TABLEAUX & FIGURES

TABLEAU 3.1 ZONE DE SYSTEMES D'EGOUT ET POPULATION CORRESPONDANTE (1993)

Districts	Total de district		Zone assainie		Population assainie	
	Surface (ha)	Population	(ha)	(%)	Nombre	(%)
Cap.Manuel	402	54.321	402	100	36.938	68
Hann-Fann	1.850	370.831	1.739	94	330.208	89
Baie de Hann	1.132	64.683	866	77	0	0
Cambérène	2.409	487.536	767	32	65.264	13
Secteur Ouest	468	51.441	272	58	9.739	19
Pikine Niayes	1.576	171.167	38	2	11.809	7
Secteur Est	1,899	236.522	0	0	0	0
Villages	1.668	80.899	0	0	0	0
M'Bao Gare	647	0	0	0	0	0
Total	12.051	1.517.400	4.084	34	453.958	30

Note : Voir Tableau 3.1 dans le Rapport de Soutien pour le détail

TABLEAU 3.2 ECOULEMENT DES EAUX USEES ACTUEL (PRODUCTION ET EAUX COLLECTEES PAR LE SYSTEME D'EGOUT) (1993)

	Eaux usées (m≥ /jour)			Charge de DBO (kg/jour)		
Districts	Produites		Collectées	Produite		Collectée
	Domestiques	Industrielles		Domestique	Industrielle	
Cap.Manuel	17.702	0	10.375	2.755	0	1.938
Hann-Fann	52.480	0	39.348	18.634	0	16.719
Baie de Hann	10.012	11.700	8.874	4.269	10.646	7.867
Cambérène	39.037	1.214	5.051	23.034	1.105	3.641
Secteur Ouest	4.552	0	1.294	2.483	0	520
Pikine Niayes	14.663	0	1.268	8.046	0	556
Secteur Est	22.685	0	0	13.495	0	0
Villages	6.943	0	0	4.092	0	0
Total	168.074	12.914	66.210	76.808	11.751	31.241

Note : Voir Tableau 3.3 dans le Rapport de Soutien pour le détail

TABLEAU 3.3 STATIONS DE POMPAGE (SYSTEME D'EGOUT)

No.	Dénomination	Emplacement	Type	Capacité (1/s)	Longueur totale (m)
1	MERMOZ	Mermoz	S	16	17
2	UNIVERSITE	Universite	F	230	12
3	SOUMBEDIOUNE	Baie Soumbedioune	F	125	14
4	MALICK SY	Angle Malick Sy	S	78	3
5	RUE 10	Rue 10	S	73	4
6	NIMZATT	Mimzatt	S	42	13
7	OUAGOUNIAYES	Ouagouniayes	S	36	13
8	ZONE INDUSTRIE	Zone Industrie	S	64	4
9	III B (GENIE RURAL)	Hann	S	34	12
10	FAYCAL	Cite Faycal	S	14	
11	UNITE 9	Parcelles Assainies	S	15	18
12	UNITE 15	Parcelles Assainies	S	20	22
13	UNITE 23	Parcelles Assainies	S	12	16
14	UNITE 17	Parcelles Assainies	S	5	5
15	UNITE 22	Parcelles Assainies	S	21	6
16	UNITE 7	Parcelles Assainies	S	24	15
17	UNITE 13	Parcelles Assainies	S	53	18
18	DJILY MBAYE	Parcelles Assainies	S	35	17
19	UNITE 2	Parcelles Assainies	S	29	19
20	GUEDIAWAYE	Guediawaye	S	16	17
21	XII (DOMINIQUE)	Pikine Centre	S	35	7
22	CIMETIARA	Pikine SR12	S	120	30
23	SOTIBA	Sotiba	S	13	15
24	MARCHE AUX POISSONS	Marche aux Poissins	S	17	
25	SACRE COLUR III				

Note: Type S: Submersible
Type F: Fosse sèche
Source: SONEES

TABLEAU 3.4 TARIFS D'EAU DE LA SONEES

(Unité : F CFA/m^3)

Structures	Zone assainie (A)	Zone non assainie (B)	(A-B)	(A-B)/B
Consommateurs urbains avec branchement				
Section sociale	113,91	113,91	0,00	0,0%
Section normale	389,15	366,92	22,23	6,1%
Section dissuasive	446,92	421,35	25,57	6,1%
Borne-fontaine	166,20	141,45	24,75	17,5%
Cultivateurs de légumes				
1ère section	50,07	50,07	0,00	0,0%
2ème section	70,42	70,42	0,00	0,0%
3ème section	386,65	386,65	0,00	0,0%

Note: Les valeurs ci-dessus sont les tarifs de l'eau avant la dévaluation.

Source : SONEES

TABLEAU 3.5 DECLARATION DE REVENUS DE LA SONEES

(Unité : million de F CFA)

Item	1989	1990	1991
Revenus			
Facture d'eau	13.137	14.077	14.305
Facture de travaux			
Alimentation en eau	332	160	182
Hygiène	2	39	12
Autres	1	6	1
Fourniture de divers services	110	149	259
Loyer	2	3	4
Travaux de la société	881	1.127	1.343
Revenus et profits divers	97	5.124	3.069
Revenus financiers	5	25	965
Subvention d'exploitation	0	0	45
Revenus totaux	14.603	20.711	20.182
Coûts de fonctionnement			
Matériaux et fourniture	4.846	5.272	5.736
Coûts de transport	98	101	136
Coûts des autres services	1.959	1.999	1.611
Coûts et pertes divers	1.541	3.775	862
Coûts de personnel	3.239	3.906	3.955
Impôts	249	267	443
Paiement de l'intérêt	726	1.004	2.039
Coûts totaux	12.658	16.324	14.782
Bénéfices d'exploitation	1.945	4.386	5.400
Fonds pour la dépréciation	-2.665	-3.891	-3.895
Fonds pour provision	-4.631	-4.317	-3.823
Disposition de propriétés	2	7	-6
Remboursement de provision	4.775	3.940	2.432
Bénéfices avant impôt	-574	125	108
Impôts	0	1	1
Bénéfices nets	-574	124	107

Source: SONEES

TABLEAU 3.6 METHODES DE TRAITEMENT DES EAUX USEES SELON LES TYPES D'HABITAT

Type de décharge/stockage des toilettes

Description	Type-1		Type-2		Type-3		Type-4		Type-5		Type-6	
	Nbr	(%)	Nbr	(%)	Nbr	(%)	Nbr	(%)	Nbr	(%)	Nbr	(%)
Fosse sans garniture	0	0,0	1	4,5	2	3,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Fosse avec garniture	32	88,9	21	95,5	25	45,5	19	23,2	9	22,5	0	0,0
Infiltration avec fosse septique	4	11,1	0	0,0	3	5,4	6	7,3	2	5,0	0	0,0
Système d'égout	0	0,0	0	0,0	25	45,5	57	69,5	29	72,5	6	100,0
Total	36	100,0	22	100,0	55	100,0	82	100,0	40	100,0	6	100,0

Type de toilettes par type d'habitation

Description	Type-1		Type-2		Type-3		Type-4		Type-5		Type-6	
	Nbr	(%)	Nbr	(%)	Nbr	(%)	Nbr	(%)	Nbr	(%)	Nbr	(%)
Toilettes simples*	1	2,2	0	0,0	2	3,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0
WC(turc)**	34	75,7	23	95,8	41	73,1	52	63,4	22	55,0	1	16,7
WC(occidental)	2	4,4	0	0,0	9	16,1	30	36,6	18	45,0	4	66,6
Toilettes publiques	2	4,4	0	0,0	2	3,6	0	0,0	0	0,0	1	16,7
Pas de toilettes***	6	13,3	1	4,2	2	3,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Total	45	100,0	24	100,0	56	100,0	82	100,0	40	100,0	6	100,0

*: Toilettes sans chasse
**: Toilettes avec chasse
***: Personnes faisant leur besoins dans les buissons

Décharge des eaux de lessive

Description	Type-1		Type-2		Type-3		Type-4		Type-5		Type-6	
	Nbr	(%)	Nbr	(%)	Nbr	(%)	Nbr	(%)	Nbr	(%)	Nbr	(%)
Sur le sol	21	50,0	9	34,6	18	30,5	12	14,5	0	0,0	0	0,0
Dans une fosse d'infiltration	0	0,0	0	0,0	1	1,7	4	4,8	1	2,5	0	0,0
Vers les routes	12	28,6	11	42,3	10	16,9	0	0,0	2	5,0	1	16,7
Vers des zones d'infiltration	0	0,0	2	7,7	1	1,7	2	2,4	1	2,5	0	0,0
Vers une fosse	9	21,4	4	15,4	5	8,5	8	9,6	5	12,5	0	0,0
Vers un système d'égout	0	0,0	0	0,0	24	40,7	57	68,7	31	77,5	5	83,3
Total	42	100,0	26	100,0	59	100,0	83	100,0	40	100,0	6	100,0

