

## CHAPITRE 12 ETUDE DU BILAN HYDROLOGIQUE

### 12.1 METHODOLOGIE DE L'ETUDE DU BILAN HYDROLOGIQUE

#### 12.1.1 Méthodologie de l'étude du bilan des eaux de surface

Le bilan des eaux de surface fait référence à l'équilibre ou à la différence entre les eaux de surface disponibles et la demande en eau pour l'utilisation des eaux de surface. Sur la totalité du territoire de la Côte d'Ivoire, une zone d'environ 302.000 km<sup>2</sup> est incluse dans les régions de couverture de 58 points de contrôle, composés de points de contrôle principaux dans 23 emplacements et d'autres points de contrôle dans 35 emplacements. Les autres zones d'une superficie d'environ 20.000 km<sup>2</sup> sont partagées en 15 divisions et sont situées en dehors des régions de couverture des points de contrôle. Ces zones restantes doivent être exclues de l'étude du bilan hydrologique, mais leurs demandes en eau devront être évaluées. Pour la demande de l'approvisionnement en eau rurale, les eaux de surface ne sont pas utilisées puisque la totalité de l'approvisionnement provient des eaux souterraines.

#### 12.1.2 Méthodologie de l'analyse du bilan des eaux souterraines

Les eaux souterraines équilibrées peuvent être estimées selon l'équation suivante.

$$\mu \, ds/dt = (Q_r - Q_d)/A$$

$\mu$  : Porosité effective

$ds/dt$  : changement du niveau d'eau pendant une période définie

$Q_r$  : recharge des eaux souterraines

$Q_d$  : débit des eaux souterraines

$A$  : zone déterminée

La valeur  $\mu \, ds/dt$  est difficile à déterminer car les relevés des fluctuations du niveau des eaux souterraines ne sont pas disponibles, sauf pour le sous-bassin d'Abidjan. On suppose par conséquent que la valeur  $\mu \, ds/dt$  reste constante pendant l'année. La valeur  $Q_r$  est déterminée comme potentiel des eaux souterraines renouvelables. Le bilan des eaux souterraines est par conséquent estimé dans l'étude pour chaque sous-bassin en tant que différence entre le potentiel des eaux souterraines et l'utilisation réelle des eaux souterraines en 1998 ou pour la demande future en 2015.

### 12.2 Etude du bilan hydrologique des eaux de surface

#### 12.2.1 Conditions de base

##### (1) Potentiel et eaux de surface utilisées

La définition et les données du potentiel des eaux de surface dont l'étude a été effectuée au Chapitre 10, sont confirmées de la manière suivante :

### **(A) Potentiel des eaux de surface estimées**

Le potentiel des eaux de surface signifie le débit moyen des relevés à long terme de 1980 à 1996. Les résultats sont présentés dans les Tableaux 12.2-1 et 12.2-2.

### **(B) Utilisation des eaux de surface disponibles**

Les eaux de surface disponibles signifient le débit avec une probabilité de 1/10. Les résultats sont présentés dans les Tableaux 12.2-1 et 12.2-2.

## **(2) Demande en eau**

La définition et les données de la demande en eau, dont l'étude a été effectuée au Chapitre 11, sont confirmées de la manière suivante :

### **(A) Demande en eau agricole**

La demande pour l'usage agricole comprend les demandes pour l'irrigation, l'élevage et la pisciculture.

### **(B) Demande en eau urbaine (domestique/industrielle/ administrative)**

La demande en eau urbaine comprend les demandes pour l'usage des eaux domestiques, celui des eaux industrielles et les autres usages des eaux urbaines.

### **(C) Demande en eau rurale (eau domestique rurale)**

La demande en eau rurale correspond à la demande en eau domestique dans les villages.

## **12.2.2 Analyse du bilan hydrologique dans les conditions actuelles (1998)**

Le bilan hydrologique dans les conditions actuelles (1998 pour l'utilisation des eaux urbaines et 1995 pour l'utilisation agricole) a été calculé pour tous les points de contrôle. Les résultats sont présentés dans les Tableaux 12.2-1 et 12.2-2. On notera que la présente étude est basée sur l'eau disponible en moyenne annuelle, afin d'avoir un aperçu général du bilan hydrologique. Une étude ultérieure plus détaillée avec les relevés de débit pendant la saison sèche et dans les cas avec des divisions ou zones plus détaillées serait nécessaire.

## **12.2.3 Analyse du bilan hydrologique annuel dans les conditions futures (2015)**

L'étude du bilan hydrologique pour les conditions futures (2015) est présentée dans les Tableaux 12.2-3 et 12.2-4. Selon ces résultats, les pourcentages requis d'eau déversée avec une probabilité de 1/10 sont résumés de la manière suivante :

- (a) Bassin versant du fleuve Bandama : environ 90%
- (b) Bassin versant du fleuve Bolo: environ 100%
- (c) Bassin versant du fleuve Boubo: environ 20%
- (d) Bassin versant du fleuve Agnéby: environ 50%

- (e) Bassin versant des fleuves N'zo et Davo (Sassandra): environ 20%
- (f) Bassin versant du fleuve Bogoé (Bani-Niger): environ 50%
- (g) Bassin versant du fleuve Kankelona (Bani-Niger): environ 40%
- (h) Autres bassins versants à l'exception de (a) à (g): moins de 10%

#### **12.2.4 Bilan hydrologique mensuel**

Le bilan hydrologique mensuel des fleuves les plus représentatifs pour la gestion des ressources en eau est présenté dans le Tableau 12.2-5 et la Figure 12.2-1 (1) et (2). Selon les chiffres présentés, le bilan hydrologique de chaque fleuve peut être résumé comme suit :

##### **(1) Amont du fleuve Sassandra et fleuve San Pedro**

Le flux des fleuves offre un approvisionnement en eau suffisant par rapport à la demande.

##### **(2) Fleuve Bani-Niger**

L'approvisionnement en eau peut être effectué uniquement pendant les quatre mois d'août, septembre, octobre et janvier, les huit autres mois connaissant des insuffisances d'approvisionnement.

##### **(3) Amont du fleuve Bandama**

L'approvisionnement en eau peut être effectué uniquement pour les deux mois de septembre et d'octobre, les dix autres mois connaissant des insuffisances considérables en approvisionnement.

##### **(4) Fleuve Agnéby**

L'approvisionnement en eau peut être effectué uniquement pour les deux mois de juin et juillet, les dix autres mois connaissant des insuffisances considérables en approvisionnement.

##### **(5) Fleuve Comoé**

Malgré un flux important pendant les quatre mois de juillet à octobre, le fleuve Comoé ne présente que de très petites quantités pendant les huit autres mois, notamment avec un flux égal à zéro aux mois de février et mars. Il est par conséquent fortement recommandé d'obtenir une quantité d'eau stable en contrôlant le flux irrégulier du fleuve et la construction d'un grand barrage devrait être réalisée le plus rapidement possible afin de réguler le fleuve.

## **12.3 Etude du bilan hydrologique des eaux souterraines**

### **12.3.1 Bilan actuel des eaux souterraines (1998)**

#### **(1) Utilisation des eaux urbaines**

##### **(A) Aquifère discontinu**

L'extraction moyenne d'un forage est de 24.000 m<sup>3</sup>/an (7 MCM/290 forages), l'équivalent d'un potentiel en eaux souterraines de 24 mm/km<sup>2</sup>/an. Cette valeur n'excède pas ou est pratiquement identique à celle des eaux souterraines des zones à faible potentiel (niveau VII-VI), comme certaines parties des bassins versants du Bandama et du Comoé. Dans ce cas, lorsque les forages sont concentrés et que la capacité des aquifères est insuffisante, les eaux souterraines ne sont pas équilibrées et les eaux souterraines enregistrent une baisse continue de leur niveau.

##### **(B) Aquifère général**

Dans le cas du sous-bassin d'Abidjan, l'extraction moyenne d'un forage est de 1,3 MCM/an (94,6 MCM/72 forages/an) ce qui correspond à 1.300 mm/an/km<sup>2</sup>. En considérant le fait que la capacité de recharge moyenne annuelle de la zone de l'aquifère général est de 230 mm, il sera nécessaire de rassembler des forages ayant une zone de recharge suffisante d'au minimum plus de 6 km<sup>2</sup> (1.300/230 = 5,6). Une baisse concentrée du niveau des eaux est par conséquent provoquée ces dernières années autour des stations de pompage où les forages sont concentrés.

#### **(2) Utilisation des eaux rurales**

##### **(A) Aquifère discontinu**

L'extraction moyenne d'un forage peut être estimée à 1.390 m<sup>3</sup>/an (18,5 MCM/13.300 forages), l'équivalent d'un potentiel en eaux souterraines de 1,39 mm/km<sup>2</sup>/an. Les forages sont généralement disséminés dans chaque village et la distance entre chaque forage est de plus d'un kilomètre. Le potentiel en eaux souterraines, même dans les régions à faible potentiel variant de 25 à 50 mm, est entièrement suffisant comparé à une extraction annuelle pour l'approvisionnement en eau rurale principalement équipé de pompes manuelles dont la capacité est inférieure à 1 m<sup>3</sup>/h (équivalent à un potentiel de 3-4 mm/an/km<sup>2</sup>).

##### **(B) Aquifère général**

L'extraction moyenne d'un forage est de 1.330 m<sup>3</sup>/an (0,80 MCM/600 forages), l'équivalent d'un potentiel de 1,33 mm/an/km<sup>2</sup>. Cette valeur est légèrement plus faible que celle du potentiel en eaux souterraines qui varie de plus de 200 mm.

#### **(3) Utilisation de l'eau agricole**

Le nombre de puits utilisés pour l'agriculture n'a pas été identifié. La consommation moyenne est supposée être comprise entre 1.873 m<sup>3</sup>/ha pour la moyenne de la totalité du pays et 5.000 m<sup>3</sup>/ha dans la zone aride. Si

un hectare de champs de légumes est disséminé dans un kilomètre carré, les consommations unitaires correspondent à 1,83 mm et 5,00 mm qui sont inférieures au potentiel souterrain même dans la zone aride.

### **12.3.2 Futur bilan des eaux souterraines (2015)**

Le potentiel en eaux souterraines semble amplement suffisant par rapport à la demande en eau, sauf pour la ville d'Abidjan. Toutefois, en tenant compte de la faible capacité de l'aquifère discontinu, en cas d'utilisation de l'eau urbaine, l'apparition d'une baisse du niveau des eaux souterraines sera inévitable en raison de la concentration des forages et de l'excès de pompage. Par conséquent, une étude pour la capacité de l'aquifère, une simulation et une surveillance des changements de niveau des eaux souterraines seront requises pour le développement concentré des eaux souterraines. La protection de l'aquifère de la ville d'Abidjan est un des problèmes principaux pour le développement des eaux souterraines du pays et l'étude pour les mesures à adopter est actuellement en cours.

Le bilan des eaux souterraines des grandes unités hydrogéologiques et des principaux bassins versants est résumé dans le Tableau 12.3-1 et les détails pour chacun des sous-bassins sont estimés comme le montrent les Tableaux 12.3-2 (avec profondeur d'eau en mm) et 12.3-3 (avec volume d'eau en MCM).

#### **(1) Utilisation de l'eau urbaine**

La demande en eau urbaine a été supposée en tenant compte de l'augmentation de l'utilisation de l'eau unitaire par personne et de l'amélioration de la couverture d'utilisation de l'eau. Les demandes en eau urbaine sont d'environ 130 MCM dans la zone d'aquifère discontinu et d'environ 254 MCM dans l'aquifère général dans laquelle la demande du sous-bassin d'Abidjan représente 243 MCM, et correspondent à 0,39 mm et 30 mm.

#### **(A) Aquifère discontinu**

A l'heure actuelle, la concentration de l'extraction d'un forage est effectuée comme mentionné ci-dessus comparé à l'usage de l'eau rurale. Par conséquent, si la majeure partie de la demande porte sur les eaux souterraines, la baisse du niveau des eaux risque d'être critique dans certaines villes. La capacité d'un forage dans l'aquifère discontinu est d'environ 0,036 - 0,073 MCM/an, par exemple, (le rendement d'un forage est de 5 - 10 m<sup>3</sup>/hr, avec un pompage de 20 heures par jour) et ceci correspond à un potentiel en eaux souterraines de 36-76 mm/km<sup>2</sup>. Par conséquent, lorsque la demande en eau excède 0,1 MCM, il est nécessaire que les forages soient disséminés avec entre eux une distance de plus d'un kilomètre au minimum.

