) ;
- Autres inspections si nécessaire.

En ce qui concerne les inspections périodiques, certains problèmes peuvent apparaître au niveau du budget et de la main d'œuvre expérimentée. Toutefois, le budget semble comparativement faible par rapport aux coûts de construction. Il serait nécessaire de prévoir un budget au minimum pour le carburant des véhicules et pour l'allocation journalière des mécaniciens venant dans les villages.

(d) Uniformisation des types de pompes

Il existe de nombreux forages dotés de pompes exploités par le passé par le gouvernement ou par des donateurs comme la JICA et l'AFD. Bien que les spécifications détaillées des installations de pompage n'aient pas été révisées, il semble que les pompes puissent être catégorisées en certains types. Il serait préférable de ne pas avoir trop de différents types de pompes du point de vue de la maintenance et des réparations. La disponibilité des pièces de rechange pourra également être considérablement améliorée si les mêmes pièces et consommables sont utilisées pour les pompes.

(e) Formation pour O.M.

Bien que des directives soient données aux villageois par les instances gouvernementales après la construction d'un nouveau forage, aucune directive de suivi n'est officiellement fournie dans les cas habituels. Il serait nécessaire de fournir une formation supplémentaire pour O.M. en prenant en considération les cas suivants :

- Le villageois en charge de la maintenance est parti en ville chercher du travail sans préparer son successeur.
- Les problèmes apparaissent généralement quelques mois ou quelques années après la construction du forage. Après une longue période sans réparation sérieuse, il peut être difficile de se rappeler les méthodes de réparation qui ont été mémorisées de nombreuses années auparavant.

Une formation pour la O.M. des forages auprès de villageois représentatifs devrait être fournie périodiquement, au moins tous les trois mois ou après six mois la première année et une fois par an après la seconde année.

18.3.4 Mesures pour les installations d'approvisionnement en eau urbaine

Aucun problème considérable n'est à remarquer étant donné que la SODECI est chargée de l'opération et la maintenance de ces installations. Toutefois, certains commentaires, relevés à partir d'une observation générale sans étude spécifique, peuvent être effectués de la manière suivante :

(a) Mesures pour l'extension de la zone de service

La gestion par la SODECI semble bonne et suffisante sur le plan financier ainsi que sur le plan technique. Une des raisons à prendre en considération est la zone de service limitée. En d'autres termes, l'approvisionnement actuel en eau urbaine est principalement effectué dans les zones urbaines avec une population plus ou moins dense, représentée par Abidjan.

En général, l'approvisionnement en eau de petites villes avec une petite population est plus onéreuse que celui d'une grande ville disposant d'une population importante. Les coûts d'opération et de maintenance présentent également la même tendance. Les sociétés privées ne sont pas motivées pour l'extension de la zone de service à des localités isolées ou des zones moins peuplées en raison de leurs activités commerciales. Toutefois, il est nécessaire d'augmenter l'extension des zones de service pour l'approvisionnement en eau des localités moins peuplées.

Dans ce cas, il sera nécessaire de déployer des efforts supplémentaires pour maintenir la qualité de l'opération et de la maintenance, sans augmenter les tarifs de l'eau dans la mesure du possible. Il est souhaitable d'étudier à l'heure actuelle les mesures à prendre en cas de difficultés inattendues provoquées par une plus grande expansion des zones de service à l'avenir. La réduction des matériels et équipements importés pourrait avoir par exemple de bons effets. Une diminution de l'eau non comptabilisée sera également nécessaire.

(b) Réduction des pertes en eau

Certains bureaux gouvernementaux concernés ont affirmé que le pourcentage d'eau non comptabilisée était faible et qu'il y avait peu de problèmes graves tels que les fuites, les connexions illégales et les compteurs endommagés. Toutefois, comme décrit précédemment, le pourcentage ne s'est pas amélioré durant ces 15 dernières années pour ces problèmes qui ont plutôt augmenté comparé aux cas enregistrés aux alentours de 1985. La réduction de l'eau non comptabilisée de 1% uniquement peut être significative. Des études, analyses et mesures pratiques plus poussées seront nécessaires.