Décharge des eaux de cuisine

Description	Type-1		Type-2		Type-3		Type-4		Type-5		Type-6	
	Nbr	(%)	Nbr	(%)	Nbr	(%)	Nbr	(%)	Nbr	(%)	Nbr	(%)
Sur le sol	20	47,6	9	34,6	13	26,5	8	9,6	0	0,0	0	0,0
Dans une fosse d'infiltration	0	0,0	0	0,0	0	0,0	6	7,2	3	3,9	0	0,0
Vers les routes	13	31,0	10	38,5	23	46,9	0	0,0	2	2,6	1	16,7
Vers des zones d'infiltration	0	0,0	2	7,7	2	4,1	5	6,0	1	1,3	0	0,0
Vers une fosse	9	21,4	5	19,2	4	8,2	8	9,6	3	3,9	0	0,0
Vers un système d'égout	0	0,0	0	0,0	7	14,3	56	67,6	67	88,3	5	83,3
Total	42	100,0	26	100,0	49	100,0	83	100,0	76	100,0	6	100,0

Source: Plan de Stratégie

Type-1 : Village
Type-2 : Spontané, irrégulier
Type-3 : Spontané, régulier
Type-4 : Planifié
Type-5 : Maison séparées
Type-6 : Appartements

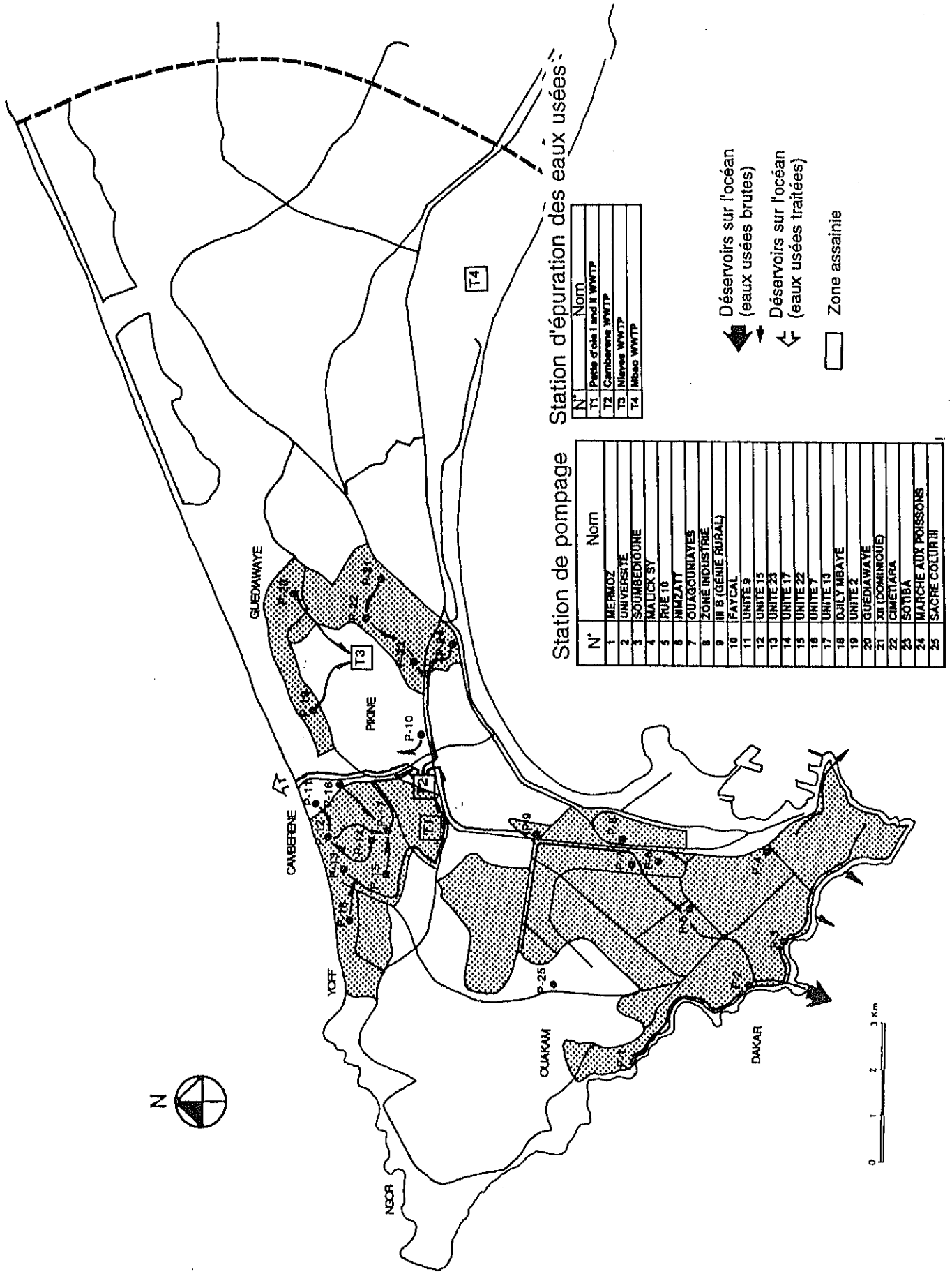


FIGURE 3.1 SYSTEME D'ASSAINISSEMENT DES EAUX USEES EXISTANT (1993)