#### **(B) Aquifère général**

Dans le cas du sous-bassin d'Abidjan, en résultat de la simulation, l'exploitation limite des eaux souterraines a été estimée à 4,0 - 4,2 m<sup>3</sup>/s et 132 MCM/an pour l'an 2008, alors qu'au contraire la demande en eau pour l'an 2015 a été évaluée à environ 7,7 m<sup>3</sup>/s et 242 MCM. Pourtant, cette limite ne semble pas suffisante en tenant compte de la relation entre les fluctuations observées sur certains forages comme le montre la Figure 12.3-1 et l'exploitation de l'eau estimée (par exemple, la tendance de la baisse du niveau des eaux souterraines se continue). Par conséquent, une étude des ressources alternatives en eau et la surveillance du niveau et de la qualité des eaux souterraines sont requises de toute urgence.

## **(2) Utilisation de l'eau rurale**

Les demandes en eau rurale sont de 35 MCM dans la zone d'aquifère discontinu et de 1 MCM dans la zone d'aquifère général, ceci correspondant à 0,10 mm et 0,11 mm. Ces chiffres sont petits par rapport au potentiel en eaux souterraines (92 mm et 334 mm). Si la consommation unitaire augmente de 20 litres/jour à 25 ou 30 litres/jour, l'extraction moyenne des eaux souterraines sera de moins de 4.000 m<sup>3</sup>/an (équivalent à 4 mm/an/km<sup>2</sup>) avec pompe manuelle. Ces quantités sont donc peu élevées comparées à des zones à faible potentiel en eaux souterraines, car les forages seront éloignés les uns des autres à des distances suffisantes de plus d'un kilomètre.

## **(3) Utilisation de l'eau agricole**

La demande en eau agricole est de 310 MCM dans la zone d'aquifère discontinu et de 28 MCM dans l'aquifère général, ceci correspondant à 0,92 et 3,3 mm. Ces chiffres sont très petits par rapport au potentiel en eaux souterraines. La quantité totale de la demande annuelle en eau agricole augmentera de 95 MCM en 1995 à 366 MCM en 2015, mais la consommation unitaire conservera le même volume qu'en 1995 (1.870 m<sup>3</sup>/ha pour une année moyenne dans l'ensemble du pays). Par conséquent, si les puits ne sont pas concentrés et si le débit unitaire des puits reste à de petites quantités comme pour l'utilisation de l'eau rurale, l'utilisation de l'eau agricole demeurera entièrement dans les limites du potentiel en eaux souterraines.

Tableau 12.2-1 Bilan actuel des eaux de surface (1998)

Nom de bassin	Nom de fleuve (Point de contrôle)	Surface réceptrice (km <sup>2</sup> )		Potentiel moy. (mm)	Utilisation des eaux disponibles (mm)			Demande urbaine (MCM)		Demande agricole (MCM)				Total de la demande (mm)	Bilan (%)	
		Bassins	Fleuve		1/10 Prb.	1/5 Prb.	③	④	⑤	Irrigation	Elevage	Pêche	Sous-total			⑩
<b>SASSANDRA</b>	Sassandra (Goulou pont)	63.700*5	70.750*1	173	139	152	0,077	5,426455	0,077	126,59	7,34	1,344	135,274	2,124	2,201	1,58
<b>CAVALLY</b>	Cavally (Tute)	14.800	28.800*2	523	285	342	0,000	0	0,000	12,55	1,28	0,13	13,96	0,943	0,943	0,33
<b>SAN PEDRO</b>	Dodo		649	469	414	476	0,000	0	0,000	0,94	0	0,017	0,957	1,475	1,475	0,36
	Nero		1.266	410	308	354	0,000	0	0,000	0,86	0	0,015	0,875	0,691	0,691	0,22
	San Pedro		3.320	334	321	369	1,779779	0,536	0,536	3,51	0,84	0,075	4,425	1,333	1,869	0,58
	Total	5.300	5.235	369	264	304	1,779779	0,536	0,536	5,31	0,84	0,107	6,257	1,181	1,717	0,65
<b>BANI NIGER</b>	Kouronkeli		1.990	285			0,000	0	0,000	0,69	0	0,055	0,745	0,500	0,500	0,33
	Kouroukele		1.490	211	150	183	0,000	0	0,000	1,97	0	0,158	2,128	0,536	0,536	0,49
	Baoule		3.970	151	110	134	0,000	0	0,000	8,54	0	0,729	9,269	1,670	1,670	3,48
	Kankelona		5.550	132	48	59	0,000	0	0,000	18,22	0	1,109	19,329	4,078	4,078	4,91
	Bagee (papara)		8.952*3	148	66	97	0,000	0	0,000	25,78	0	2,033	27,813	3,108	3,108	4,71
	Total	18.000*6	19.962	147	78	85	0,000	0	0,000	55,2	0	4,084	59,284	3,293	3,293	4,22
<b>BANDAMA</b>	Bandama (Tiassale)	101.800*7	99.150	88	26	52	0,162	16,098349	0,162	431,64	3,86	8,594	444,094	4,362	4,524	17,40
<b>BOUBO</b>	Bolo		1.330	69	10	12	0,000	0	0,000	0,51	0	0,024	0,534	0,402	0,402	4,02
	Boubo		4.702	63	55	64	0,000	0	0,000	0,8	0	0,103	0,903	0,192	0,192	0,35
	Niouniourou		2.112	195	140	164	0,000	0	0,000	0,25	0	0,046	0,296	0,140	0,140	0,10
	Total	8.200	8.144	98	65	76	0,000	0	0,000	1,56	0	0,173	1,733	0,734	0,734	1,13
<b>COMOE</b>	Comoe	67.700*8	74.350*4	47	19	28	1,195475	0,016	0,016	40,03	0,42	4,246	44,696	0,660	0,676	3,55
<b>AGNEBY</b>	Agneby		7.361	58	25	41	1,317958	0,179	0,179	19,75	0,42	0,108	20,278	2,755	2,934	11,74
	Me		2.458	198	173	282	0,404645	0,165	0,165	4,24	0,84	0,041	5,121	2,083	2,248	1,30
	Ira		444	189	169	275	0,000	0	0,000	0,37	0	0,168	0,538	1,212	1,212	0,72
	Total	10.300	10.263	97	57	93	1,722603	0,344	0,344	24,36	1,26	0,317	25,937	2,518	2,862	5,02
<b>BIA</b>	Bia	10.100*9	6.800	88	60	98	0,000	0	0,000	0,17	0	0,003	0,173	0,025	0,025	0,04
<b>VOLTA NOIRE</b>	Kontodouo	2.100	2.097	69	67	89	0,000	0	0,000	1,02	0	0,273	1,293	0,617	0,617	0,92
<b>TOTAL</b>		302.000	325.551	144	82	98	0,081	24,500058	0,081	674,07	13,74	18,954	706,764	2,340	2,421	2,73
<b>Annual Volume</b>		≈ 20.000*10	for	43,5	24,8	29,6	0,025	0,025	0,674	0,014	0,019	0,707				

= env. 18.000 km<sup>2</sup>

\*6 Total - \*3 = 19.962 - 2.000 = 17.962 km<sup>2</sup>

\*7 = II-C1

\*8 III-C1 \*4 = 77.687 - 10.000 = 67.687 km<sup>2</sup>

\*9 VIII-C2

\*10 Surface (points de contrôle exclus)

\*1 Surface à la Guinée incluse (6.850 km<sup>2</sup>)

\*2 Surface au Libéria incluse (env. 14.000 km<sup>2</sup>)

\*3 Surface d'une partie du Burkina Faso incluse (env. 2.000 km<sup>2</sup>)

\*4 Surface au Burkina Faso incluse (env. 10.000 km<sup>2</sup>)

\*5 I-C1 - Guinée = 70.530 - 6.850 = 63.700 km<sup>2</sup>





Tableau 12.2-3 Bilan des eaux de surface dans le futur (2015)

Nom de bassin	Nom de fleuve (Point de contrôle)	Surfaces réceptrices (km <sup>2</sup> )		Potentiel moy.(mm)	Utilisation des eaux disponibles (mm)			Demande urbaine (MCM)	Irrigation (mm)	Eleavage (mm)	Pêche (mm)	Sous-total (mm)	Total de la demande (mm)	Bilan (%)	
		Bassins	Fleuve		1/10 Ptb. (2)	1/5 Ptb. (3)	(MCM) (4)								(mm) (5)
SASSANDRA	Sassandra	63.700*5													
	(Gaoliou pont)		70.750*1	173	139	152	124.071	0.176	608.66	606.68	2.838	1218.178	17.218	17.394	12.51
CAVALLY	Cavally														
	(Tate)	14.800	28.800*2	523	285	342	5.34	0.019	112.85	119.88	0.277	233.007	15.744	15.763	5.58
SAN PEDRO	Dodo		649	469	414	476	0	0.000	5.32	6.34	0.034	11.694	18.018	18.018	4.35
	Nero		1.266	410	308	354	3.099	0.245	4.92	5.92	0.033	10.873	8.588	8.583	2.87
	San Pedro		3.320	334	321	369	15.879	0.478	23.51	29.15	0.156	52.816	15.908	16.387	5.10
	Total	5.300	5.235	369	264	304	18.978	0.723	33.75	41.41	0.223	75.383	14.225	14.946	5.66
	Kouroukell		1.990		285										
BANI NIGER	Kouroukele		1.490	211	150	183	0.009	0.001	7.46	2.98	0.117	10.557	7.085	7.086	4.72
	Baoule		3.970	151	110	134	3.32	0.084	21.01	7.93	0.331	29.271	7.373	7.457	6.78
	Kankelona		5.550	132	48	59	0	0.000	75.98	12.4	1.537	89.917	16.201	16.201	33.75
	Bagee (papara)		8.952*3	148	66	97	6.099	0.068	211.5	31.74	4.285	247.525	27.656	27.725	42.01
	Total	18.000*6	19.962	147	78	85	9.428	0.152	315.95	55.05	6.27	377.27	20.959	21.111	27.07
BANDAMA	Bandama	101.800*7													
	(Tiassale)		99.150	88	26	52	128.366	0.129	1808.47	504.16	18.117	2330.747	22.896	23.025	88.56
BOUBO	Bobo		1.330	69	10	12	0	0.000	4.48	8.87	0.052	13.402	10.077	10.077	100.77
	Boubo		4.702	63	55	64	0	0.000	6.51	35.92	0.217	42.647	9.070	9.070	16.49
	Niouniourou		2.112	195	140	164	0	0.000	2.02	13.94	0.098	16.058	7.603	7.603	5.43
	Total	8.200	8.144	98	65	76	0	0.000	13.01	58.73	0.367	72.107	8.794	8.794	13.53
	Comoe	67.700*8													
COMOIE	Abradinou		74.350*4	47	19	28	37.376	0.050	409.34	65.38	8.954	483.674	7.144	7.194	37.86
	Agneby		7.361	58	25	41	14.809	0.201	45.16	31.26	0.431	76.851	10.641	10.641	42.57
	Me		2.458	198	173	282	5.873	0.239	12.25	6.34	0.353	18.943	7.946	7.946	4.59
	Ira		444	189	169	275	0	0.000	1.93	0.42	0.125	2.475	5.574	5.574	3.30
BIA	Total	10.300	10.263	97	57	93	20.682	0.440	59.34	38.02	0.909	98.269	9.541	9.981	16.64
	Bia	10.100*9	6.800	88	60	98	0.781	0.011	0.38	0.42	0.009	0.809	0.080	0.091	0.15
VOLTA NOIRE	Kontodouo	2.100	2.097	69	67	89	0	0.000	8.62	2.97	0.572	12.162	5.800	5.800	8.66
	Total	302.000	325.551	144	82	98	324.34	0.996	3311.03	1454.68	37.627	4803.337	14.753	15.749	19.21
Annual Volume (Billion m <sup>3</sup> )		≈20.000*10	For 322.000 km <sup>3</sup>	43.5	24.8	29.6	0.324		3.311	1.455	0.038	4.803	4.800	4.800	

= env. 18.000 km<sup>2</sup>

\*6 Total - \*3 = 19.962 - 2.000 = 17.962 km<sup>2</sup>

\*7 = II-C1

\*8 III-C1 - \*4 = 77.687 - 10.000 = 67.687 km<sup>2</sup>

\*9 VIII-C2

\*10 Surface (points de contrôle exclus)

\*1 Surface à la Guinée incluse (6.850 km<sup>2</sup>)

\*2 Surface au Liberia incluse (env. 14.000 km<sup>2</sup>)

\*3 Surface d'une partie du Burkina Faso incluse (env. 2.000 km<sup>2</sup>)