D'autre part, il semble que les pertes actuelles en eau, à savoir la différence entre le volume de la source d'approvisionnement en eau et le volume de la consommation actuelle, soient plus importantes que ne l'indiquent les chiffres de la SODECI. D'après des observations effectuées en plusieurs occasions pendant la période d'étude, des exemples de pertes d'eau sont à relever, parmi lesquels :

- Les robinets d'eau de nombreuses toilettes ne peuvent pas être complètement fermés et l'eau coule sans interruption.
- De nombreux robinets ne peuvent pas être complètement fermés et l'eau coule sans interruption.
- De nombreux utilisateurs ne prennent pas la peine de fermer et d'ouvrir les robinets. (Ils laissent le robinet ouvert jusqu'à ce qu'ils aient terminé, sans fermeture provisoire.)

La SODECI compte ces pertes comme eau consommée puisque cela se produit à l'intérieur des maisons et des immeubles. Toutefois, ces pertes ne doivent pas être négligées et des mesures doivent être prises.

(c) Flexibilité des tarifs de l'eau

Dans la plupart des pays développés, les tarifs de l'eau présentent des différences remarquables par district en raison du bilan individuel de comptabilité. En général, les tarifs de l'eau sont plus bas dans les districts fortement peuplés. S'il peut être difficile d'appliquer ce système pour la Côte d'Ivoire à l'heure actuelle, une certaine flexibilité sera requise à l'avenir car le développement et l'opération des futures zones seront plus onéreux.

Le système de tarification de l'eau devra également être revu attentivement.

(d) Education pour l'utilisation de l'eau

En relation avec l'économie d'eau, il sera nécessaire d'éduquer la population sur ce qui suit :

- Economiser l'utilisation de l'eau ;
- Réduire les pertes en eau ;
- Boire de l'eau propre.

L'éducation est la mesure la plus fondamentale, et elle sera efficace dans tous les domaines en relation avec la préservation des ressources en eau.

(e) Remplacement des compteurs

Les compteurs pour la consommation d'eau sont installés dans chaque emplacement pour les usagers de l'eau. Les compteurs ne sont remplacés ou réparés que dans les cas suivants :

- Le compteur a atteint un chiffre proche de 99.999 m³
- Des conditions douteuses ont été remarquées.

Dans le premier cas, il faudrait plus de 50 ans à la plupart des foyers pour atteindre ce niveau. Il serait souhaitable d'établir une période de remplacement mais pas par compteur. Dans les pays développés, par exemple, la période de remplacement (et non de réparation) régulière est comprise entre 5 et 10 ans et la qualité de la mesure est donc élevée dans ce cas.

(f) Maintenance des principales structures et installations

Le gouvernement, mais non la SODECI, a en charge de la maintenance et des réparations des principales structures et installations. La SODECI se charge uniquement des petits travaux de maintenance et de réparation. Dans ce cas, il est probable que l'inspection et la maintenance régulières des installations ne sont pas effectuées. Et les réparations peuvent être proposées lorsque les dommages ou les conditions sont considérables ou plus importants. Le bureau gouvernemental n'apporte pas une attention régulière à ces installations puisqu'elles sont utilisées par la SODECI.

Il semble souhaitable que la SODECI procède à des inspections et une maintenance régulières de toutes les installations du système d'approvisionnement en eau.

18.3.5 Mesures pour les installations d'énergie hydro-électrique

L'opération et la maintenance des installations hydro-électriques ne présentent pas pour l'instant de points définis nécessitant des améliorations, du moins d'après une brève révision et inspection pour le niveau d'étude du plan directeur. La CIE est une société bien organisée et elle possède une longue expérience des opérations. Il semble toutefois qu'il y a un certain besoin d'amélioration de la situation présente à partir des recherches.

(a) Réduction des coupures de courant

A Abidjan, le courant est parfois coupé sans avertissement. Cela peut provoquer des problèmes et des perturbations, comme des pannes des équipements électriques et des perturbations au niveau des activités de la population. Les causes de ce problème ne sont pas définies. Ces coupures semblent ne pas être accidentelles, mais produites intentionnellement pour une certaine période. Elles peuvent avoir lieu pour l'inspection

ou la réparation des lignes d'approvisionnement. On peut également envisager le fait que la capacité de production électrique n'est pas suffisante pour fournir un approvisionnement constant. Ou que les lignes de transmission sont déjà proches de leur capacité totale.