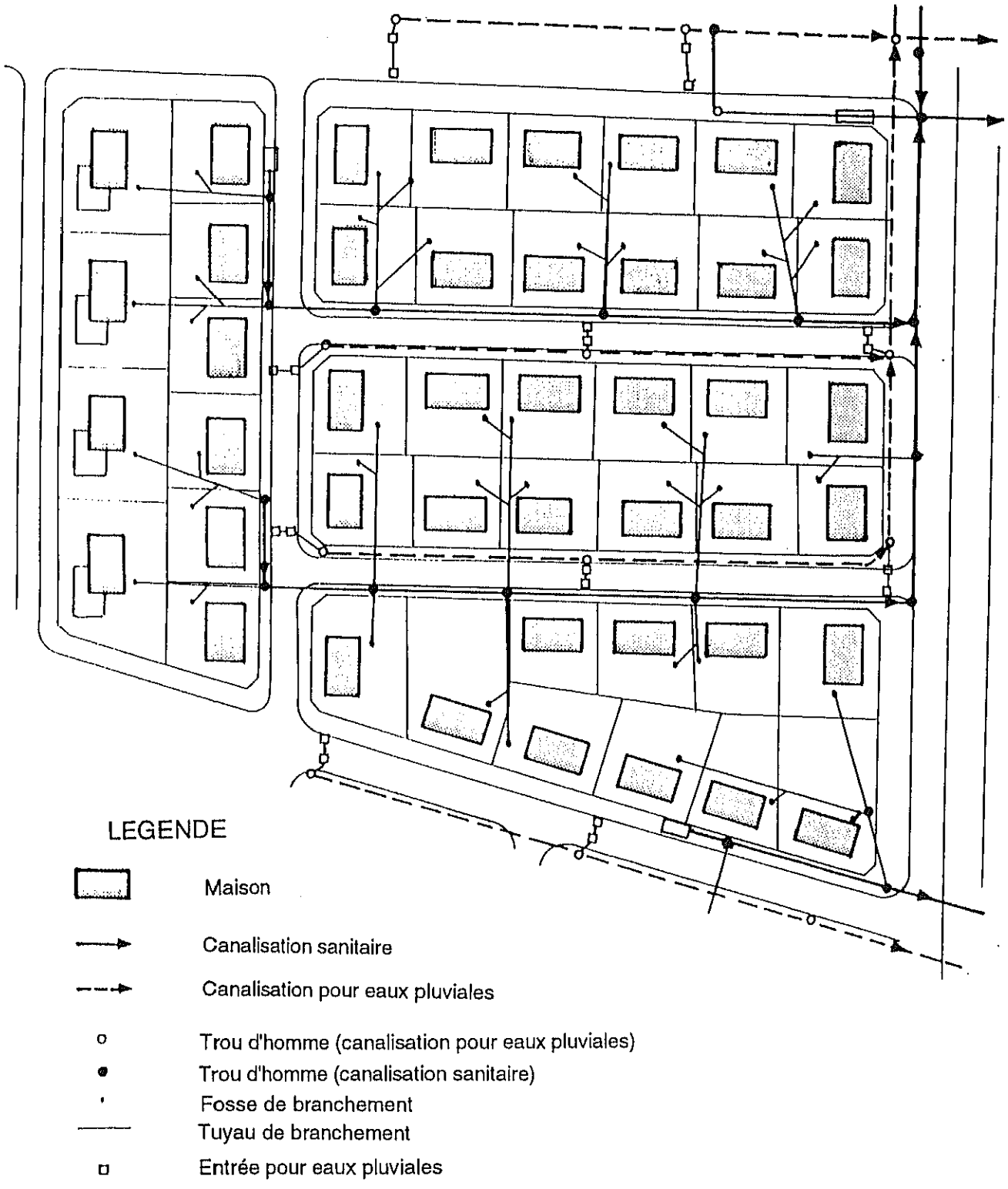


FIGURE 3.2 DISPOSITION TYPIQUE DES EGOUTS ET INSTALLATIONS SECONDAIRES

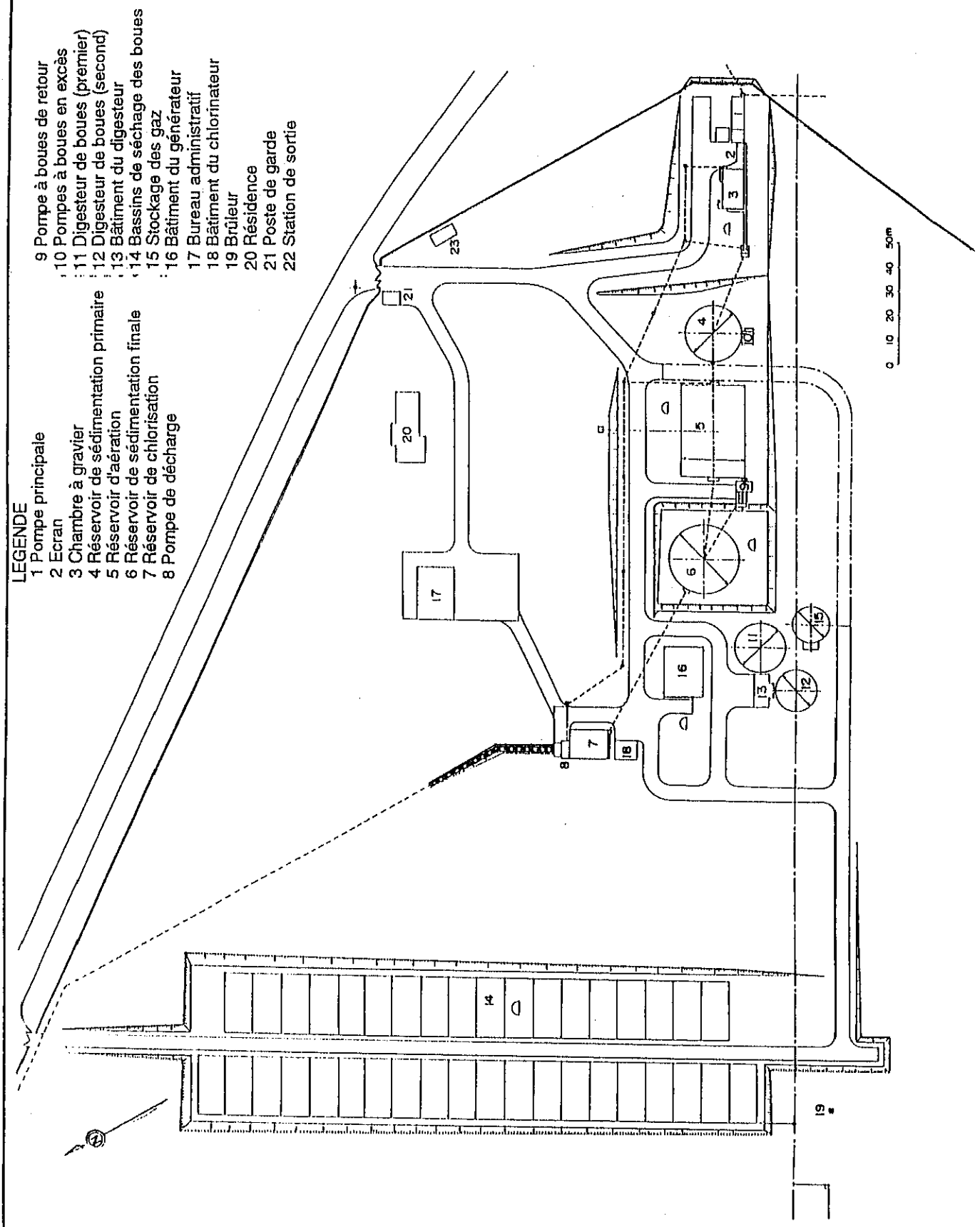


FIGURE 3.3 PLAN DE STATION D'EPURATION DES EAUX USEES DE CAMBERENE

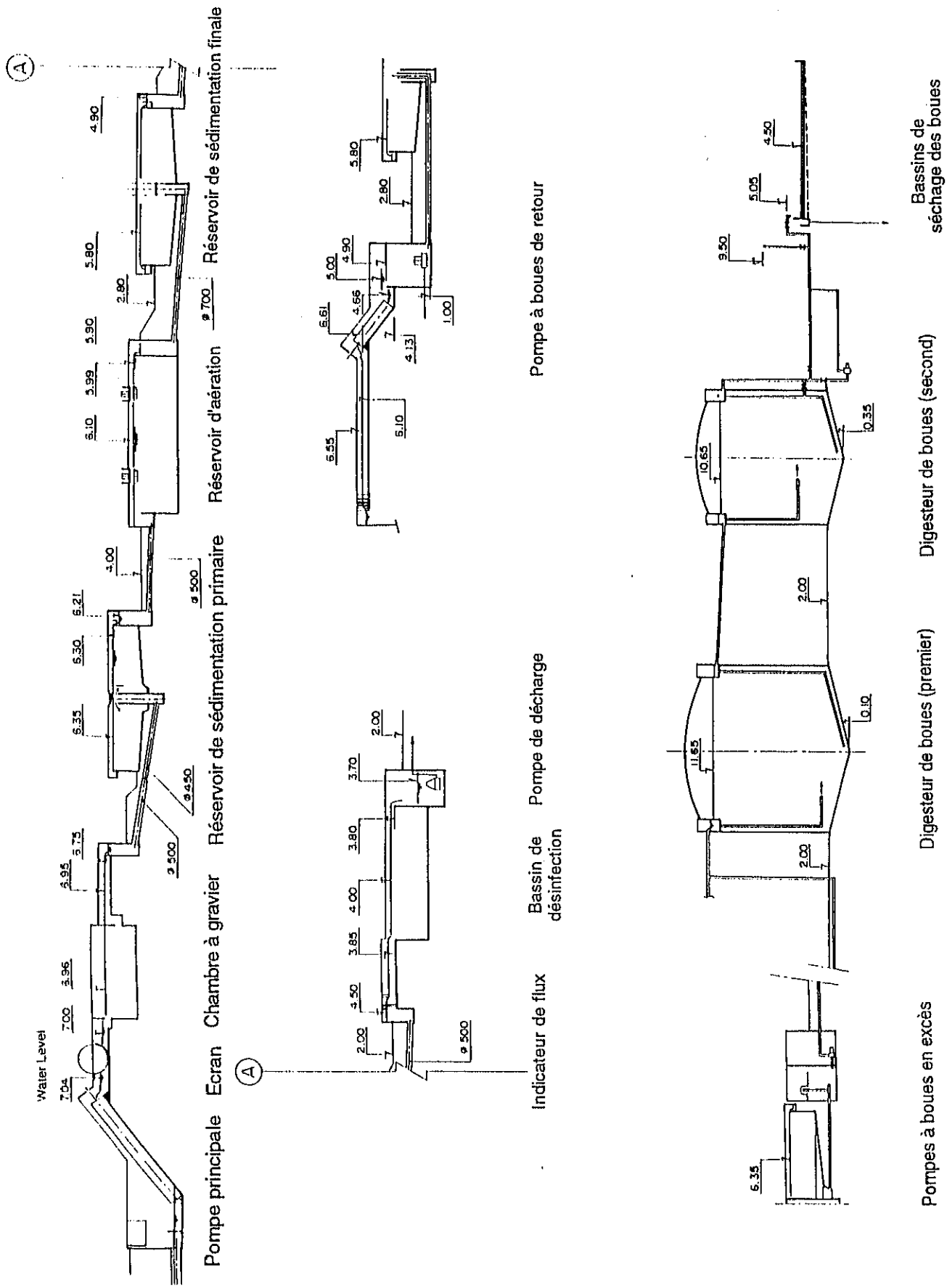


FIGURE 3.4 PROFIL HYDRAULIQUE DE LA STATION D'EPURATION DES EAUX USEES DE CAMBERENE

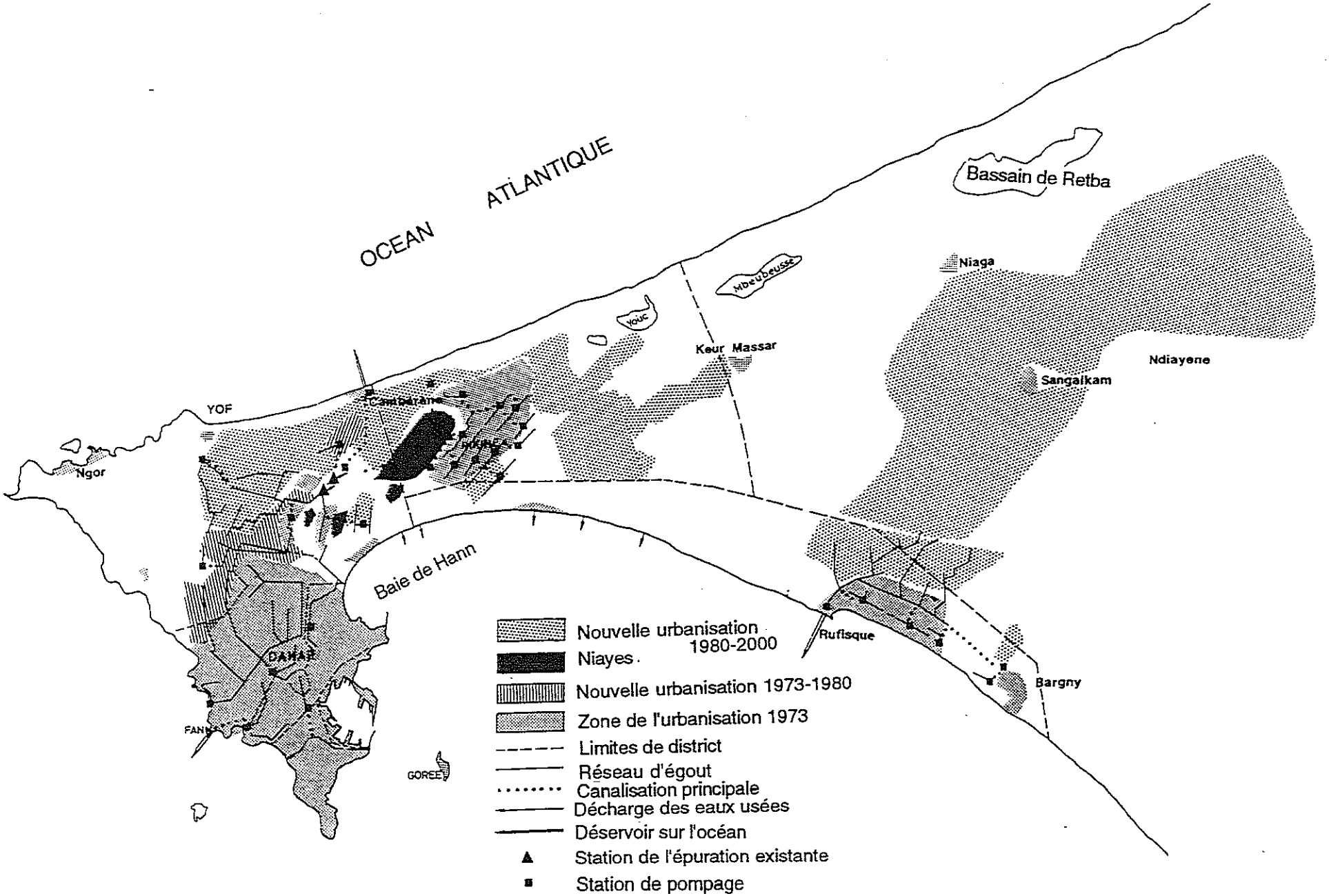


FIGURE 3.5 SYSTEME D'ASSAINISSEMENT PROPOSE PAR LE PLAN DIRECTEUR D'ALIMENTATION EN EAU ET D'ASSAINISSEMENT (2000)

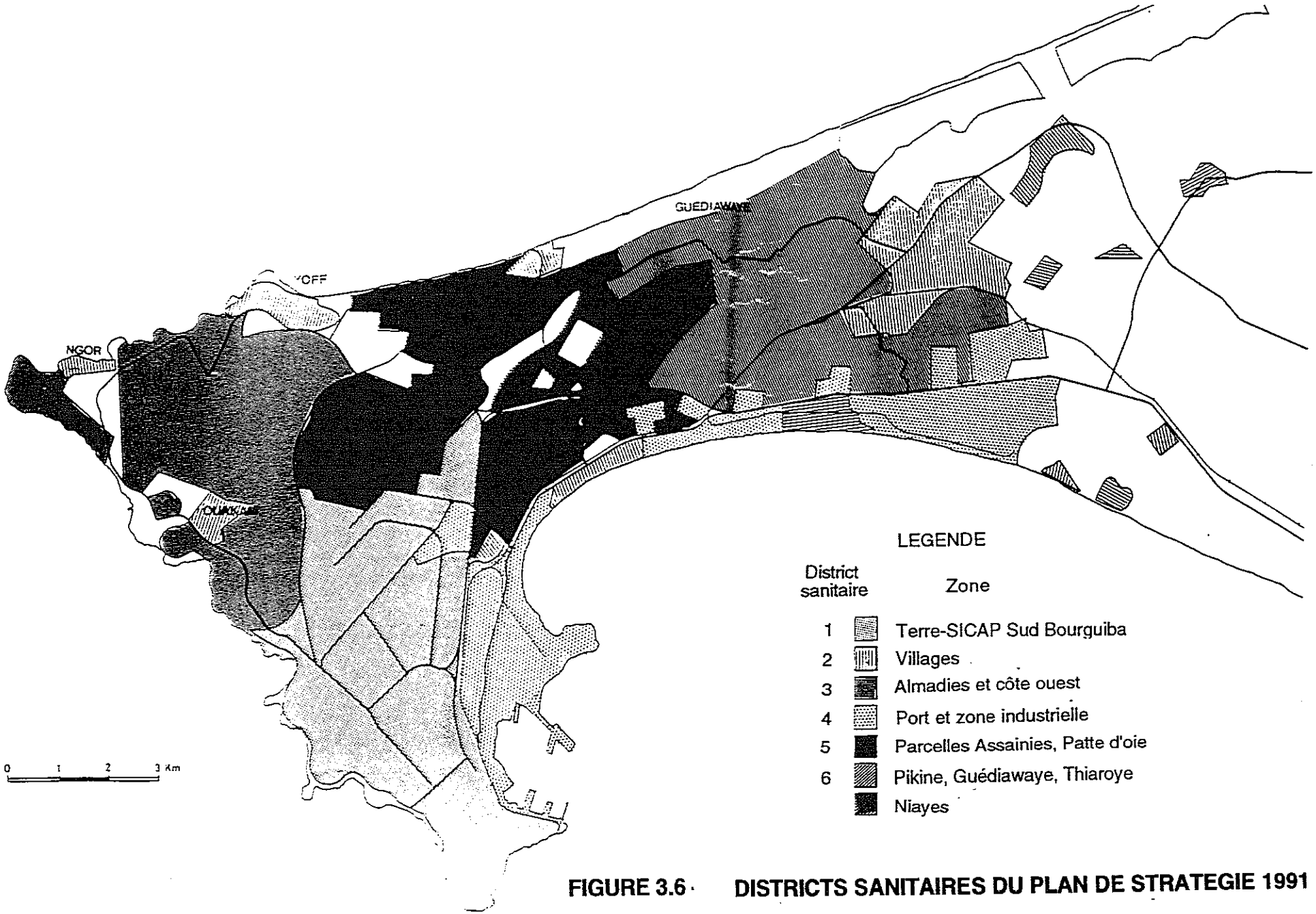


FIGURE 3.6 DISTRICTS SANITAIRES DU PLAN DE STRATEGIE 1991

CHAPITRE 4

CONSIDERATIONS SUR LA PLANIFICATIONS

CHAPITRE 4 CONSIDERATIONS SUR LA PLANIFICATIONS

Ce chapitre couvre les éléments fondamentaux de la planification des réseaux sanitaires et d'assainissement. Les bases de la planification et de la conception des installations composantes ont été mises au point et différents plans de remplacement pour des systèmes sanitaires possibles ont été considérés de manière à ce que le système le mieux adapté puisse être établi pour la zone de l'étude. Après une revue des technologies adaptées, la meilleure solution sera choisie pour chacune des unités.

4.1 CADRE DE LA PLANIFICATION

4.1.1 Population et utilisation des terres

Comme indiqué au CHAPITRE 3, les projections de population et l'utilisation future des terres établies dans le Plan de Stratégie constituent la base de la présente étude, parce que le Plan a été élaboré il y a juste deux ans en 1991, et comme la