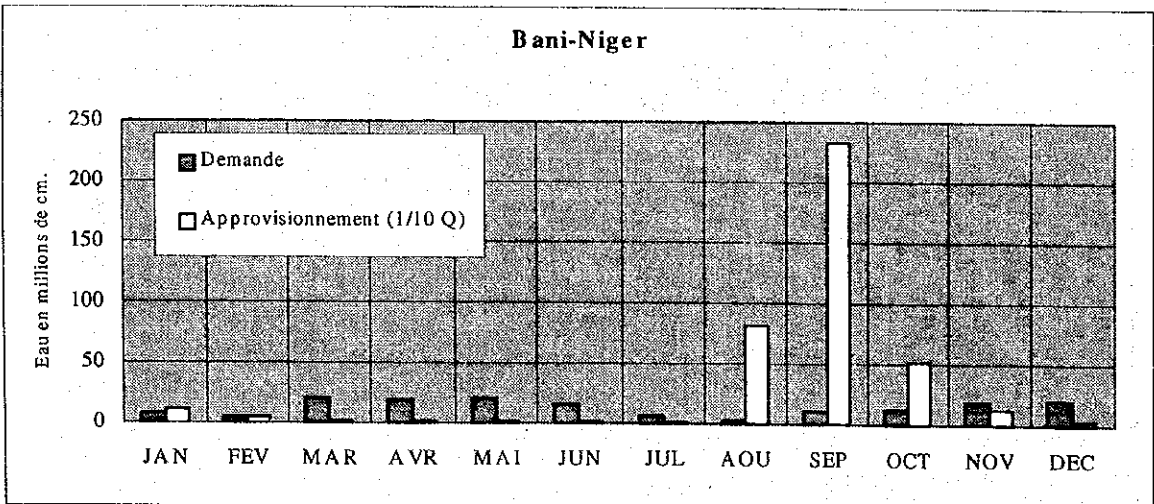
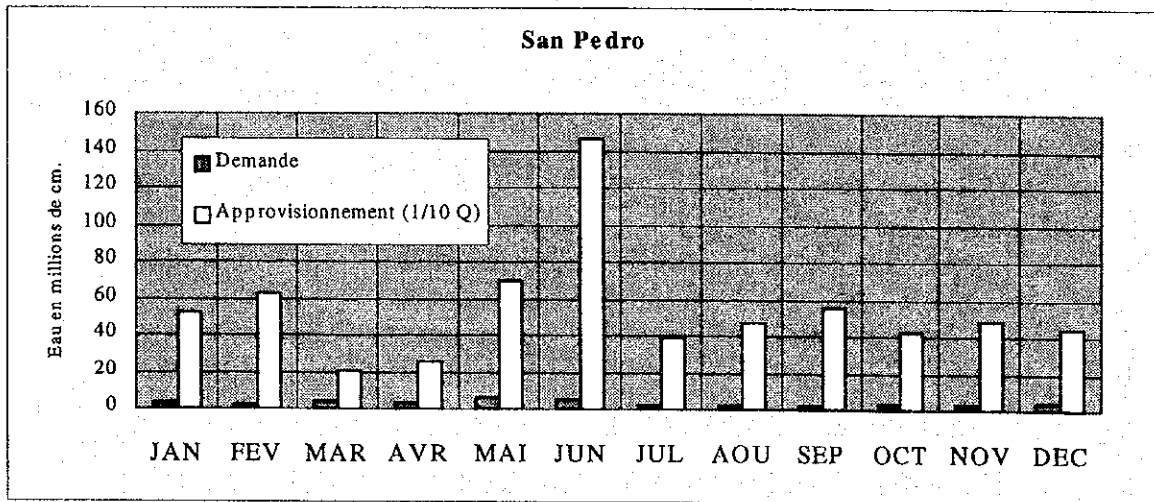
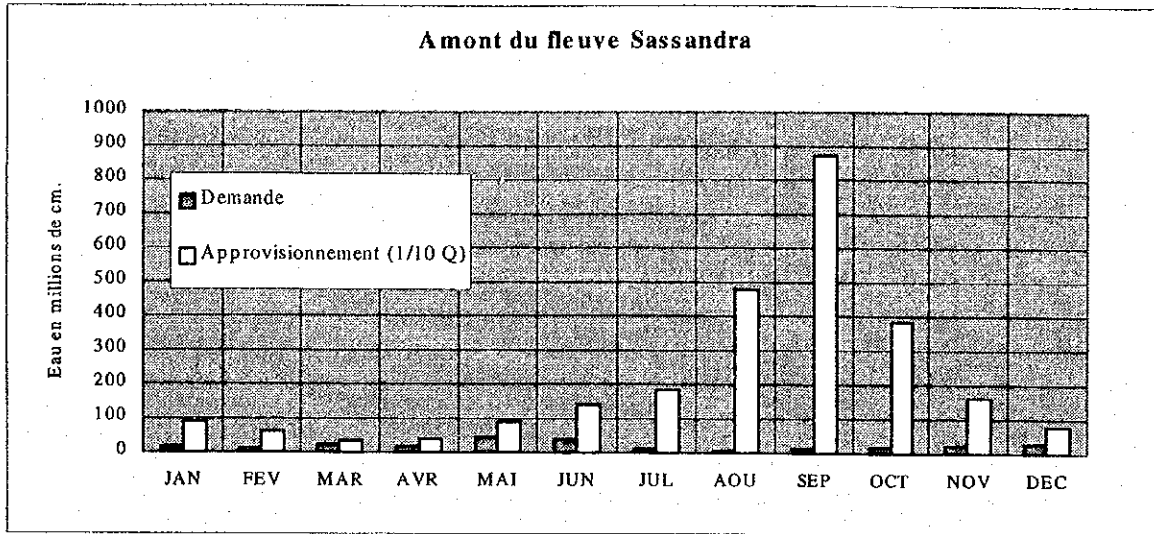
\*4 Surface au Burkina Faso incluse (env. 10.000 km<sup>2</sup>)

\*5 I-C1 - Guinée = 70.550 - 6.850 = 63.700 km<sup>2</sup>



**Tableau 12.2-5 Ecoulement moyen à long terme, écoulement de probabilité 1/10 et demande en eau estimée pour l'année 2015**

Point de contrôle	Bassins versants contrôlés	Classification de l'item	JAN.	FEV.	MAR.	AVR.	MAY.	JUN.	JUL.	AOU.	SEP.	OCT.	NOV.	DEC.	Moyenne annuelle
I-C4	I-A4 I-A9	Écoulement de l'eau de surface	78,7	44,5	46,9	77,5	150,8	233,5	540,0	1.441,0	1.970,2	1.200,7	467,3	189,9	6.441,0
		Demande en eau	16,9	12,7	22,8	18,2	44,4	37,0	11,3	7,3	13,4	17,9	24,5	25,3	251,6
I-C1	I-A0 I-A1 I-A6	Écoulement 1/10 probabilité	89,8	59,0	32,1	38,8	91,3	138,9	182,6	477,8	870,9	381,4	160,7	77,4	2.957,5
		Écoulement de l'eau de surface	947,6	892,4	987,5	950,5	958,3	1.074,1	881,2	975,5	1.231,7	1.952,8	1.391,9	1.071,1	13.314,6
		Demande en eau	16,9	13,3	18,8	13,4	40,1	28,5	11,4	10,5	12,4	13,1	16,4	20,2	215,1
		Écoulement 1/10 probabilité	1.000,7	929,0	1.015,6	738,2	413,5	792,1	651,4	495,0	800,4	977,1	966,3	580,7	9.389,3
II-C5	II-A5	Écoulement de l'eau de surface	9,4	2,4	2,1	6,2	17,4	27,2	84,4	391,8	735,9	393,5	126,7	27,3	1.824,3
		Demande en eau	16,9	17,5	27,7	20,3	21,4	14,3	4,4	2,5	7,7	11,1	22,0	24,9	190,5
II-C12	II-A12, II-A13, II-A14, II-A15	Écoulement 1/10 probabilité	11,5	4,8	7,6	12,0	29,1	29,8	60,9	85,6	230,1	142,3	13,4	8,7	633,7
		Écoulement de l'eau de surface	5,9	2,4	4,0	7,5	14,2	22,0	67,0	255,3	622,3	409,5	115,6	21,4	1.547,1
		Demande en eau	14,6	10,7	26,7	23,6	37,7	30,9	10,8	7,2	15,4	18,8	26,4	28,6	251,3
		Écoulement 1/10 probabilité	11,2	0,4	0,0	0,0	9,5	29,9	8,9	2,0	104,4	106,9	24,1	4,2	301,1
II-C8	II-A8, II-A9, II-A10, II-A11	Écoulement de l'eau de surface	1,9	1,0	1,9	3,6	8,6	15,3	68,3	283,9	445,8	344,4	104,5	17,1	1.296,3
		Demande en eau	28,0	19,2	46,7	45,4	61,6	51,6	21,9	13,7	30,4	35,0	49,6	51,9	455,2
		Écoulement 1/10 probabilité	1,8	0,6	0,1	0,0	16,0	6,2	1,4	2,6	180,5	71,6	4,7	1,7	288,1
		Écoulement de l'eau de surface	9,1	2,2	3,5	4,9	28,9	57,3	180,0	552,6	1.419,4	893,0	200,9	37,5	3.389,3
III-C3	III-A3	Demande en eau	16,5	13,5	12,7	10,5	10,3	5,9	2,5	1,6	3,3	5,1	12,5	13,0	107,5
		Écoulement 1/10 probabilité	2,9	0,0	0,0	13,4	45,4	48,0	150,1	229,5	307,3	166,9	19,5	9,2	986,3
VI-C4	VI-A4	Écoulement de l'eau de surface	3,7	1,5	0,8	0,3	0,8	1,3	16,1	118,4	221,4	158,0	63,0	13,9	599,2
		Demande en eau	1,7	1,3	3,5	3,0	4,2	3,4	1,1	0,7	1,8	2,3	3,3	3,7	30,0
VI-C2	VI-A2	Écoulement 1/10 probabilité	2,1	0,6	0,2	0,1	0,2	0,3	9,4	83,9	135,5	95,2	24,6	5,9	351,4
		Écoulement de l'eau de surface	5,6	2,4	1,6	3,1	2,1	2,3	22,5	183,2	344,2	184,5	64,0	14,2	829,7
IX-C4	IX-A5	Demande en eau	7,5	4,9	19,7	19,0	20,7	16,4	6,1	3,6	10,6	12,7	18,6	20,6	160,3
		Écoulement 1/10 probabilité	10,6	4,0	2,0	1,1	1,3	1,3	1,7	80,9	232,5	51,9	12,5	3,9	404,4
IX-C4	IX-A5	Écoulement de l'eau de surface	0,3	0,2	0,8	2,1	9,4	27,5	38,3	8,6	14,5	35,1	14,0	1,6	152,4
		Demande en eau	12,7	7,9	3,7	2,0	8,3	5,9	2,3	2,4	2,3	2,4	4,4	8,9	63,2
X-C2	X-A2	Écoulement 1/10 probabilité	0,1	0,1	0,1	0,4	1,7	22,9	25,1	0,0	0,1	0,2	1,5	3,7	4,7
		Écoulement de l'eau de surface	1,9	1,2	3,7	7,8	25,7	64,0	61,3	35,9	36,8	57,3	28,5	9,6	333,7
XI-C1	XI-A1	Demande en eau	3,8	3,0	2,9	1,2	8,4	5,8	1,8	1,9	1,6	1,8	2,5	3,5	38,2
		Écoulement 1/10 probabilité	0,8	0,4	0,3	0,1	3,1	6,8	35,1	4,8	0,2	2,1	0,1	7,5	125,8
San Pédro	XI-A1	Écoulement de l'eau de surface	31,9	42,3	42,9	50,5	92,9	219,8	146,0	76,1	99,3	142,5	110,7	52,8	1.107,7
		Demande en eau	3,0	2,4	3,6	2,8	6,6	4,8	2,2	2,0	2,5	2,6	3,1	3,7	39,4
		Écoulement 1/10 probabilité	52,7	62,9	20,7	25,9	69,4	146,2	38,6	46,9	55,8	42,2	48,7	43,7	657,1