En ce qui concerne la situation ci-dessus, il est nécessaire de prendre les mesures suivantes :

- Lorsqu'une certaine partie d'une ligne de service (courant électrique) doit être provisoirement coupée pour inspection ou réparation, une ligne alternative est connectée pour éviter la coupure du service de courant.
- Lorsque la coupure de courant ne peut pas être évitée, la CIE doit informer le public des dates de l'interruption, par les journaux ou les autres organes de presse.
- La capacité des lignes de transmission doit être augmentée. Avant le prochain projet de production électrique, il serait nécessaire d'accorder la priorité à un projet concernant les lignes de transmission pour l'extension des capacités.

Le système de maintenance actuel nécessite une révision et des améliorations en considérant son rôle de base pour les services publics.

(b) Amélioration de la maintenance par le Gouvernement

Selon les informations obtenues, les résultats du contrat de maintenance conclu entre le gouvernement et la CIE sont plus ou moins médiocres. Le gouvernement ne peut généralement pas terminer les travaux dans les délais prévus. Etant donné que le gouvernement reçoit un important pourcentage des revenus annuels par l'opération de la CIE, il semble nécessaire de prendre des actions plus positives pour la réparation et la maintenance. Ou il sera nécessaire de changer l'attribution des revenus et de remplacer le bureau responsable de la maintenance vers la CIE ou une autre organisation fiable du gouvernement.

En outre, il serait nécessaire d'inclure des bureaux en relation avec la gestion hydraulique (Direction de l'Eau du Ministère des Infrastructures) en tant que membres pour la discussion sur la maintenance. A l'heure actuelle, aucune question sur l'hydraulique n'est abordée lors des discussions.

(c) Efforts supplémentaires pour réduire les tarifs de l'électricité

Les tarifs de l'électricité ne sont pas élevés en Côte d'Ivoire. D'après les informations, ils seraient en seconde place pour les plus bas tarifs parmi les 12 pays d'Afrique de l'Ouest (les plus bas étant ceux du Ghana). Toutefois, il serait nécessaire de tenter de les abaisser

encore pour les personnes à faibles revenus et pour le développement des industries, qui consomment généralement une quantité importante d'électricité.

(d) Usage polyvalent des barrages existants

Tous les barrages utilisés pour l'hydro-électricité ont d'importantes capacités de stockage. Toutefois, ils ne sont utilisés actuellement que pour l'électricité, sauf pour la pisciculture à très petite échelle. Il serait profitable d'utiliser ces barrages pour des objectifs multiples, comme l'irrigation ou l'approvisionnement en eau.

18.4 Etude de l'opération des réservoirs

18.4.1 Signification et nécessité de règles d'opération des barrages

La construction d'un barrage et son opération peuvent avoir des conséquences sérieuses sur les fonctions existantes des fleuves. L'opération devra être effectuée en apportant une attention prioritaire aux points suivants :

- Maintenance des fonctions existantes des fleuves ;
- Observation de l'étagage et du débit des eaux ;
- Relevé des conditions de l'opération du barrage ;
- Prévention des nuisances attendues par l'opération du barrage.

Il sera nécessaire d'élaborer des "Règles pour l'opération des barrages" qui devront inclure ce qui suit:

- (a) Objectif de construction du barrage ;
- (b) Nom et emplacement du barrage ;
- (c) Envergure et type de barrage ;
- (d) Capacité de stockage, volume d'eau de prise, volume d'eaux de débit, et volume d'eau pouvant être utilisée par chaque usager ;
- (e) Personne à qui le droit d'utiliser le barrage sera donné ;
- (f) Inspection et maintenance ;
- (g) Niveaux d'eau minimum et maximum ;
- (h) Mesure du réservoir d'eau ;

- (i) Mesure du flux d'entrée ;
- (j) Inondations ;
- (k) Saisons avec et sans inondations ;
- (l) Période d'irrigation ;
- (m) Haut niveau d'eau ;
- (n) Niveau d'eau proposé pour l'irrigation ;
- (o) Bas niveau d'eau ;
- (p) Utilisation du contrôle des inondations ;
- (q) Utilisation de l'irrigation, de l'approvisionnement en eau domestique et production électrique ;
- (r) Contrôle des inondations ;
- (s) Précautions pendant les inondations ;
- (t) Cas de décharge de l'eau stockée ;
- (u) Quantité d'eau à libérer ;
- (v) Débit pour l'approvisionnement en eau d'irrigation et en eau domestique ;
- (w) Débit pour les centrales ;
- (x) Cas spéciaux de libération ;
- (y) Inspection et maintenance ;
- (z) Relevés au moment de la libération ;
- (aa) Relevés des investigations ;
- (bb) Rapport mensuel et rapport annuel.