zone de l'étude est identique. Toutefois, au cours de cette étude, des informations concernant de nouveaux développements nous ont été fournies par différentes autorités de développement. Dix nouvelles zones de développement, incluant les zones en cours de développement, ont été identifiées et des plans de développement collectés. Pour ces zones, les projections de population faites dans le Plan de Stratégie ont été revues et modifiées comme requis. La *Figures* 4.1 indique l'emplacement des dix nouvelles zones de développement.

Parmi ces dix nouveaux développements, une immense zone d'urbanisation, la zone d'urbanisation de M'Bao se situe entre Reboisement de M'Bao et Rufisque au Nord de la route nationale n°1. A cause de la configuration et de l'inclusion de la zone, la limite de la zone de l'étude a été modifiée comme l'indique la *Figure* 4.1.

Les modifications précitées prises en compte, la population de la zone de l'étude en l'an 2010 a été modifiée de 2.815.459 à 2.908.871 (augmentation de 3,3%). La projection de la population de chaque unité dans les années 2000 et 2010 est calculée dans le *Tableau* 4.1.

4.1.2 Zones desservies et non desservies par le réseau d'assainissement

1) Critères de sélection

Le réseau d'assainissement existant dans la zone de l'étude n'est pas toujours la meilleure solution pour assurer des conditions sanitaires satisfaisantes. Beaucoup de

contraintes, telles qu'économiques, financières, sociales, physiques et autres, empêchent l'application du système d'assainissement.