**Figure 12.2-1 (1) Bilan hydrologique mensuel en 2015 (Sassandra/San pedro/ Bani-Niger)**

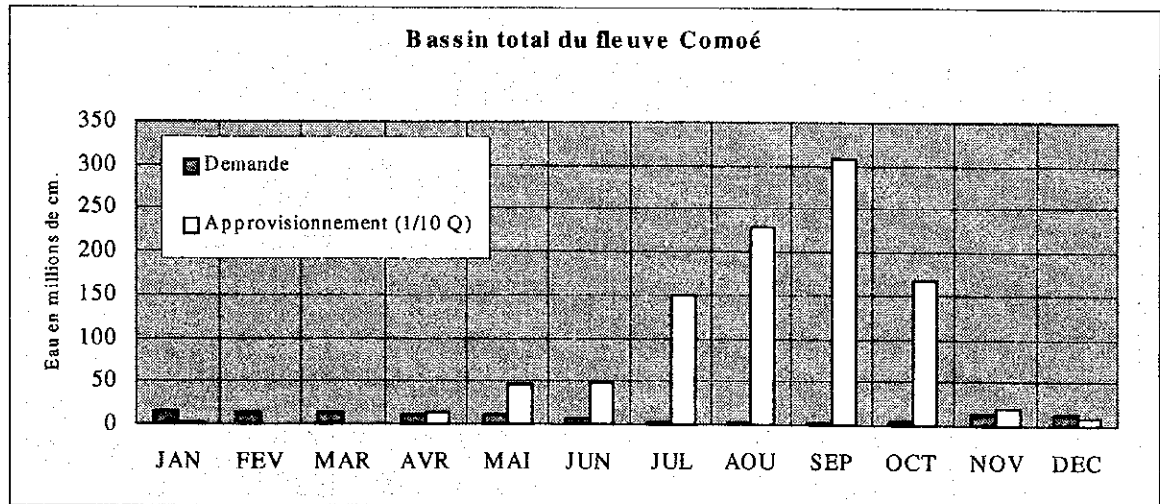
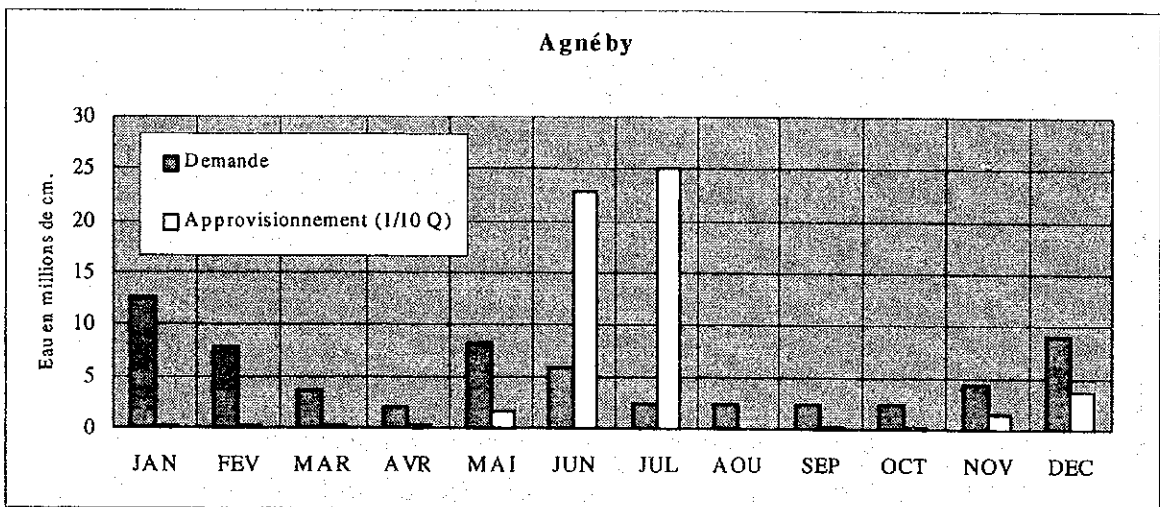
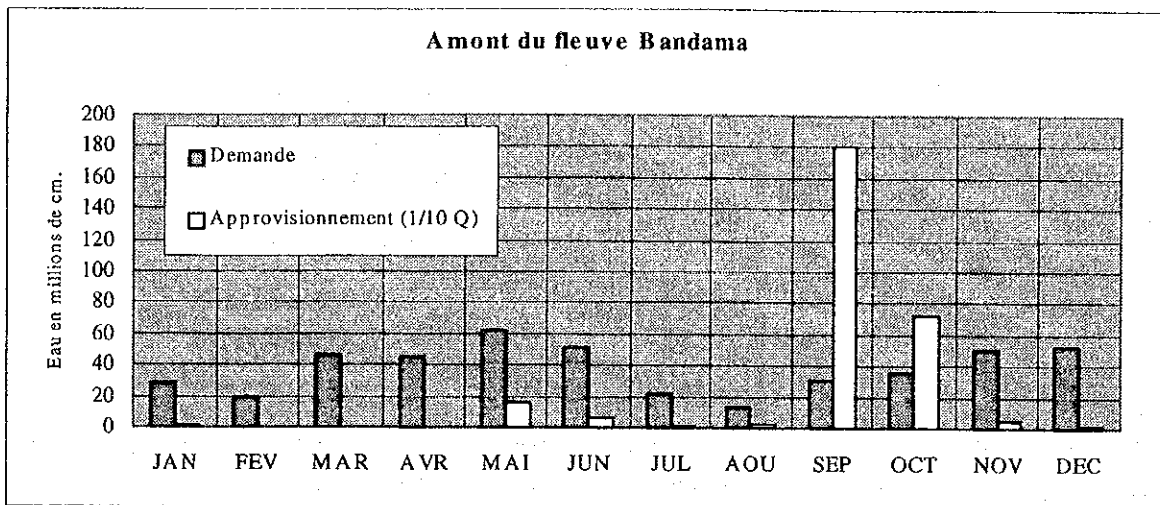


Figure 12.2-1 (2) Bilan hydrologique mensuel en 2015 (Bandama / Agnéby / Comoé)

**Tableau 12.3-1 Bilan des eaux souterraines des bassins versants (2015), présenté par la profondeur d'eau (mm)**

Hydrogéologie	Bassins versants	Superficie d'un bassin unitaire (km <sup>2</sup> )	Potentiel des eaux souterraines		Eaux souterraines (1998)						Demande en eaux souterraines (2015)				Taux de la demande sur le potentiel (%)		
			(mm)	MCM/y	Urban (mm)	Rural (mm)	Agri (mm)	Total (mm)	Urban (mm)	Rural (mm)	Agri (mm)	Total (mm)	Urban (mm)	Rural (mm)		Agri (mm)	Total (mm)
	Total et moy. pour Sassandra et bassins environnants	119.744	148	17.752	0,016	0,09	0,25	42	0,354	0,42	0,18	0,89	178	1,49		1,00	
	Total et moy. pour Bandama et bassins environnants	111.714	56	6.245	0,002	0,04	0,31	40	0,360	0,35	0,07	1,13	173	1,55		2,75	
	Total et moy. pour Comoé et bassins environnants	82.150	54	4.437	0,058	0,03	0,26	29	0,356	0,50	0,06	0,95	124	1,51		2,79	
	Total ou moy. de la zone de l'aquifère discontinu	313.608	91	28.434	0,022	0,06	0,28	112	0,357	0,42	0,11	0,99	475	1,52		1,67	
	Total et moy. de la zone de l'aquifère général	8.392	334	2.803	11,333	0,10	0,99	104	12,417	30,25	0,11	3,30	283	33,67		9,87	
	Total général	322.000	97	31.238	0,317	0,06	0,29	216	0,671	1,19	0,11	1,14	758	2,35		2,40	

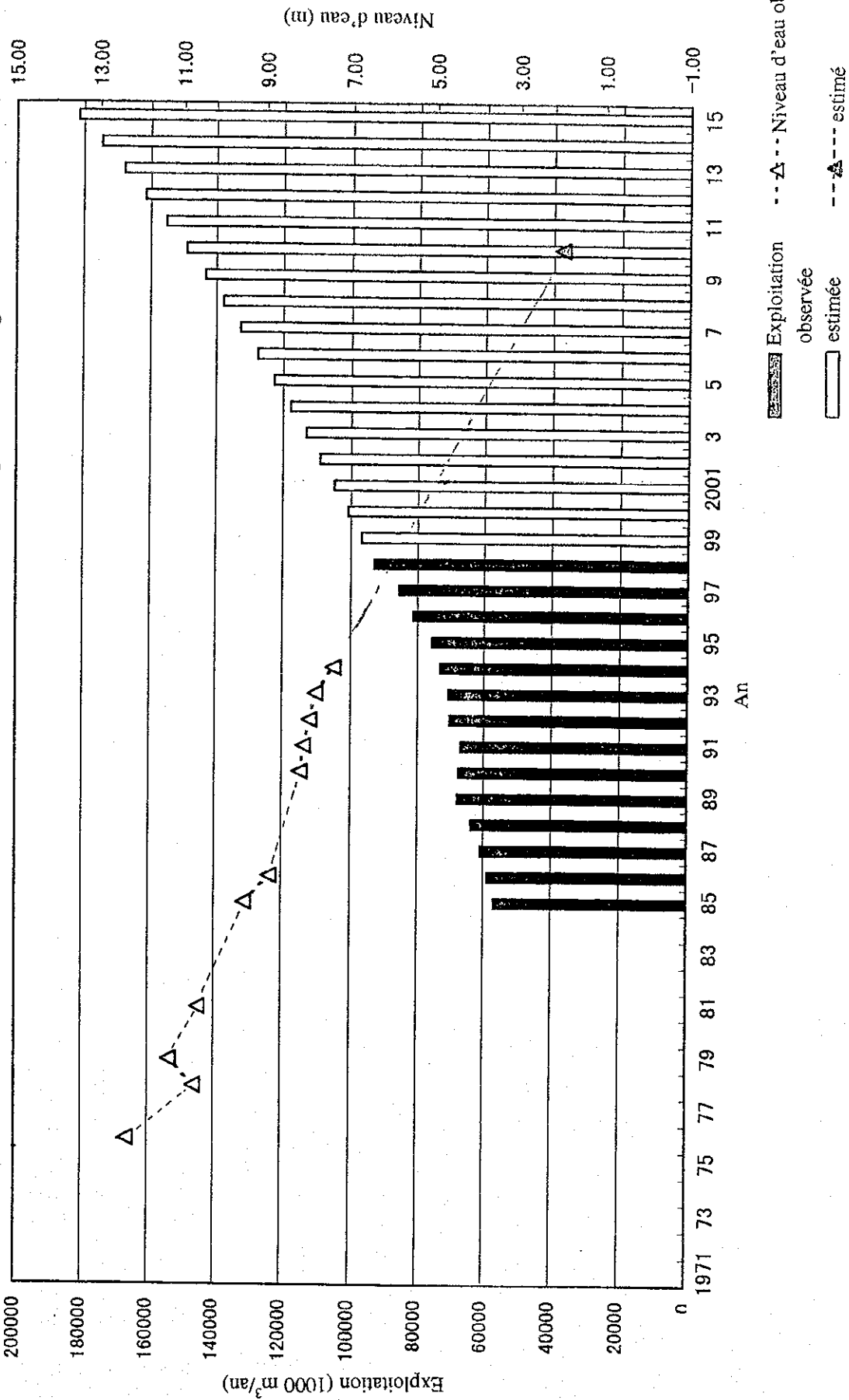
Remarques: les données modifiées sur la base de la "Carte de planification des ressources en eau de Côte d'Ivoire" 1978  
 \* Le bilan entre le potentiel et la demande (2015) = 100 \* (Demande des eaux souterraines 2015 / potentiel des eaux souterraines)







Figure 12.3-1 Relation entre le niveau des eaux souterraines et l'exploitation (forage d'observation n° 724)



Modification des données du Rapport final de «l'Etude de la gestion et de la protection de la nappe assurant l'alimentation en eau potable d'Abidjan» (par BNETD et DE/MI 1997).



## **CINQUIEME PARTIE PLAN DE GESTION DES RESSOURCES EN EAU**

### **CHAPITRE 13 CONCEPTION DE BASE DE LA GESTION DES RESSOURCES EN EAU**

#### **13.1 Objectif de la gestion des ressources en eau**

La gestion des ressources en eau a pour objectif l'utilisation durable de l'eau.

Les éléments nécessaires aux travaux de surveillance, d'évaluation et de contrôle afin de pouvoir procéder à une gestion efficace et durable des ressources en eau sont énumérés ci-après.

1. Quantité d'eau ;
2. Qualité de l'eau ;
3. Réseau hydro-météorologique et hydro-géologique ;
4. Gestion de la sécheresse ;  
(Opération du réservoir/dérivation de l'eau) ;
5. Gestion des bassins versants  
(Règlements sur les eaux d'évacuation/protection de la forêt/préservation des terrains) ;
6. Maintenance des installations.