Le réservoir peut stocker le débit du flux d'entrée pendant la saison des pluies et le relâcher progressivement selon la demande. L'équilibre entre entrée et sortie est régulée par l'opération du réservoir. En cas d'opération souhaitable, le niveau des eaux du réservoir atteint le haut niveau d'eau à la fin de la saison des pluies et diminue jusqu'au bas niveau d'eau à la fin de la saison sèche, qui correspond au début de la saison des pluies.

Toutefois, le flux d'entrée varie et des prévisions précises sont difficiles à effectuer. La demande pour l'utilisation de l'eau varie également selon les conditions des précipitations. Lorsque le niveau du réservoir n'atteint pas le haut niveau d'eau à la fin de la saison des pluies, la capacité de stockage peut ne pas être suffisante pour la saison sèche à venir. Si le flux d'entrée pendant la saison sèche est plus élevé que les quantités moyennes, la situation peut être plus ou moins améliorée. Si le flux d'entrée est plutôt plus bas que les années moyennes, la situation est plus grave et peut provoquer les problèmes suivants :

- La production hydro-électrique (Kwh/Gwh) devient extraordinairement petite. Des coupures de courant seront nécessaires dans les cas les plus sérieux.
- Les zones irriguées actuellement seront réduites et la production risque de diminuer considérablement.
- L'approvisionnement en eau devra être contrôlé en fermant les robinets pendant certaines heures. Les perturbations de la vie quotidienne risquent d'augmenter lorsque la disponibilité en eau est très limitée.

La régulation appropriée du réservoir du barrage peut réduire ces problèmes à un niveau minimum.

En Côte d'Ivoire, la plupart des barrages ont une capacité de réservoir plus ou moins petite. Ces barrages ne nécessitent pas spécialement d'être exploités par des opérateurs expérimentés ou d'avoir des règles détaillées pour leur opération. Toutefois, ils doivent être opérés selon les règles de base, qui devront être établies pour chaque barrage.

L'opération du réservoir devra être effectuée entre le haut niveau d'eau (HWL) et le bas niveau d'eau (LWL) en tant que règle exécutée par les conditions de base suivantes :

- Débit du flux d'entrée ;
- Niveau d'eau du réservoir ;
- Flux de sortie requis (demande).

Il serait nécessaire de procéder à une révision des relevés d'opération actuels pendant les dernières années et de réviser les règles d'opération pour les rendre plus pratiques.

Pour l'opération des barrages, certaines méthodes consistent à décider du débit d'eau utilisée, en particulier pendant la saison sèche. La situation est sérieuse si le niveau d'eau du réservoir chute plus bas qu'un certain niveau qui ne peut pas continuer à approvisionner la demande en eau. Pour une opération efficace, la "méthode de simulation basée sur des prévisions des précipitations à long terme" est souvent utilisée. Dans cette méthode, l'opération efficace est décidée selon les résultats de la simulation basée sur les précipitations prévues et le débit dans les mois suivants. La simulation elle-même n'est pas difficile avec un ordinateur. Toutefois, les prévisions sur les précipitations

présentent souvent des différences considérables par rapport aux précipitations réelles. Cette méthode n'est pas effective si les prévisions ne sont pas sûres.

Il est recommandé d'utiliser les "méthodes d'économie de l'eau par paliers" pendant la saison sèche. Le volume du débit d'eau est contrôlé sur la base du niveau d'eau du réservoir. En général, la relation entre le niveau d'eau et le débit possible tous les mois ou toutes les semaines est décidé comme règle. Cette méthode est plutôt simple et permet une utilisation effective de l'eau.

18.4.2 Exemple de règlements pour l'opération des barrages

Le contenu des règlements pour l'opération des barrages peut varier pour chaque barrage, chacun d'entre eux ayant différents objectifs, fonctions caractéristiques et conditions naturelles, y compris celles des fleuves, bassins versants, les conditions géologiques, topographiques, la végétation, etc. Toutefois, tous les règlements devront inclure des rubriques en relation avec la méthode de stockage et de débit, l'inspection, la maintenance et les relevés ainsi que d'autres règles détaillées.