La forme simplifiée de l'alogorithme axé sur la sélection d'un système d'assainissement, variante des algorithmes de la Banque Mondiale, adaptée pour la sélection des zones desservies est indiquée sur la *Figure* 4.2. Le processus de la sélection est indiqué ci-dessous.

- La disponibilité des raccordements de parcelle ou branchements et le niveau du service d'approvisionnement en eau indiqué par le flux d'eaux usées par habitant (l/hab./j) sont respectivement les première et seconde étapes du processus de sélection. Les habitants n'ayant pas accès aux réseaux de distribution de la SONEES et utilisant les bornes-fontaines sont exclus du service d'assainissement concentionnel (réseau d'égout).

- Densité de population et la dimension des parcelles forment l'étape suivante. Elles sont étroitement liées au type d'habitat. Les perspectives établies pour chaque unité par le Plan de Stratégie ont généralement été adoptées pour la présente étude, à quelques exceptions près. Une densité de population minimale de 50 habitants/ha a été considérée, compte tenu des densités de population actuelles dans les unités desservies.

- La perméabilité du sol vient ensuite. La convenance pour l'évacuation des eaux usées a été déterminée sur la base de la classification des sols du Plan de Stratégie.

- La comparaison de coût entre la fosse septique et les systèmes d'assainissement conventionnels sera effectuée à l'étape finale de la sélection. La sélection des systèmes sera abordée ultérieurement.

- Les critères sociaux et environnementaux sont négligés puisque de telles contraintes n'ont pas été observées dans la zone de l'étude.

Par ailleurs, la possibilité de l'adoption du système d'égout à petit diamètre a été déterminée pour les zones où le niveau de l'approvisionnement en eau est trop faible pour un système d'assainissement conventionnel, mais dont le raccordement à un réseau d'égout pourra aisément être exécuté. Les unités adaptées pour le système d'égout à petit diamètre seront sélectionnées une fois la zone de planification de l'assainissement déterminée.

2) Zone de planification de l'assainissement

La *Figure* 4.3 indique la zone de planification d'assainissement définie sur cette base.

La plupart des villages traditionnels, tels que Hann Pêcheurs, Thiaroye Sur Mer, Yoff, Grand M'Bao, Malika, Yeumbeul et Kamb Goundao, ont été exclus du projet à cause de leur faible consommation d'eau, de leur réseau de routes confus ou de leur éloignement. D'autre part, certains de ces villages traditionnels, tels que Hann, Ouakam et Ngor, ont été exclus de la zone de planification à cause de leur proximité d'autres zones de planification de l'assainissement ou des conditions du sol.

Deux grandes zones d'urbanisation, à savoir Malika et M'Bao, ont été incluses dans la zone de planification de l'assainissement parce que les eaux usées devraient être traitées et que le réseau d'assainissement est considéré être le système sanitaire le plus adapté pour cette zone. Les systèmes d'assainissement pour ces zones ne peuvent pas être conçus de manière aussi détaillée que pour les autres zones de planification parce qu'aucune carte topographique n'est disponible. On a recommandé l'emplacement et le procédé des stations de traitement, et estimé le coût de la construction.

La zone industrielle le long de la ligne de rivage da la baie de Hann a été incluse dans la zone de planification de l'assainissement. Un système d'assainissement a été conçu, à titre de possibilité, principalement pour la collecte et le traitement des eaux usées industrielles. Les deux possibilités pour le traitement des eaux usées industrielles, à savoir par système d'assainissement ou par traitement individuel, sont abordées dans le présent rapport.

Un total de 2.135.435 habitants, ou 73.4% de la population totale de la zone de l'étude en l'an 2010, résidera dans la zone de planification de l'assainissement.

4.1.3 Quantités d'eaux usées et charges de polluants

Toutes les sources de pollution de la zone de l'étude, qui produisent des eaux usées, ont été identifiées, et les quantités d'eaux usées et les charges de polluants produits de telles sources sont été calculé comme suivante.

- Les quantités des eaux usées domestiques ont été calculées sur la base des projections de population et des débits d'eaux usées des unités.

- Les quantités d'eaux usées d'autres sources, telles qu'établissement industriel, commercial et institutionnel, ont aussi été calculées sur la base des projections de consommation d'eau et des caractéristiques des eaux usées.

- Les quantités d'eaux usées et les charges de polluants de toutes les unités ont été calculées pour les années 2000 et 2010, indépendamment de la disponibilité d'un système d'assainissement. Les quantités d'eau usées et les charges de polluants à collecter dans le système d'assainissement ont été établies en tenant compte du taux de raccordement aux égouts.

- Les charges de polluants ne provenant pas de sources ponctuelles, telles que l'écoulement des eaux pluviales et le drainage agricole, n'ont pas été considérées à cause de l'absence de données de base.

1) Taux de consommation d'eau par habitant

La consommation d'eau par habitant varie considérablement dans la zone de l'étude, selon la situation financière des usagers, qui se reflète dans le type d'habitat, et plus précisément par la nombre de robinets disponibles dans chaque maison. L'accès aux réseaux d'approvisionnement en eau de la SONEES affectue le taux de consommation. Mais ces réseaux ont été étendus à presque toutes les zones urbanisées existantes. Tout nouveau projet d'urbanisation a des prescriptions pour le système d'approvisionnement en eau. L'accès aux réseaux d'approvisionnement ne constitue donc pas un problème important dans la zone de l'étude.

Le Plan de Stratégie a utilisé les chiffres suivants pour la planification du réseau d'assainissement. (*Tableau* 4.2) L'amélioration du niveau du service d'approvisionnement en eau par l'exécution de projets importants, tels que l'achèvement du Canal de Cayor et les améliorations afférentes dans le système de distribution, et la réalisation de projets d'assainissement importants ont été envisagés dans le calcul du taux de consommation. Il semble donc de l'emploi de ces chiffres soit adéquat pour la planification du système d'assainissement.

2) Consommation d'eau commerciale et institutionnelle

Le taux de consommation d'eau par habitant du *Tableau* 4.2 inclut la consommation d'eau à usage commercial et institutionnel, dans la mesure où ces établissements sont relativement petits, incluent des zones résidentielles, et ne sont pas identifiés séparément en tant qu'unité. Les grands établissements commerciaux et institutionnels, tels que les complexes hôteliers, les camps militaires, l'université, et les écoles, sont identifiés sur la base d'une équivalence de population. La consommation d'eau

commerciale et institutionnelle est donc estimée comme partie de la consommation en eau domestique ou séparément.

3) Consommation d'eau industrielle

Les résultats de l'enquête par questionnaire auprès des usines sélectionnées ont été utilisés pour calculer le taux de consommation d'eau industrielle par zone (ha). Parmi les 24 usines ayant répondu au questionnaire, la surface de la parcelle et la consommation d'eau étaient disponibles pour 15 d'entre elles. Le taux de consommation d'eau moyen par parcelle a été calculé à 62 m^3/ha/jour. Puis, la surface réelle occupée par les usines, a été recherchée en tant que pourcentage de la zone industrielle, en sélectionnant une zone industrielle entièrement développée représentative le long du Canal IV. Ce pourcentage a été de 58% . Aussi, la consommation d'eau a-t-elle été calculée comme suit:

Consommation d'eau industrielle: 62 x 0,58 = 36,0 m^3/ha/jour

Le taux de consommation d'eau industrielle unitaire a été utilisé uniformément pour estimer la consommation d'eau industrielle future. Les zones industrielles désignées actuellement ne sont pas totalement occupées et des espaces libres sont encore disponibles. Pour l'estimation de la consommation d'eau industrielle, on a supposé que la zone industrielle désignée serait entièrement développée en l'an 2010.

4) Charge de polluant par habitant

La charge de polluant par habitant actuelle (DBO) a été calculé à 47 g/hab./j. Pour la planification, une augmentation de cette charge par habitant doit être considérée parce que celle-ci augmente avec la consommation en eau par habitant. Dans le Plan de Stratégie, une charge DBO par habitant de 60 g/hab./j a été utilisée pour l'estimation de la charge de polluant future, ainsi que pour la conception des stations de traitement. Une augmentation annuelle de 0,76 g/hab./j a été utilisée sur la base de l'étude du Plan de Stratégie.

D'autres paramètres, à savoir MES et DCO, sont déterminés proportionnellement à la charge DBO. Les taux obtenus à partir des résultats de l'analyse de la qualité de l'eau des eaux usées brutes de la station d'épuration de Cambérène ont été utilisés. La charge de polluant par habitant pour les DBO, MES et DCO est déterminée comme suit:

Paramètre	1993	2000	2010
DBO (g/hab./j)	47	52	60
MES (g/hab./j)	51	57	65
DCO (g/hab./j)	89	99	114

5) Charge de polluant industriel

Il est prévu que de nouvelles usines s'installent dans la zone industrielle le long de la baie de Hann. Leur type est inconnu actuellement, mais on peut raisonnablement supposer que ces usines consommeront de grandes quantités d'eau et produiront des eaux usées fortes, telles qu'usine de produits chimiques organiques, usines de pâte à papier et de fabrication de papier, ne seront pas établies dans le proche futur, et que ces nouvelles usines qui s'établiront seront assez similaires aux actuelles. Pour cette raison, on a utilisé les chiffres de concentration moyenne indiqués ci-dessous obtenus par analyse pour toutes les eaux usées industrielles.