Le concept de base pour la gestion des ressources en eau a été étudié et établi par le Gouvernement de la Côte d'Ivoire et, en résultat, le document intitulé "Politique et stratégie nationale pour la gestion intégrée des ressources en eau" a été élaboré en 1999. Le document "Programme National Hydraulique 2000 - 2015" en relation avec la gestion des ressources en eau a été en outre rédigé en 1999.

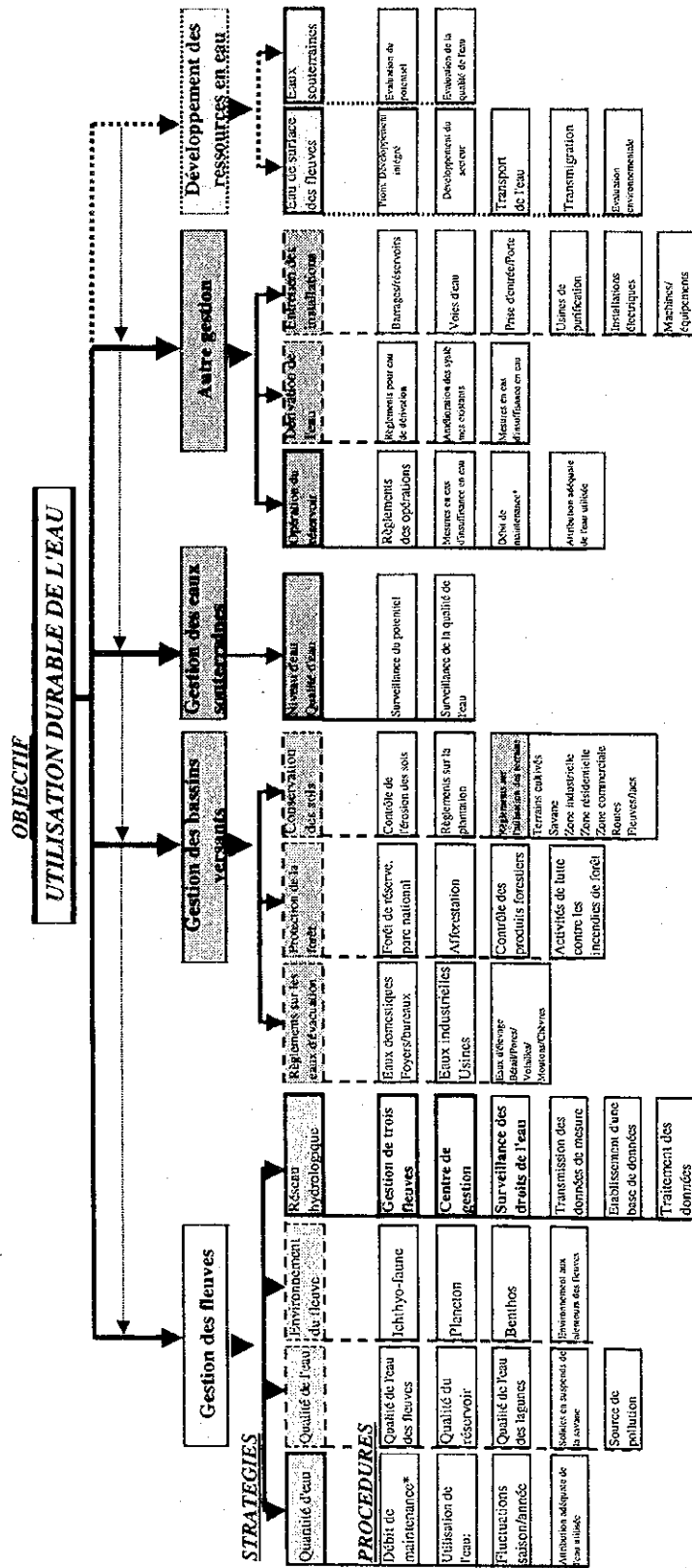
Le contenu décrit dans ces deux documents a été jugé suffisant puisqu'il reprend de manière complète tous les éléments importants en relation avec la gestion des ressources en eau. Il est par conséquent recommandé que la gestion intégrée des ressources en eau du pays soit exécutée conformément à ces deux documents.

#### **13.2 Cadre de la gestion des ressources en eau**

Le cadre des stratégies de la gestion des ressources en eau est présenté dans la Figure 13.2-1.

Chacune des stratégies sera exécutée sur la base des rubriques de procédure.

Figure 13.2-1 Cadre de la Gestion des Ressources en Eau



\* Débit de maintenance  
Le débit minimum devant être maintenu même en période de bas flux, après considération globale de :  
transport par bateau, pisciculture, prozone pluviale, prévention de la sécheresse, prévention de l'érosion des embouchures,  
protection des installations de contrôle des fleuves, maintenance du niveau des eaux souterraines, protection de la forêt, etc.

### **13.3 Points à remarquer pour la gestion des ressources en eau**

#### **13.3.1 Gestion de la quantité d'eau**

Les rubriques qui devront être prises en considération pour la gestion de la quantité d'eau sont les suivantes :

##### **(1) Eau de maintenance du fleuve**

L'eau de maintenance du fleuve doit être attribuée dans chaque point de contrôle en tenant compte des 9 rubriques indiquées dans la Figure 13.2-1.

L'eau de maintenance du fleuve n'existe pas pendant la saison sèche pour les fleuves de petite et moyenne envergure. En cas de planification du développement de nouvelles ressources en eau avec des réservoirs, il sera essentiel de tenir compte de l'eau de maintenance du fleuve.

Les critères utilisés par le Comité du fleuve Mékong au Sud-Est de l'Asie, à savoir "le débit mensuel moyen le plus bas observé dans les relevés" semblent réalistes et pourront être adoptés en tant que valeur standard de l'eau de maintenance pour les fleuves de Côte d'Ivoire.

##### **(2) Contrôle du régime du flux du fleuve aux réservoirs et déversoirs**

Etant donné que le flux du fleuve change selon la quantité d'eau utilisée entre les points de contrôle, les variations du flux devront être surveillées, évaluées et contrôlées de manière constante. Si le contrôle du flux du fleuve ne peut pas être effectué de manière appropriée, le bassin en aval sera confronté à des problèmes d'insuffisance en eau en raison de la prise d'eau précédente dans le bassin en amont. Par conséquent, le flux de sortie du réservoir et la dérivation d'eau du déversoir devront être effectués en prenant toujours en considération les droits de l'eau du fleuve en aval. Il est également nécessaire de surveiller le niveau d'eau et le débit au point de contrôle en aval et de vérifier leurs variations.

##### **(3) Attribution de l'eau**

La quantité d'écoulement de chaque fleuve est limitée alors que le développement des ressources en eau ira en augmentant d'année en année. Il existe une tendance à diminuer l'utilisation de l'eau dans les projets existants par l'utilisation de l'eau du projet proposé dans le même bassin.

Le plan d'attribution de l'eau, destiné à attribuer les quantités d'eau utilisée pour chaque projet dans chaque bassin versant, sera formulé en prenant en considération l'écoulement disponible, les utilisations de l'eau dans les projets existants et proposés, ainsi que l'eau de maintenance du fleuve.

##### **(4) Utilisation des eaux souterraines**

La gestion suivante pour l'utilisation des eaux souterraines sera requise, en particulier à Abidjan.

- L'emplacement des puits pour extraire les eaux souterraines devra être sélectionné en prenant en considération les conditions de l'aquifère, la densité de répartition des puits, leur profondeur et la capacité d'étude d'extraction des puits.
- La capacité d'étude d'extraction des puits devra être déterminée sur la base de l'essai de pompage effectué sur les puits.
- Les fluctuations du niveau des eaux souterraines pendant l'exploitation des puits devront être surveillées par le puits de surveillance installé. L'opération des puits de production devra être contrôlée par l'évaluation des résultats de surveillance du niveau d'eau, de capacité d'extraction et de qualité de l'eau.

### **13.3.2. Qualité de l'eau**

Les rubriques qui devront être prises en compte pour la gestion de la qualité de l'eau sont les suivantes:

#### **(1) Qualité des eaux de surface**

Les eaux de surface, pendant la saison sèche, comprennent une charge importante en sédiments et présentent une turbidité importante : elles doivent donc être traitées pour devenir de l'eau potable.

En outre, pendant la saison sèche, des maladies endémiques en relation avec l'eau, telles que l'onchocercose, la bilharziose et la malaria, apparaissent dans les marais et les réservoirs avec un faible niveau d'eau dans les régions nord et ouest. Il sera nécessaire de changer ces plans d'eau et de les transformer en terres sèches ou en réservoir avec grande profondeur d'eau pendant toute l'année, afin d'éliminer ces maladies endémiques.

#### **(2) Qualité de l'eau des réservoirs**

Dans les barrages avec réservoir de petite et moyenne dimension, les réservoirs n'ont qu'une faible profondeur d'eau à la fin de la saison sèche en raison de l'utilisation de l'eau qui contient des composants organiques dus à la décomposition des herbes aquatiques générées. Les réservoirs pour l'utilisation des eaux domestiques et industrielles devront par conséquent être conçus pour décider d'un bas niveau d'eau avec suffisamment d'eau morte, alors que la structure de prise devra être conçue pour pouvoir prendre de l'eau propre avec une grande profondeur d'eau dans le réservoir.

#### **(3) Qualité des eaux souterraines**

Les eaux souterraines de la région d'Abidjan risquent d'être polluées par l'intrusion de l'eau de mer due à la baisse du niveau des eaux souterraines. Il est nécessaire de prendre des mesures de toute urgence pour éviter la pollution des eaux, en restreignant l'utilisation de l'eau et en prévoyant une recharge pour un nouvel approvisionnement en eau de surface de la ville.

#### **(4) Qualité des eaux de la lagune**

Les eaux de la lagune sont considérablement polluées par les eaux usées de la ville d'Abidjan et de la zone industrielle ainsi que par les dépôts d'ordures le long du littoral de la lagune.

#### **13.3.3 Réseau hydro-météorologique et hydro-géologique**

Afin de parvenir à une gestion des ressources en eau réussie et efficace, un système de surveillance des précipitations, du flux des fleuves et des eaux souterraines devra être établi de manière appropriée et les variations des précipitations, de niveau d'eau, de la qualité de l'eau, du débit et de la quantité d'eau utilisée, entre autres, devront être observées avec ce système qui regroupe généralement une station de mesure, la transmission des données observées, le classement et la compilation des données.

La gestion du système de surveillance existant pour les données météorologiques et hydrologiques du pays est relativement bien exécutée. Toutefois, un système de surveillance des pratiques d'opération de l'eau dans les installations du projet, telles que les réservoirs, n'a pas encore été mis en place sauf pour les réservoirs destinés à l'hydro-électricité.

De nombreuses données en relation avec le développement et la gestion des ressources en eau sont disponibles. Toutefois, les travaux d'évaluation périodiques ne sont pas suffisants. Il est souhaitable que l'Autorité chargée de l'eau procède à des travaux d'évaluation pour le développement et la gestion des ressources en eau en coopération avec les agences concernées.

##### **(1) Précipitations**

Des stations de mesure des précipitations sont réparties en nombre suffisant dans l'ensemble du pays et elles effectuent des observations précises. Des stations supplémentaires seront toutefois requises dans la zone de savane du nord où seront exécutés de nombreux projets agricoles d'ici l'horizon 2015 qui consommeront une grande quantité de précipitations.

Il est nécessaire d'établir des directives sur les précipitations effectives pour les cultures en évaluant les données existantes sur les précipitations. Les précipitations effectives changent selon le motif de culture adopté, qui se compose des types de cultures, du calendrier de ces cultures et de l'intensité des précipitations dans chaque bassin versant. Les directives des précipitations effectives pour chaque bassin versant seront très utiles pour estimer les exigences en irrigation du projet.

##### **(2) Flux des fleuves**

Il existe environ 60 stations de mesure pour observer les fluctuations du niveau d'eau des fleuves. Bien que leur nombre ne soit pas toujours suffisant, ces stations sont bien réparties dans l'ensemble du pays. Si elles sont bien installées et entretenues dans l'ensemble, à l'exception de certaines, très peu d'entre elles sont équipées d'enregistreurs automatiques. L'observation du niveau de l'eau et la mesure du débit sont également bien exécutées, sauf pour les eaux de crue. La mesure du débit lors du haut niveau d'eau dans beaucoup de stations n'est pas effectuée de manière appropriée en raison du manque d'installations

de mesure dans les stations, telles que les câbles avec panier traversant les fleuves. Il est nécessaire d'augmenter le nombre de stations de mesure dans les bassins versants où de nombreux projets de développement des ressources en eau sont prévus et/ou exécutés, et d'améliorer la mesure du débit lors du haut niveau d'eau.