Un exemple de règlements pour l'opération des barrages est présenté dans le rapport de support, en tant que référence pour leur élaboration pour les barrages réels. Cet exemple présente un barrage polyvalent et seules les questions générales y sont abordées.

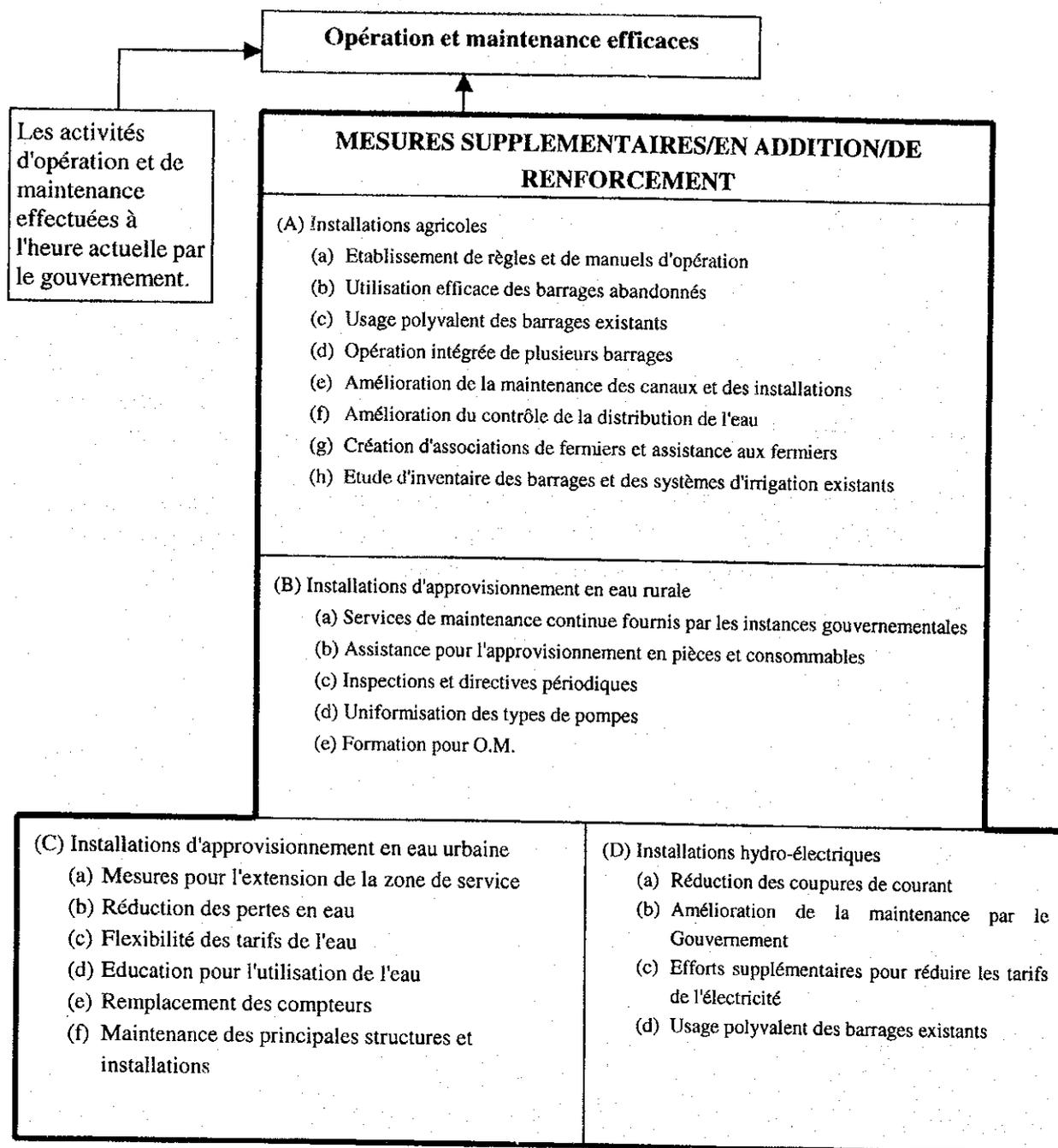


Figure 18.3-1 Résumé des mesures proposées pour O.M. pour les installations de contrôle de l'eau