Caractéristiques des eaux usées industrielles

Paramètre	Concentration
DBO	910mg/l
MES	1.010mg/l

Un abattoir installé à Pikine évacue des eaux usées très fortes, à savoir DBO 6.000 mg/l. La charge de polluant produite par l'abattoir a été estimée séparément en utilisant la concentration de DBO obtenue.

6) Projection du flux d'eaux usées et des charges de polluants

La projection du flux d'eau usées pour toute la zone de l'étude a été calculée dans le *Tableau* 4.3. L'estimation d'augmentation du flux d'eaux usées domestiques a été de 160.574 m^3/jour en 1993 à 484.197 m^3/jour en l'an 2010, soit une augmentation de 200%. Le flux d'eaux usées total par habitant, qui est de 106 l/hab./jour en 1993, passera à 166 l/hab./jour en l'an 2010. Le flux d'eaux usées industrielles augmentera également de 12.912 m^3/jour en 1993 à 26.810 m^3/jour en l'an 2010, soit une augmentation de 108%. Le flux total d'eaux usées passera de 173.486 m^3/jour à 511.007 m^3/jour.

La charge de polluant en termes de DBO de chaque unité a été calculée dans le *Tableau* 4.6. La charge totale de DBO produite passera de 86,2 t/jour en 1993 à 202,9 t/jour en l'an 2010, soit une augmentation de 135%. Dans la charge totale de DBO de 202,9

t/jour, 178,5 t/jour, ou 88%, sont d'origine domestique, et le reste, 24,4 t/jour, ou 12%, d'origine industrielle.

4.2 CONSIDERATIONS SUR LES SYSTEMES

4.2.1 Flux d'eaux usées

1) Taux de flux

Une partie de la demande d'eau ne retournera pas dans le réseau d'assainissement ou les autres réseaux sanitaires à cause de la déperdition par évaporation, infiltration dans le sol et drainage vers le système de drainage. Aussi, un certain taux est généralement utilisé pour estimer le flux des eaux usées à partir de la consommation d'eau. Les taux par type d'habitat indiqués ci-dessous, employés pour le Plan de Stratégie, l'ont également été pour cette étude.

Catégorie	Taux d'évacuation d'eau
Type d'habitat 1	0,85
Type d'habitat 2	0,85
Type d'habitat 3	0,75, 0,80 ou 0,85
Type d'habitat 4	0,75, 0,80 ou 0,85
Type d'habitat 5	0,75 ou 0,85
Type d'habitat 6	0,85
Industrie	0,80
Port	0,80
Aéroport	0,25
Autres	0,75 ou 0,80

2) Infiltration

Les eaux souterraines dans les zones assainies existantes sont généralement plus profondes que les égouts, et aucune infiltration sérieuse ne s'est produite jusqu'ici. Mais les eaux souterraines dans les zones de Pikine et de Niaye dans la zone de l'étude sont généralement peu profondes. L'infiltration des eaux souterraines devra donc être prise en compte pour la conception du réseau d'égout dans ces zones.

Comme aucune donnée concernant les taux d'infiltration n'est disponible pour le réseau d'assainissement existant, un effort a été fait pour calculer le taux.

Compte tenu des résultats des études dans d'autres pays et vu les conditions réelles sur le site, 4,0 m^3/jour/ha a été utilisé pour la conception des égouts dans la zone où la nappe aquifère se trouve à moins de 4,0 m de la surface de sol. La *Figure* 4.4 indique les zones où l'on considérera l'infiltration des eaux souterraines.

3) Flux maximum

On a mesuré des taux de flux à la station d'épuration de Cambérène à deux heures d'intervalle pour calculer le flux maximum à partir du flux quotidien moyen. Ils sont indiqués dans la *Figure* 4.5. Le rapport du flux maximum sur le flux moyen a été calculé à 1,92. Ainsi le flux maximum a été déterminé en tant que double du flux quotidien moyen.

4.2.2 Système d'égout - système conventionnel vs système petit diamètre

1) Système d'égout conventionnel

Le système d'égout gravitationnel conventionnel est l'un des réseaux d'assainissement les plus fiables du monde; il y a une somme importante d'expériences de planification, conception, construction, exploitation et maintenance disponible, et c'est le système le plus utilisé dans le monde. Mais c'est en général le système le plus onéreux parmi les systèmes possibles pour l'évacuation sûre des eaux usées.

2) Système d'égout petit diamètre

Le système d'égout petit diamètre, qui ne transporte que les effluents déposés, est un système d'assainissement moins onéreux. Il est prévu pour recevoir uniquement la partie liquide des eaux usées domestiques pour le traitement et l'évacuation à distance. Le gravier, la graisse et d'autres solides gênants, qui pourraient obstruer les égouts, sont séparés du flux d'eaux usées dans des réservoirs intercepteurs installés en amont de chaque raccordement d'égout, et les solides qui s'accumulent dans les réservoirs sont éliminés périodiquement pour assurer l'évacuation.

3) Comparaison

Bien qu'aucune comparaison détaillée du coût n'ait été faite entre les système d'égout petit diamètre et les égouts conventionnels, une étude de la Banque Mondiale indique que le coût de systèmes d'égout conventionnels à petit diamètre prévus sur un district de 73 ha desservant une population de 39.420 personnes étaient dans un rapport de 1.581 à 1.013, autrement dit que le coût du système d'égout petit diamètre était en gros de 60% de celui du système conventionnel. Les éléments les plus coûteux des systèmes d'égout conventionnels sont les conduites le long des routes et les trous d'homme, qui

sont prévus pour faciliter l'entrée d'équipements de nettoyage solides et donc plus grands que le flux maximum ne l'exige.

Avantages et désavantages des deux systèmes:

Système	Avantages	Désavantages
Système conventionnel	- Plus pratique pour recevoir de grandes quantités d'eaux usées - Moins de risques de problèmes de santé - Peu d'interruption du service	- Coût de construction élevé - Exige une grande compétente pour la construction, le fonctionnement et la maintenance
Système d'égout petit diamètre	- Exige moins d'eau - Coût de construction réduit - Traitement requis réduit	- Obstruction des égouts - Evacuation des boues des réservoirs d'interception

Vu la grande commodité du système d'assainissement conventionnel et vu la situation actuelle dans la zone de l'étude, où le réseau d'assainissement conventionnel a une longue histoire et est exploité par la SONEES depuis plusieurs décennies sans problèmes sérieux, ce système est le mieux adapté. Un système d'égout petit diamètre peut toutefois être appliqué dans des zones limitées, des zones où la consommation d'eau est inférieure à 50 l/hab./j et où un système d'assainissement est disponible à proximité.

4.2.3 Traitement des eaux usées et système d'évacuation

Le besoin d'un traitement approprié des eaux usées est évident, pour protéger la santé des habitants et l'environnement, mais le degré de traitement peut varier selon les conditions locales. Pour la planification du traitement des eaux usées, il y a en gros deux possibilités: 1) la décharge dans l'océan avec le niveau de traitement nécessaire pour compléter la capacité de purification du milieu récepteur (processus primaire); et 2) la décharge dans l'océan ou la réutilisation des effluents après un traitement de haut niveau (processus secondaire).

Il a été rapporté que la pollution de la Baie de Hann a augmenté au point que la pêche dans la baie en est affectée. La cause de la pollution de la baie, ce sont évidemment les eaux usées industrielles et domestiques déversées par des canaux ouverts et des tuyaux fermés le long de la baie.

Comme estimé dans la section précédente, la quantité d'eaux usées et la charge de polluant augmenteront considérablement dans le futur. La pollution des plages le long de la côte Ouest et de la baie de Hann, et de l'eau de mer, deviendra certainement sérieuse si aucun traitement des eaux usées n'est effectué.

Les normes de qualité d'eau du milieu récepteur, incluant l'eau de mer, et pour les effluents sont encore à établir. Mais elles sont actuellement étudiées par le Gouvernement du Sénégal. On prévoit que les normes des effluents pour les réseaux d'assainissement seront déterminés, sur la base de ceux pouvant être obtenus par le processus de traitement secondaire.

Vu les conditions précitées, le traitement des eaux usées est considéré indispensable pour une communauté urbaine aussi importante que Dakar, et même dans le cas d'évacuation dans l'océan, le traitement devra se fonder sur des procédés biologiques. Pour la planification de l'assainissement dans la zone de l'étude, on considérera donc le traitement secondaire biologique des eaux usées.

4.2.4 Système sur le site

Les zones à couvrir avec un système d'assainissement conventionnel seront sélectionnées en considérant les contraintes d'ordre économique, financier, social, techniques et autres, et certaines zones resteront sans système d'assainissement. Dans de telles zones, les eaux usées produites dans chaque maison doivent être traitées individuellement par un système local.