Bien que les données d'observation du flux des fleuves aient été compilées, l'évaluation hydrologique pour le niveau d'eau et le débit n'a pas été bien effectuée. Il est recommandé que l'Autorité chargée de l'eau procède aux travaux d'évaluation pour le flux du fleuve en prenant en considération les points suivants :

- Bas niveau d'eau pour assurer le flux de maintenance du fleuve et haut niveau d'eau pour éviter les dommages des crues aux points de contrôle.
- Quantité appropriée d'eau attribuée aux projets existants et proposés, sur une base mensuelle.
- Flux du fleuve disponible pendant la saison sèche et pluvieuse pour le développement des futures ressources en eau dans chaque sous-bassin.

### **(3) Système de surveillance de l'eau dans les installations existantes**

Un système de surveillance de l'eau en fonctionnement dans les installations de projet existants, comme les réservoirs et les canaux, n'est pas établi sauf pour les barrages hydro-électriques. Dans les barrages existants destinés à l'agriculture et à l'approvisionnement en eau, des jauges automatiques ou jauges limnimétriques pour la surveillance des variations du niveau d'eau devront être installées en amont du réservoir, à la prise d'eau du réservoir et pour l'aval du fleuve.

Dans le système de canaux existant, des jauges limnimétriques devront également être installées aux points de dérivation de l'eau, comme les régulateurs et les évitements (*turnout*), afin d'effectuer les dérivations d'eau appropriées.

### **(4) Eaux souterraines**

Bien qu'un certain nombre de puits de production soient installés et en cours de fonctionnement, il n'existe pas de puits de surveillance. Des puits de surveillance devront être prévus dans les emplacements où de nombreux puits sont en opération, comme dans la région d'Abidjan, afin de surveiller le niveau d'eau et les variations de la qualité de l'eau. Il est recommandé que l'Autorité chargée de l'eau étudie et prépare certaines directives pour les quantités par jour d'extraction d'eau moyenne du niveau d'eau d'opération, les heures d'opération, etc., dans chaque sous-bassin afin de faire durer les utilisations des eaux souterraines.



## **(5) Elaboration d'une base de données du système fluvial**

Une base de données du système fluvial n'a pas encore été établie en Côte d'Ivoire. Un registre des fleuves avec les rubriques suivantes devra être élaboré afin de comprendre facilement le système fluvial et de pouvoir gérer les fleuves de manière efficace et sans à-coups.

- Longueur du fleuve, largeur et pente;
- Densité des affluents dans le sous-bassin ; et
- Niveau d'eau et débits maximum et minimum

Débit moyen sur un niveau mensuel et débit pendant une année de sécheresse avec une période de retour une fois tous les 5 ans et tous les 10 ans sur un niveau mensuel.

### **13.3.4 Gestion de la sécheresse**

#### **(1) Opération du réservoir**

Etant donné que l'eau pendant la saison sèche est très rare dans chaque fleuve et ne peut pas couvrir les différentes demandes en eau dans les bassins versants, un barrage à réservoir sera requis pour l'utilisation stable et effective de l'eau.

Bien que les réservoirs hydro-électriques, à l'exception de Kossou, soient bien conçus et soient bien exploités du point de vue de la gestion de l'eau du réservoir, les petits et moyens barrages construits pour l'utilisation des eaux agricoles et domestiques ne sont pas toujours exploités et gérés de manière appropriée en raison d'un manque d'information sur les flux d'entrée du réservoir et sur la demande en eau dans la région bénéficiaire ainsi que de l'absence de règlements sur l'opération du réservoir pour contrôler le niveau et la sortie d'eau vers la région, entre autres. Il est par conséquent nécessaire d'établir des règlements d'opération pour les réservoirs existants en surveillant et en évaluant les flux d'entrée, la demande en eau, les fluctuations de la capacité du réservoir, etc., pendant une année moyenne et une année de sécheresse.

L'étude de l'opération du réservoir sera effectuée de la manière suivante:

Le réservoir atteint le plein niveau d'eau à la fin de la saison humide, d'octobre à novembre, et approche le plus bas niveau d'eau au début de la saison humide, de juin à juillet, car le réservoir stocke des entrées abondantes de juillet à octobre et les libère principalement pendant la saison sèche, ainsi qu'en juillet, au début des cultures de la saison sèche.

Si le niveau d'eau du réservoir dans le cas d'un barrage agricole n'atteint pas le plein niveau d'eau à la fin novembre, la zone d'irrigation proposée ne peut pas être bien irriguée et la superficie doit être réduite selon l'eau disponible dans le réservoir à la fin novembre.

La capacité d'appui du réservoir pour compléter le flux d'entrée des petits réservoirs lors de la prochaine année sèche sera également estimée par l'étude de l'opération.

- Le contrôle des inondations devra être étudié, en particulier pour le fleuve Agnéby, afin de supprimer les inondations de crête. Un règlement d'opération pour le contrôle des inondations devra être établi sur les réservoirs de type à débordement naturel, sans porte.
- Pour les petits réservoirs, il ne sera pas nécessaire de procéder à une étude détaillée d'opération mais de préparer des directives d'opération du réservoir.
- Une méthode pratique consiste à préparer un règlement d'opération par "DP : Programme dynamique de probabilité". (Cette méthode consiste en une analyse de probabilité et de test/erreur basée sur les données hydrologiques passées). Il sera également possible, dans un avenir proche, d'évaluer les précipitations futures sur la base de prévisions météorologiques à long terme.

## **(2) Dérivation d'eau**

La quantité d'écoulement de chaque fleuve est limitée, alors que le développement des ressources en eau augmentera d'année en année. Il y a une tendance à la diminution de l'utilisation de l'eau dans les projets existants en utilisant l'eau du projet proposé dans le même bassin.

Un plan d'attribution de l'eau pour distribuer la quantité d'eau utilisée pour chaque projet et dans chaque bassin versant devra être formulé en prenant en considération l'écoulement disponible, les utilisations de l'eau dans les projets existants et proposés et l'eau de maintenance des fleuves.

### **13.3.5 Gestion des bassins versants**

#### **(1) Nécessité de gestion des bassins versants**

La gestion des bassins versants doit être effectuée afin de préserver durablement les bassins versants et de maintenir ou d'augmenter la capacité d'accueil des ressources en eau dans ces bassins. En outre, la gestion des bassins versants doit être effectuée de façon à équilibrer les précipitations de forte intensité pendant la saison des pluies et le faible écoulement pendant la saison sèche.

#### **(2) Division des bassins versants**

Les bassins versants du pays devront être divisés en sous-bassins et en petits sous-bassins afin de surveiller et d'évaluer les caractéristiques du bassin versant et son rendement potentiel d'écoulement. Lors de l'étude de la JICA, les bassins versants ont été divisés provisoirement en 58 sous-bassins (points de contrôle).

Les superficies moyennes des sous-bassins hydrauliques sont comprises entre 7.000 et 14.000 km<sup>2</sup> pour les grands fleuves et 1.000 à 2.000 km<sup>2</sup> pour les petits. Pour une gestion pratique des bassins versants à l'avenir, les sous-bassins devront être encore divisés en petits sous-bassins, car il est relativement

difficile, dans une région de sous-bassin ayant une grande superficie, de procéder à la gestion appropriée des bassins versants par surveillance, évaluation et contrôle.

### **(3) Règlements sur les eaux d'évacuation**

Bien que le problème des eaux évacuées par les foyers, les bureaux, les industries, l'élevage, etc., dans les bassins versants ne soit pas encore grave à l'heure actuelle, il risque de prendre des proportions sérieuses à l'avenir.

Des règlements sur les eaux d'évacuation avec des mesures pour le traitement de ces eaux devront être établis, en particulier pour l'élevage, et ce, le plus rapidement possible.

### **(4) Protection de la forêt et préservation des terrains**

La gestion des bassins versants, en relation avec la protection de la forêt et la préservation des terrains, devra être effectuée en analysant les utilisations des terrains de la manière suivante :

- Surveillance, évaluation et contrôle des zones de culture (itinérante) sur brûlis et de l'abattage des arbres dans la forêt.
- Surveillance et évaluation des zones de forêts, de réserves et des parcs nationaux existants.
- Surveillance, évaluation et contrôle des terrains agricoles au sens large, comprenant la superficie réelle cultivée, la zone de jachère, la zone du village, etc.
- Identification des terrains dévastés et de l'érosion des sols lorsque des mesures sont requises.
- Identification de la superficie du réservoir et des superficies des fleuves pour le développement des ressources en eau.
- Identification des superficies en augmentation pour les villes, les cités, les industries, etc.

#### **13.3.6 Maintenance des installations**

La maintenance des installations des barrages-réservoirs, des voies d'eau, des vannes de prise d'eau, des usines de traitement, des installations électriques et des machines et équipements est essentielle pour la gestion des ressources en eau.

Il sera donc nécessaire de préparer des directives pour la maintenance de ces installations.



## **CHAPITRE 14 GESTION DE LA QUANTITE D'UTILISATION DE L'EAU**

### **14.1 Nécessité et objectifs du contrôle de la quantité d'utilisation de l'eau**

Les eaux de surface et les ressources en eaux souterraines disponibles dans chaque bassin versant sont limitées par les motifs des précipitations et les conditions des bassins versants, alors que les quantités d'eau utilisées iront en progressant jusqu'à l'an 2015 conformément à la promotion du développement des ressources en eau en réponse aux différentes demandes en eau.

L'objectif de la gestion de la quantité d'utilisation de l'eau est d'évaluer les ressources en eau disponibles pour l'utilisation de l'eau dans les sites existants et les nouveaux projets proposés ainsi que la quantité d'utilisation de l'eau pour répondre aux différentes demandes en eau et, en résultat, de contrôler l'approvisionnement en eau en prenant en considération l'équilibre entre l'eau disponible et la quantité d'eau utilisée. La gestion de la quantité d'eau utilisées est nécessaire pour les utilisations effectives et durables de l'eau en cas de ressources en eau limitées et fluctuantes.

Les questions à étudier et à exécuter pour parvenir à une gestion appropriée de la quantité d'eau utilisées sont résumées de la manière suivante:

- Etablissement de points de contrôle pour surveiller le niveau d'eau et le débit.
- Evaluation du bilan hydrologique entre les ressources en eau disponibles, la quantité d'eau utilisées et la quantité d'eau attribuée.
- Etablissement de règlements pour l'opération des réservoirs et l'eau de dérivation des fleuves.
- Etablissement d'un droit d'utilisation de l'eau

### **14.2 Problèmes de la gestion des ressources en eau**

#### **14.2.1 Evaluation de l'équilibre entre la demande et l'approvisionnement en eau**

##### **(1) Zone de gestion du bassin versant de Comoé**

L'équilibre entre la demande et l'approvisionnement en eau ainsi que les problèmes dans le bassin versant de Comoé (fleuve Comoé et fleuves environnants) sont présentés dans le Tableau 14.2-1.

Les remarques tirées du Tableau 14.2-1 sont les suivantes :

- ① Le bilan hydrologique de la ville d'Abidjan est très sérieux et le développement de nouvelles ressources en eau doit par conséquent être considéré de toute urgence.
- ④ Une des hautes priorités pour la gestion des ressources en eau de Côte d'Ivoire est d'améliorer le régime du flux et le faible taux d'utilisation du fleuve Comoé.

Cette amélioration contribuera, entre autres, à la production d'une importante énergie hydro-électrique, à un approvisionnement adéquat en eau urbaine pour Abidjan et en eaux agricoles pour la zone littorale pendant la saison sèche ainsi qu'à la prévention du dépôt de sédiments à l'embouchure du fleuve dans les lagunes.

- ⑥ La construction d'un barrage en aval du barrage d'Ayamé n°2 serait recommandée pour l'utilisation effective de la hauteur d'eau restante.
- ⑦ Les inondations d'Agboville par débordement du fleuve Agnéby sont habituelles et sérieuses.

## **(2) Zone de gestion du bassin versant de Bandama**

L'équilibre entre la demande et l'approvisionnement en eau ainsi que les problèmes dans le bassin versant de Bandama (fleuve Bandama et fleuves environnants) sont présentés dans le Tableau 14.2-2. Les remarques tirées du Tableau 14.2-2 sont les suivantes :

- ② Insuffisance de l'approvisionnement en eau urbaine à remarquer dans les localités, à l'exception de Korhogo-Ferke et Yamoussokro à l'avenir.
- ④ Insuffisance considérable à noter pour l'approvisionnement en eau agricole à l'avenir.
- ⑤ Insuffisance de production électrique de la centrale de Kossou en raison de la faible entrée d'eau dans le barrage.

## **(3) Zone de gestion du bassin versant de Sassandra**

L'équilibre entre la demande et l'approvisionnement en eau ainsi que les problèmes dans le bassin versant de Sassandra (fleuve Sassandra et fleuves environnants) sont présentés dans le Tableau 14.2-3. Les remarques tirées du Tableau 14.2-3 sont les suivantes :

- ① Planification des installations de stockage des eaux pour l'approvisionnement en eau domestique de la ville de Man.
- ⑤ Utilisation effective de l'eau en aval du barrage de Buyo.

### **14.2.2 Problèmes de gestion des fleuves**

Les problèmes de gestion des fleuves sont les suivants:

#### **(1) Critères et manuels pour les travaux fluviaux**

Préparation de critères et de manuels pour les travaux fluviaux: les critères et les manuels consistent en trois parties, étude, planification et conception, et le contenu pourra être utilisé comme un manuel complet pour les travaux fluviaux.

**(2) Manuel des droits de l'eau**

Préparation d'un manuel pour l'évaluation des droits de l'eau: les principales rubriques en seront: année standard, eau de maintenance, points de contrôle, facteur de sécurité, droits de l'eau existants, droits du niveau d'eau (*high water right*), stockage de l'eau en dehors du bassin versant, etc., et ces rubriques comprendront respectivement les problèmes et les mesures à adopter.

**(3) Système de réseau hydro-météorologique**

Etablissement d'un réseau hydro-météorologique (observation, transmission et traitement): le système de réseau est essentiel pour la surveillance des droits de l'eau.

**(4) Préparation du registre des fleuves**

Préparation d'un registre des fleuves et d'un diagramme des flux le long du système fluvial, présentant la superficie du bassin versant, la longueur du fleuve, le régime du flux du fleuve pendant les années standard et les années de sécheresse, les sédiments, etc.





**Tableau 14.2-2 Equilibre entre demande et approvisionnement en eau et problèmes de la zone de gestion du bassin versant de Bandama**

Rubrique	Unité	Demande en eau				Approvisionnement en eau			
		Bandama Fleuve principal	Fleuve Nzi	Zone de Boubo	Bandama Fleuve principal Source	Fleuve Nzi Source	Zone de Boubo Source	Quantité	
								Quantité	Quantité
<b>Eaux domestiques</b>									
A. Eau urbaine									
1) Korbogo - Ferke - Yamoussoukro	m <sup>3</sup> /day	51.500			Barrage-Réservoir Fleuve + Souterraines				
2) Principal fleuve Bandama et autres villes	m <sup>3</sup> /day	162.300							
3) Nzi (II-8) : Villes sur le fleuve Nzi	m <sup>3</sup> /day		137.900			Fleuve + Souterraines	137.900		
4) Boubo (X-C2) : villes de Boubo	m <sup>3</sup> /day			40.300					40.300
B. Eau rurale	m <sup>3</sup> /day			6.300	Eaux souterraines		2.700		6.300
<b>Eau agricole</b>									
1) Amont de Bandama (II-C5)	mm	52			Fleuve 1/5*0,2				
2) Marahoué UII-C12) : amont-Bionafe	mm	12			Fleuve 1/5*0,2				
3) Nzi (II-C8) : amont-confluent	mm	14			Fleuve 1/5*0,2				
4) Boubo (X-C2) : amont -Grand Lahou	mm	10							
<b>Energie hydro-électrique</b>									
	1) Kossou	Flux d'entrées moyen d'étude: 196 m							
		HWL d'étude: 196 m							
	2) Taabo	Flux d'entrées moyen d'étude: 154 m <sup>3</sup> /s							
		HWL d'étude: 124m							
<b>Problèmes</b>		Flux d'entrée moyen réel : environ 80-90 m <sup>3</sup> /s							
1) Eaux domestiques		HWL réel: environ 185-187 m							
		Flux d'entrée moyen réel : environ 190-196 m <sup>3</sup> /s							
		HWL réel: environ 122-124 m							
2) Eau urbaine		① L'approvisionnement en eau urbaine pour les villes de Korbogo, Ferke et Yamoussoukro pourrait être effectué par l'eau contrôlée des barrages.							
		② Il est très difficile d'approvisionner les autres villes en eau de manière stable pendant la saison sèche. La région nord par exemple ne peut pas être approvisionnée avec une grande quantité d'eaux souterraines. Par conséquent, une insuffisance importante en eau urbaine des localités sera enregistrée à l'avenir.							
		③ L'approvisionnement en eau rurale pourra être exécutée à partir des eaux souterraines dans le cas d'une demande en eau de 25 l/jour et par habitant.							
		④ Même si un taux contrôlé (capacité du réservoir/flux d'entrée) de 50% peut être conservé avec la construction des barrages adéquats, une insuffisance importante en eau agricole sera enregistrée à l'avenir.							
3) Energie hydro-électrique		⑤ La production énergétique de la centrale de Kossou est remarquablement basse comparée à la conception d'étude en raison du faible flux d'entrée dans le barrage.							

Remarque: Fleuve-1/5\*0,5 = Taux contrôlé (capacité du réservoir/écoulement du fleuve) de 50% pour des eaux de surface du fleuve avec probabilité de 1/5

**Tableau 14.2-3 Equilibre entre demande et approvisionnement en eau et problèmes du bassin versant de Sassandra : horizon 2015**

Rubrique	Demande en eau		Approvisionnement en eau		Zone de Boubo	
	Bandama Fleuve principal	Fleuve Nzi	Bandama Fleuve principal	Fleuve Nzi	Source	Quantité
<b>Eaux domestiques</b>						
A. Eau urbaine						
1) Man (I-8)	170.000		Saison sèche (moyenne annuelle) 1.300 (31.000)			
2) San Pedro (X I-C1)	340.000	37.000	Entrée du déversoir Fleuve-1/10	Barrage-réservoir	2.580.000	
3) Fleuve Sassandra et autres villes (I-C1)			Fleuve + Souterraines			
4) Bani-Niger (IV-C1/C3/C4/C5)	45.000	4.700	Souterraines	Souterraines	4.700	Fleuve + Souterraines
B. Eau rurale						
1) Fleuve Sassandra (I-C1)	18		Saison sèche (moyenne annuelle) 76 (152)		Saison sèche (moyenne annuelle) 140 (400)	
2) San Pedro (X-C1/C2/C3)	15		Fleuve-1/5	Fleuve-1/5		
4) Bani-Niger (XI-C1/C3/C4/C5)	20					
<b>Energie hydro-électrique</b>						
<b>Problèmes</b>						
1) <b>Eaux domestiques</b>						
2) <b>Eau urbaine</b>						
3) <b>Energie hydro-électrique</b>						
Production énergétique réelle: Identique à celle de l'étude HWL d'étude: 200 Capacité du réservoir de 8.300 MCM Hauteur d'élévation d'étude: 36 m						
① Les eaux domestiques de la ville de Man sont fournies par les eaux de surface du fleuve, mais étant donné que l'écoulement du fleuve pendant la saison sèche est de moins de 1/10 de l'eau d'approvisionnement prévue, des installations de stockage sont essentielles pour avoir un approvisionnement en eau stable. ② Bien que les eaux domestiques dans les autres localités soient fournies à partir des eaux souterraines et des eaux de surface des fleuves pendant la saison des pluies, il semble n'y avoir aucun problème dans le bassin de Sassandra puisque le fleuve dispose d'importantes eaux de surface. ③ L'approvisionnement en eau rurale pourra être exécutée à partir des eaux souterraines dans le cas d'une demande en eau de 25 l/jour et par habitant. ④ Bien que le fleuve dispose d'importantes eaux de surface, ces eaux ne sont plus que de la moitié pendant la saison sèche. L'agriculture doit donc être limitée à des produits comme le cacao, la banane, etc. qui consomment peu d'eau. • Pour promouvoir l'électrification rurale. ⑤ Les eaux contrôlées par le barrage de Buyo ne sont pas utilisées efficacement en aval, et il est par conséquent recommandé de construire de nouveaux barrages qui seront également des barrages de régulation en aval						
Remarque: 1/5 = Eaux de surface des fleuves avec probabilité de 1/5						

### **14.3 Utilisation des points de contrôle**

Les points de contrôle seront principalement utilisés pour les objectifs suivants en relation avec le contrôle de l'utilisation de l'eau.

- ① Exécuter l'analyse hydrologique, le calcul du bilan hydrologique et la surveillance de la quantité et de la qualité de l'eau aux points de contrôle.
- ② Saisir le régime de flux dans les bassins en observant le niveau d'eau et le débit.
- ③ Juger des quantités d'approvisionnement en eau en observant le niveau d'eau et le débit.
- ④ Surveiller le débit de maintenance des fleuves.

### **14.4 Droits d'utilisation de l'eau**

#### **14.4.1 Facteur de sécurité de l'eau**

En prenant pour référence le facteur de sécurité en France et au Japon, le facteur de sécurité de l'eau en Côte d'Ivoire sera décidé en principe sur la base d'une sécheresse d'étude avec une période de retour de 10 ans en prenant en considération la "Gestion de la sécheresse".

Le facteur de sécurité recommandé pour chaque secteur est indiqué dans le Tableau 14.4-1.

#### **14.4.2 Débit de maintenance des fleuves**

Le débit de maintenance des fleuves peut être défini comme "le débit stipulé devant être maintenu même au moment d'un faible flux, après considération globale du transport par bateau, de la pêche, des paysages pittoresques, de la prévention de la salinisation, de la prévention de l'obstruction des embouchures, de la protection des installations de contrôle des fleuves, de la maintenance du niveau des eaux souterraines, de la protection de la flore et de la faune et de la maintenance de la clarté du flux du fleuve".

Les exemples de pays étrangers et les débits de maintenance proposés sont présentés dans le Tableau 14.4-1.

Il serait recommandé de décider du débit de maintenance sur la base de l'étude de 9 rubriques comme mentionné ci-dessus et il serait réaliste pour la Côte d'Ivoire d'adopter comme chiffre standard "le débit mensuel moyen le plus bas".

#### **14.4.3 Décision sur le débit de développement**

Le débit de développement doit être décidé sur la base des études du facteur de sécurité de l'eau ci-dessus mentionné pour la planification de l'eau.

Les mesures suivantes devront être étudiées si le facteur de sécurité est insuffisant.

- Dériver l'eau des affluents (plan de dérivation inter-bassins) ;
- Dériver l'eau des bassins (plan de dérivation sur une vaste superficie) ;
- Réduire l'envergure du développement ;
- Etudier des plans alternatifs.

#### **14.4.4 Année de sécheresse d'étude**

Comme mentionné ci-dessus, "l'année de sécheresse d'étude" doit être en principe décidée sur la base d'une sécheresse d'étude avec une période de retour de 5 ou 10 ans, prenant en considération la "Gestion de la sécheresse". En outre, en Côte d'Ivoire, les projets concernant les ressources en eau sont planifiés sur la base de l'année 1983 comme année de sécheresse. Nous avons étudié les relations entre le débit de sécheresse probable et le débit en 1983 et, en résultat de ces études, on peut considérer que la période de retour de 1983 est équivalente à approximativement 20 ans.

En cas de capacité du réservoir qui serait contrôlée sur une période d'un an et de la prise d'entrée du déversoir, le débit de développement aux sites proposés peut être calculé par l'équation suivante en utilisant le facteur d'ajustement pour une période de retour de 1/10 ans par rapport au débit de développement en 1983.

$$Q_{1/10} = \text{Facteur d'ajustement} \times Q_{1983}$$

$Q_{1/10}$  = Débit de développement pour une période de retour de 1/10 ans

$Q_{1983}$  = Débit de développement calculé sur la base du débit en 1983

En outre, le calcul du bilan hydrologique réel des réservoirs de grande capacité qui seront contrôlés sur plusieurs années devra être exécuté pour des périodes de 5 à 10 ans, y compris l'année 1983.

#### **14.4.5 Autres critères**

##### **(1) Taux de diffusion de l'approvisionnement en eau**

Le taux d'approvisionnement en eau est supposé être 100% d'ici l'année cible.