Il y a plusieurs types de système local applicables à la zone de l'étude. Le *Tableau* 4.5 indique les systèmes locaux classés par méthode de traitement et d'évacuation. Non traité signifie qu'il n'y a pas de processus de traitement avant l'évacuation des eaux usées. Dans un traitement à fosse septique, les eaux usées sont séparées des effluents et sédiments. Les effluents sont déchargés de la fosse et les sédiments stockés à l'intérieur en état aérobie pour être décomposés. Certains des systèmes locaux de la zone disposent d'une fosse septique. Le traitement biologique aérobie est une méthode qui emploie un traitement similaire au traitement des eaux usées dans un système d'assainissement conventionnel. Aucun système local à traitement biologique aérobie n'existe dans la zone.

Le type de traitement approprié dépend de la qualité des eaux requise pour les eaux traitées et du type d'évacuation finale. Si l'évacuation consiste à décharger l'eau traitée dans les eaux de surface, le traitement biologique aérobie est préférable pour ne pas causer de problèmes de pollution des eaux de surface. Si l'infiltration est applicable, la fosse septique sera acceptable, parce que des progrès dans la purification peuvent être

espérés dans le processus d'infiltration, mais si les effluents dans la fosse septique n'ont pas été suffisamment traités. De plus, même le non-traitement est acceptable en cas d'infiltration, si la zone n'est pas densement peuplée.

Aussi, le système local adapté devra être sélectionné selon le schéma de la *Figure* 4.6, qui concerne principalement les questions ci-dessus.

4.3 CRITERES DE CONCEPTION

En général, sauf pour des raisons spéciales, les installations d'assainissement sont planifiées et conçues sur la base des critères de conception suivants.

1) Egouts

Les égouts ont été conçus sur la base de calculs selon les équations de Manning, par rapport à un flux de pointe de conception tenant compte des facteurs suivants:

n Valeurs des équations de Manning:	0,012 à 0,015 selon le matériau des tuyaux
Dimension mininale:	200 mm, mais 150 mm seulement pour les branchements domestiques
Vitesse min. du flux:	0,75 m/sec pour un tuyau collé de ciment, 0,60 m/sec. pour les tuyaux en argile et PVC
Vitesse max. du flux:	3,0 m/sec.
Couverture de terre:	Au moins 1 m

2) Stations de pompage

La conception des stations de pompage récente de la zone de l'étude a été examinée. La conception actuelle adoptée par la SONEES est généralement satisfaisante. Voici le critère de conception ordinaire des stations de pompage.

Flux de conception:	Flux de pointe de conception
Types (en général):	Type submersible pour moins de 50 l/sec. Fosse sèche à pompe centrifuge pour plus de 50 l/sec.
Commande:	Moteur électrique avec alimentation de secours par moteurs diesels
Autres:	Dispositifs de tamisage, puisards

3) Stations de traitement des eaux usées

Différents types de traitements secondaires biologiques ont été mis au point et appliqués au traitement des eaux usées. On a évalué trois d'entre eux, à savoir les boues activées conventionnelles, le fossé d'oxydation et le bassin d'oxydation.

Les procédés activés conventionnels ont été évalués parce que la station de traitement de Cambérène a été conçue et construite sur la base de procédé, qui est le traitement secondaire le plus représentatif utilisés dans le monde entier.

Le fossé d'oxydation est aussi un procédé secondaire appliqué dans de nombreux pays. On considère la construction pour ce procédé moins chère que celui des boues activées, quand le flux des eaux usées est relativement réduit. Le fonctionnement et la maintenance du procédé sont également plus simples. C'est pourquoi ce procédé est utilisé dans les usines de traitement de petite capacité.

La consommation d'énergie du bassin d'oxydation est la plus faible parmi les procédés de traitement secondaire. Il n'utilise que l'énergie solaire pour dégrader et réduire les composants organiques. Le coût de la construction du bassin d'oxydation est aussi le moins cher de tous les systèmes de traitement secondaire, parce qu'il requiert des équipements mécaniques et électriques minimum, et que le bassin est généralement construit avec des côtés en terre. Mais le désavantage majeur de ce système est qu'il exige beaucoup d'espace. Pour utiliser efficacement l'énergie solaire, le bassin ne peut pas être profond, à savoir moins de 2 m de profondeur.

Trois procédés secondaires biologiques ont été conçus et leur convenance et coût étudiés dans la section plus lion. Les critères de conception des installations composantes sont ceux généralement adoptés dans le monde.

TABLEAUX & FIGURES

TABLEAU 4.1 PROJECTION DE POPULATION

(Unité: personne)

District	Surface(ha)	1993	2000	2010
Cap Manuel	402,4	54321	79982	116640
Hann-Fann	1850,0	370831	432918	521611
Baie de Hann	1132,4	64683	76267	92815
Cambérène	2408,7	487536	638879	845560
Secteur Ouest	468,0	51441	64327	82735
Pikine Niayes	1576,4	171167	216688	281715
Secteur Est	1898,7	236522	386711	565883
Villages	1668,1	80899	104951	139310
M'Bao Gare	647,0	-	137600	262602
Total	12051,7	1517400	2138323	2908871

Source: Equipe d'étude

TABLEAU 4.2 CONSOMMATION D'EAU PAR PERSONNE POUR LA PLANIFICATION DE SYSTEME D'EGOUT

(Unité: l/jour/hab)

Type 1	Type 2	Type 3	Type 4	Type 5	Type 6
80	100	150	200	250	400

Source: Plan de stratégie

TABLEAU 4.3 ECOULEMENT D'EAU(PRODUCTION)

(Unité: m3/jour)

District	Consommation d'eau par habitant (l/hab./jour)			Production des eaux usées domestiques			Production des eaux usées industrielles			Flux total des eaux usées (m3/jour)		
	1993	2000	2010	1993	2000	2010	1993	2000	2010	1993	2000	2013
Cap Manuel	302	340	393	17.702	28.645	47.516	0	0	0	17.702	28.645	47.516
Hann-Fann	132	156	190	52.480	71.458	104.014	0	0	0	52.480	71.458	104.014
Baie de Hann	110	117	126	10.012	11.929	14.950	11.700	17.460	25.596	21.712	29.389	40.546
Cambérène	78	108	148	39.037	70.356	127.327	1.214	1.784	2.624	40.251	72.140	129.951
Secteur Ouest	86	105	131	4.552	6.905	11.052	0	0	0	4.552	6.905	11.052
Pikine Niayes	86	115	157	14.663	24.876	44.230	0	0	0	14.663	24.876	44.230
Secteur Est	79	98	123	22.685	42.949	75.751	0	0	0	22.685	42.949	75.751
Villages	80	99	124	6.943	11.014	18.062	0	0	0	6.943	11.014	18.062
M'Bao Gare	150	170	200	-	23.392	52.520	0	0	0	-	23.392	52.520
Total	102	129	163	168.074	291.524	495.422	12.914	19.244	28.220	180.988	310.768	523.642

Source: Equipe d'étude

TABLEAU 4.4 CHARGE DE POLLUANT PRODUITE(DBO)

(Unité : kg/jour)

District	Charge de polluant produite (DBO)								
	Eaux usées domestiques			Eaux usées industrielles			Total		
	1993	2000	2010	1993	2000	2010	1993	2000	2010
Cap Manuel	2.755	4.383	7.256	0	0	0	2.755	4.383	7.256
Hann-Fann	18.634	23.840	32.832	0	0	0	18.634	23.840	32.832
Baie de Hann	4.269	5.323	7.134	10.646	15.888	23.292	14.915	21.211	30.426
Cambérène	23.034	33.540	51.261	1.105	1.624	2.388	24.139	35.164	53.649
Secteur Ouest	2.483	3.417	5.049	0	0	0	2.483	3.417	5.049
Pikine Niayes	8.046	11.267	16.902	0	0	0	8.046	11.267	16.902
Secteur Est	13.495	22.736	36.984	0	0	0	13.495	22.736	36.984
Villages	4.092	5.776	8.725	0	0	0	4.092	5.776	8.725
M'Bao Gare	-	7.155	15.756	0	0	0	-	7.155	15.756
Total	76.808	117.437	181.899	11.751	17.512	25.680	88.559	134.949	207.579