##### **(2) Taux d'auto-suffisance alimentaire**

Le taux d'auto-suffisance alimentaire sera calculé au niveau national. Une étude devra en outre être effectuée sur les possibilités de réduction des importations et d'augmentation des exportations afin de parvenir à un niveau satisfaisant.

##### **(3) Qualité de l'eau des sources**

Une étude préliminaire a été effectuée sur la qualité de l'eau aux points de contrôle.

D'après cette étude, bien qu'aucun problème ne soit à remarquer dans les grands fleuves ayant beaucoup d'eau, certains d'entre eux montrent des valeurs élevées pour les matières en suspens (SS), la conductivité électrique (EC) et la demande chimique en oxygène (COD) pendant la saison sèche, alors qu'une turbidité élevée se remarque pendant la saison humide en raison de l'érosion des sols dans les bassins versants dévastés.

Ces phénomènes de pollution de l'eau doivent être pris en considération pour les plans de développement et de gestion des ressources en eau.

Les critères de qualité de l'eau utilisés pour l'instant sont ceux de l'OMS. Les nouveaux critères pour la Côte d'Ivoire sont en cours de préparation par la SIAPOL.

**Tableau 14.4-1 Principaux critères pour l'établissement des droits de l'eau**

Division	Rubriques/Contenu
<p>1) Facteur de sécurité d'utilisation de l'eau</p>	<p>(A) Utilisation agricole On suppose que le rendement agricole d'une année standard doit être de 80% ou plus du rendement moyen prévu. Un motif de culture et des règles de gestion de l'eau seront proposés pour les années de sécheresse. Par conséquent, le facteur de sécurité de l'eau sera décidé sur la base d'une sécheresse d'étude avec une période de retour de 5 ans et, en tenant compte de la gestion de la sécheresse.</p> <p>(B) Utilisation domestique/industrielle Le facteur de sécurité de l'eau sera décidé sur la base d'une sécheresse d'étude avec une période de retour de 10 ans en prenant en considération la "gestion de la sécheresse".</p> <p>(C) Utilisation hydro-électrique La capacité installée et la production électrique est prévue pour un flux moyen de 10 ans. Dans le cas d'un réservoir de type centrale, la sortie minimum garantie est prévue pour le cas le plus bas sur une période de 10 ans. Dans le cas d'une centrale de type écoulement de fleuve, la sortie minimum garantie est prévue pour un débit sec moyen sur une période de 10 ans.</p>
<p>(2) Débit de maintenance du fleuve</p>	<p>(A) Exemple de débit de maintenance des fleuves dans les pays étrangers Les exemples réels concernant le débit de maintenance des fleuves sont très limités. En France, aux Etats-Unis et au Royaume-Uni, il n'existe pas de critères précis. Au Japon, bien que les critères soient décidés cas par cas sur la base de la définition ci-dessus, l'indication est comprise entre 1,0 m<sup>3</sup>/s/100 km<sup>2</sup> et 0,2 à 0,3 m<sup>3</sup>/s/100 km<sup>2</sup>, selon les conditions de développement. Un cas très précis a pu être trouvé par le Comité du fleuve Mékong. Ce comité a stipulé l'utilisation "du débit mensuel moyen le plus bas sur la base des relevés d'observation" en tant que débit de maintenance du fleuve.</p> <p>(B) Débit de maintenance des fleuves proposé pour la Côte d'Ivoire On peut recommander de décider d'un débit de maintenance sur la base d'une étude en 9 rubriques comme indiqué en 14.4.2. Toutefois, il semble réaliste d'utiliser pour chiffre standard en Côte d'Ivoire "le débit mensuel moyen le plus bas". Selon les études de l'équipe de la JICA, le débit mensuel le plus bas en Côte d'Ivoire est de 0,01 m<sup>3</sup>/s/100 km<sup>2</sup>. Par conséquent, le plan du projet sera formulé de façon à ce que le débit minimum soit supérieur à 0,01 m<sup>3</sup>/s/100 km<sup>2</sup>.</p>

## **14.5 Contrôle de l'utilisation des eaux de surface**

### **14.5.1 Nécessité et procédure d'établissement de règlements d'exploitation des réservoirs pendant les années de sécheresse**

Il est nécessaire d'établir des règlements d'exploitation basés sur l'utilisation de l'eau stockée dans les réservoirs afin de procéder à une opération effective et de minimiser les dégâts pendant les années de sécheresse.

Selon notre expérience, la "Méthode de programme dynamique de probabilité : DP" (méthode pouvant être obtenue à partir d'analyse de probabilité et test/erreur basé sur les données hydrologiques passées) est une méthode pratique pour préparer des règlements d'exploitation et nous espérons qu'il sera possible, dans un futur proche, d'estimer les futures précipitations sur la base des prévisions météorologiques à long terme.

### **14.5.2 Contrôle de l'utilisation des eaux de surface dans chaque secteur**

#### **(1) Agriculture, élevage et pêche**

Les sources d'eau de surface avec barrage pour l'agriculture ayant des réservoirs d'une capacité supérieure à 1.000.000 m<sup>2</sup> sont indiquées dans le Tableau 14.5-1.

- Il est nécessaire d'établir des règlements d'exploitation par la "Méthode de programme dynamique de probabilité : DP" (les dommages pendant la sécheresse seront minimisés) pour ces barrages. Les barrages polyvalents (riz + autres usages) en particulier, les règlements d'exploitation doivent être établis le plus rapidement possible.
- Il est nécessaire d'établir le droit d'utilisation de l'eau comme coutume d'utilisation de l'eau pour les barrages et les installations de prise existants et pour l'utilisation autorisée de l'eau pour les nouveaux barrages et installations de prise.

#### **(2) Approvisionnement en eau domestique**

La source des eaux de surface avec barrage pour l'approvisionnement en eau urbaine est indiqué dans le Tableau 14.5-2.

- Il est nécessaire d'établir des règlements d'exploitation par la "Méthode de programme dynamique de probabilité DP" (les dommages pendant la sécheresse seront minimisés) pour ces barrages. Les barrages polyvalents (AEP + autres usages) en particulier, les règlements d'exploitation doivent être établis le plus rapidement possible.
- Il est nécessaire d'établir le droit d'utilisation de l'eau comme coutume d'utilisation de l'eau pour les barrages et les installations de prise existants ; et pour les nouveaux barrages et installations de prise, autoriser l'utilisation de l'eau.

### (3) Energie hydro-électrique

Les barrages et réservoirs pour l'énergie hydro-électrique sont indiqués dans le Tableau 14.5-3.

- Il est nécessaire d'établir des règlements d'exploitation par la "Méthode de programme dynamique de probabilité : DP" (les dommages pendant la sécheresse seront minimisés) pour ces barrages le plus rapidement possible.
- Il est nécessaire d'établir le droit d'utilisation de l'eau comme coutume d'utilisation de l'eau pour les barrages et les installations de prise existants ; et autoriser l'utilisation de l'eau pour les nouveaux barrages et installations de prise.
- Il est nécessaire d'installer de petites unités hydro-électriques pour l'électrification rurale pour les barrages et voies d'eau existants et prévus.

**Tableau 14.5-1 Sources d'eau de surface avec barrages (existants) pour l'agriculture**

Nom du bassin versant	Nom du barrage	Année de construction	Objectif d'utilisation actuel	Superficie réceptrice (km <sup>2</sup> )	Hauteur du barrage (m)	Capacité du réservoir (1000 m <sup>3</sup> )
Agnéby	Eglin-1	----	Bananes + ananas	-----	11,00	1,000
Bandama	Ndakonnankro	1972	Riz	6	7,00	1,600
Bandama	Yaora	1974	Riz	48	10,00	4,000
Bandama	Sema	1972	Riz	22	7,00	1,600
Bandama	Subiakro	1972	Riz + Poissons	38	9,00	2,000
Bandama	Zatta	1972	Riz	48	7,00	1,500
Bandama	Yabra-2	1974	Riz	22	8,00	1,150
Bandama	Yabra-1	1974	Riz	61	11,00	8,700
Bandama	Kongobo	1979	Riz	25	12,50	2,200
Bandama	Nabyon	1981	Riz	220	16,00	45,000
Bandama	Sakassou	1990	Riz	594	13,50	8,000
Bandama	Morrisson	1975	Canne à sucre	9.000	12,00	79,000
Bandama	Nafoun	1976	Riz	144	15,00	60,000
San-Pedro	Fahe		Approvisionnement en eau potable + riz	2424	10,00	25,000
Sassandra	Kibouo	1970	Riz + Poissons	6	12,00	2,000
Total				12.658		242.750

Remarque: Les barrages avec une capacité de réservoir de plus de 1.000.000 m<sup>3</sup> ont été sélectionnés dans ce tableau.

Total des barrages = 15 > V = 1.00.000 m<sup>3</sup> + 529 barrages < V = 1.000.000 m<sup>3</sup> = 544 barrages



**Tableau 14.5-2 Source des eaux de surface avec barrages (existants) pour l'approvisionnement en eau urbaine**

	Nom du bassin versant	Nom du barrage	Année de construction	Objectif d'utilisation actuel	Bassin hydraulique (km <sup>2</sup> )	Hauteur du barrage (m)	Capacité du réservoir (1000 m <sup>3</sup> )
1	Agnéby	Ehuikro	1971	AEP	20	12,00	3.000
2	Agnéby	Bongouanou	1986	AEP	4	6,00	500
3	Agnéby	Assie-Akpesse		AEP		5,00	1.500
4	Agnéby	Agboville		AEP		5,00	1.500
5	Agnéby	Rubino	1978	AEP		10,00	1.000
6	Bandama	Loka	1978	AEP + PISCICULTURE	127	12,00	22.300
7	Bandama	Lokpoho	1972	AEP + CANNE A SUCRE	1200	8,50	10.500
8	Bandama	Korhogo		AEP	18		2.131
9	Comoé	Daoukro	1976	AEP	4		
10	Comoé	Apengourou		AEP			
11	Comoé	Abengourou	1977	AEP	39	12,00	5.000
12	Comoé	Segbono	1978	AEP + RIZ + PISCICULTURE	60	14,00	7.800
13	Comoé	Ouangolo		AEP		5,00	
14	Marahoué	Seguela	1986	AEP + PISCICULTURE	54	13,77	2.500
15	ME	Bingerville		AEP + PISCICULTURE		10,00	3.000
16	NIGER	Tengrela	1975	AEP	68	8,25	4.400
17	N'ZI	Konggoulo-1	1970	AEP	39	12,14	3.800
18	N'ZI	Trenou	1968	AEP	19	20,00	2.800
19	N'ZI	Nikolo	1974	AEP		4,00	
20	N'ZI	Niankara	1977	AEP		4,00	
21	San-Pedro	San-Pedro		AEP + RIZ	2424	10,00	25.000
22	Sassandra	Duekoue	1980	AEP		6,00	
<b>Total</b>					<b>4.076</b>		<b>96.731</b>

Total des barrages = 22

**Tableau 14.5-3 Barrages et réservoirs (existants) pour l'énergie hydro-électrique**

Nom du bassin versant	Nom du barrage	Année de construction	Objectif d'utilisation actuel	Bassin hydraulique (km <sup>2</sup> )	Hauteur du barrage (m)	Capacité du réservoir (1000 m <sup>3</sup> )
Sassandra	Buyo		Hydro-électricité	46,250	37	8,300 (7,000)
Bandama	Kossou		Hydro-électricité	32,400	58	30,211 (25,800)
Bandama	Taabo		Hydro-électricité	57,700	34	630 (340)
Bia	Ayame- I		Hydro-électricité	9,320	30	900 (849)
Bia	Ayame- II		Hydro-électricité	9,330	35	69 (68)
San Pedro	Faye (Grah)		Hydro-électricité	2,424	10	25 (25)
Total				148,094		40,135 (34,082)

Remarque: Les chiffres entre parenthèses pour la capacité du réservoir indiquent le volume effectif; Total des barrages = 6

#### 14.6 Contrôle des eaux souterraines

Le potentiel en eaux souterraines semble amplement suffisant par rapport à la demande en eau, sauf pour la ville d'Abidjan. Etant donné la faible capacité de l'aquifère discontinu, la concentration des forages peut être inévitable dans le cas de l'utilisation de l'eau urbaine. Par conséquent, l'étude de la capacité de l'aquifère ainsi que la simulation et la surveillance des changements du niveau des eaux souterraines seront nécessaires pour les zones avec un développement concentré des eaux souterraines. La protection de l'aquifère à Abidjan est le problème le plus important pour le développement des eaux souterraines du pays. L'étude des mesures à adopter pour le futur approvisionnement en eau de la ville d'Abidjan est une question particulièrement importante.