Source : Equipe d'étude

TABLEAU 4.5 CLASSIFICATION ET CARACTERISTIQUES DU SYSTEME SUR LOCAL

METHODE DE TRAITEMENT	EAUX USEES	METHODE D'EVACUATION	EFFETS POSSIBLES SUR L'ENVIRONNEMENT
NEANT	EAUX DES TOILETTES	DECHARGE	CONTAMINATION BACTERIOLOGIQUE, FORTE POLLUTION DE L'EAU
		INFILTRATION	CONTAMINATION BACTERIOLOGIQUE DES EAUX SOUTERRAINES
		COLLECTE	SELON LE TRAITEMENT / REJET DES EAUX COLLECTEES
FOSSE SEPTIQUE	EAUX DES TOILETTES	DECHARGE	CONTAMINATION BACTERIOLOGIQUE ET POLLUTION DE L'EAU MOINS IMPORTANTES
		INFILTRATION	UNE INFILTRATION DE HAUTE DANSITE PEUT PROVOQUER LA CONTAMINATION DES EAUX SOUTERRAINES (AZOTE)
TRAITEMENT BIOLOGIQUE AEROBIE (BOUES ACTIVEES / COUCHE DE FILTRATION)	TOUTES LES EAUX USEES	DECHARGE	LES EFFETS SUR L'ENVIRONNEMENT PEUVENT ETRE DE MEME NIVEAU QUE CEUX DU TRAITEMENT DES EAUX D'EGOUT DANS UN SYSTEME D'ASSAINISSEMENT TANT QUE LE FONCTIONNEMENT / LA MAINTENANCE RESTENT NORMAUX
		INFILTRATION	LA POSSIBILITE DE CONTAMINATION DES EAUX SOUTERRAINES EST PRATIQUEMENT ELIMINEE SAUF LA CONTAMINATION PAR L'AZOTE

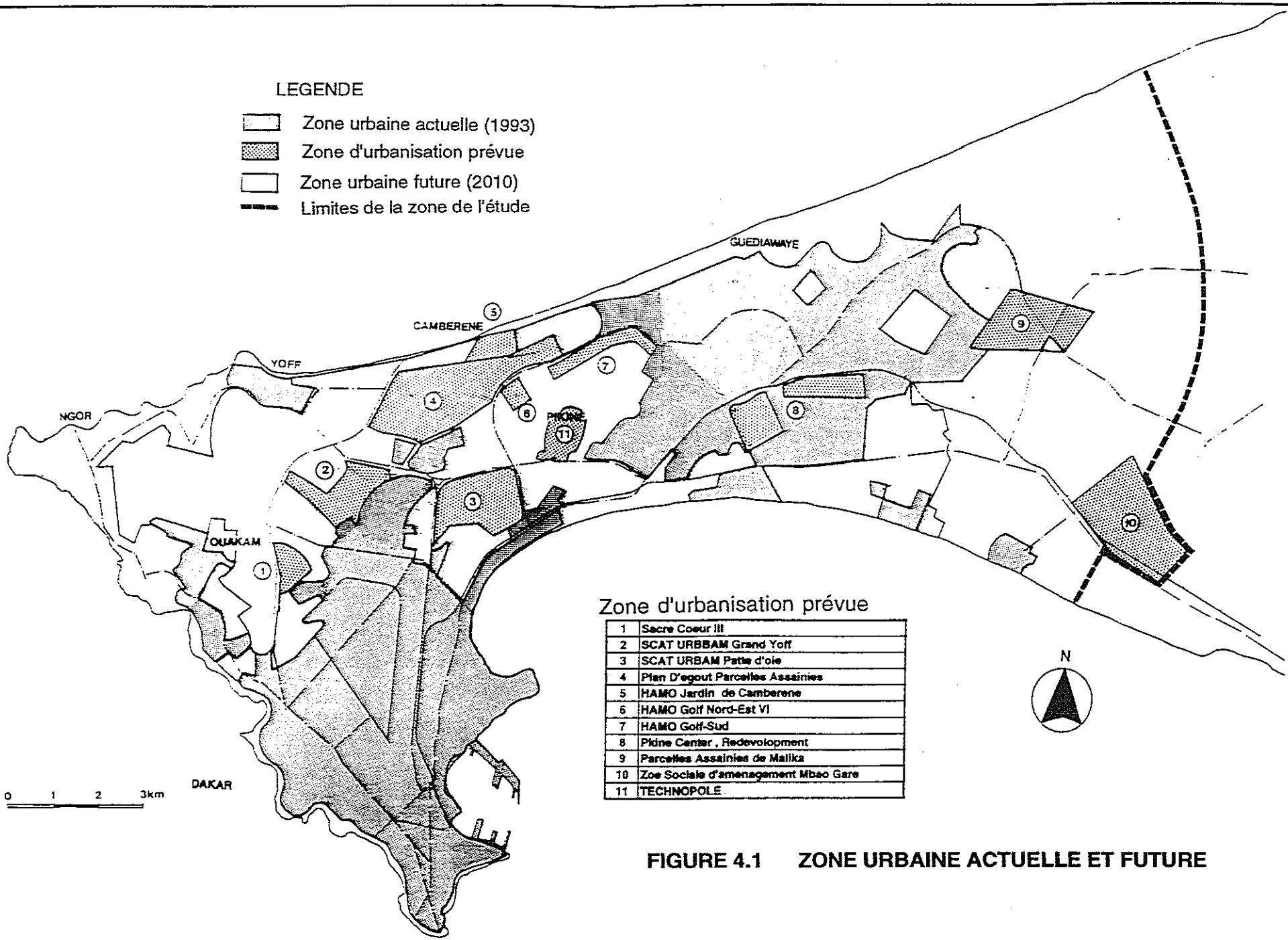
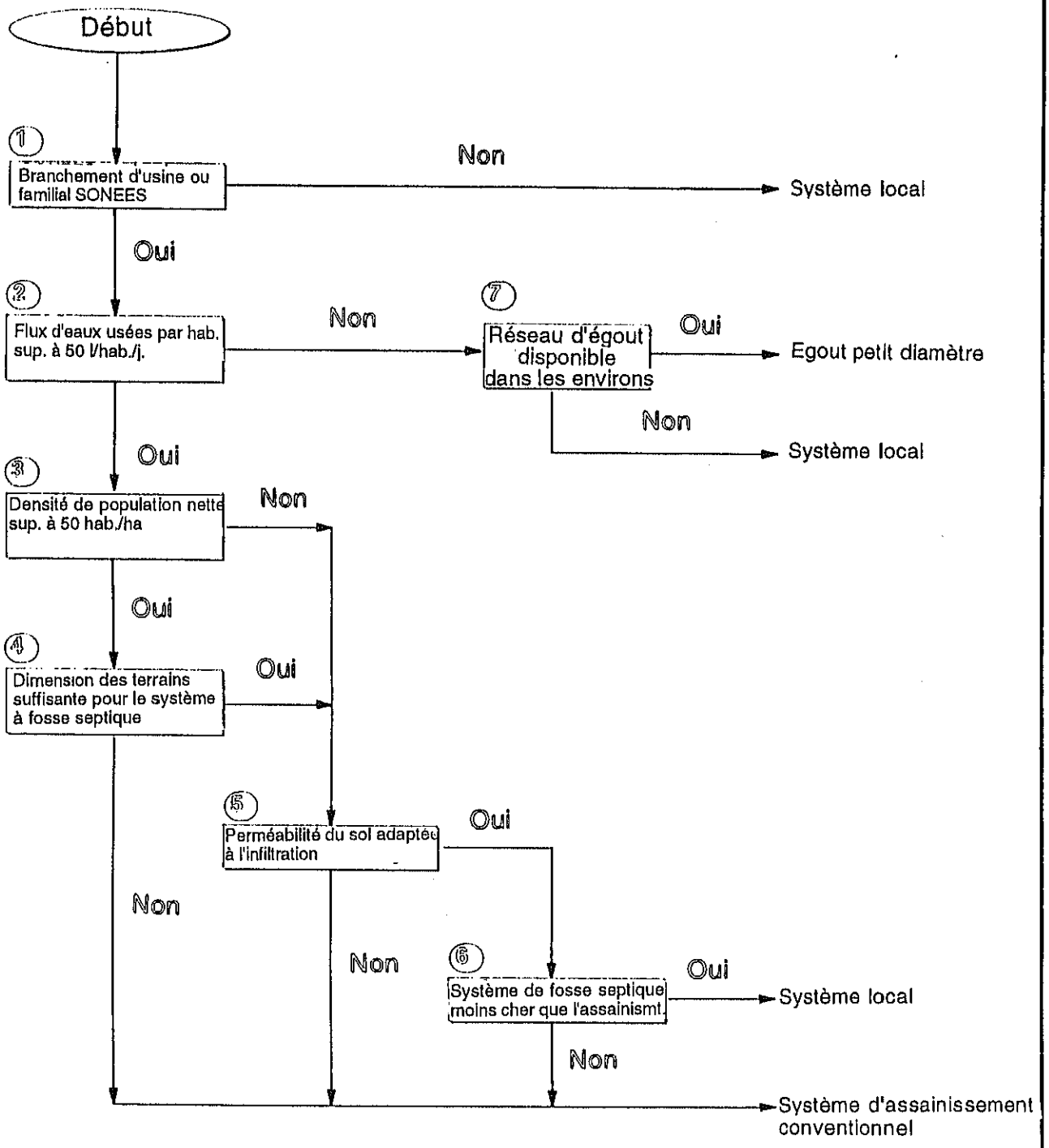


FIGURE 4.1 ZONE URBAINE ACTUELLE ET FUTURE



Note: Les systèmes locaux adaptés ne sont pas spécifiés.

FIGURE 4.2 CHOIX DES SYSTEMES SANITAIRES

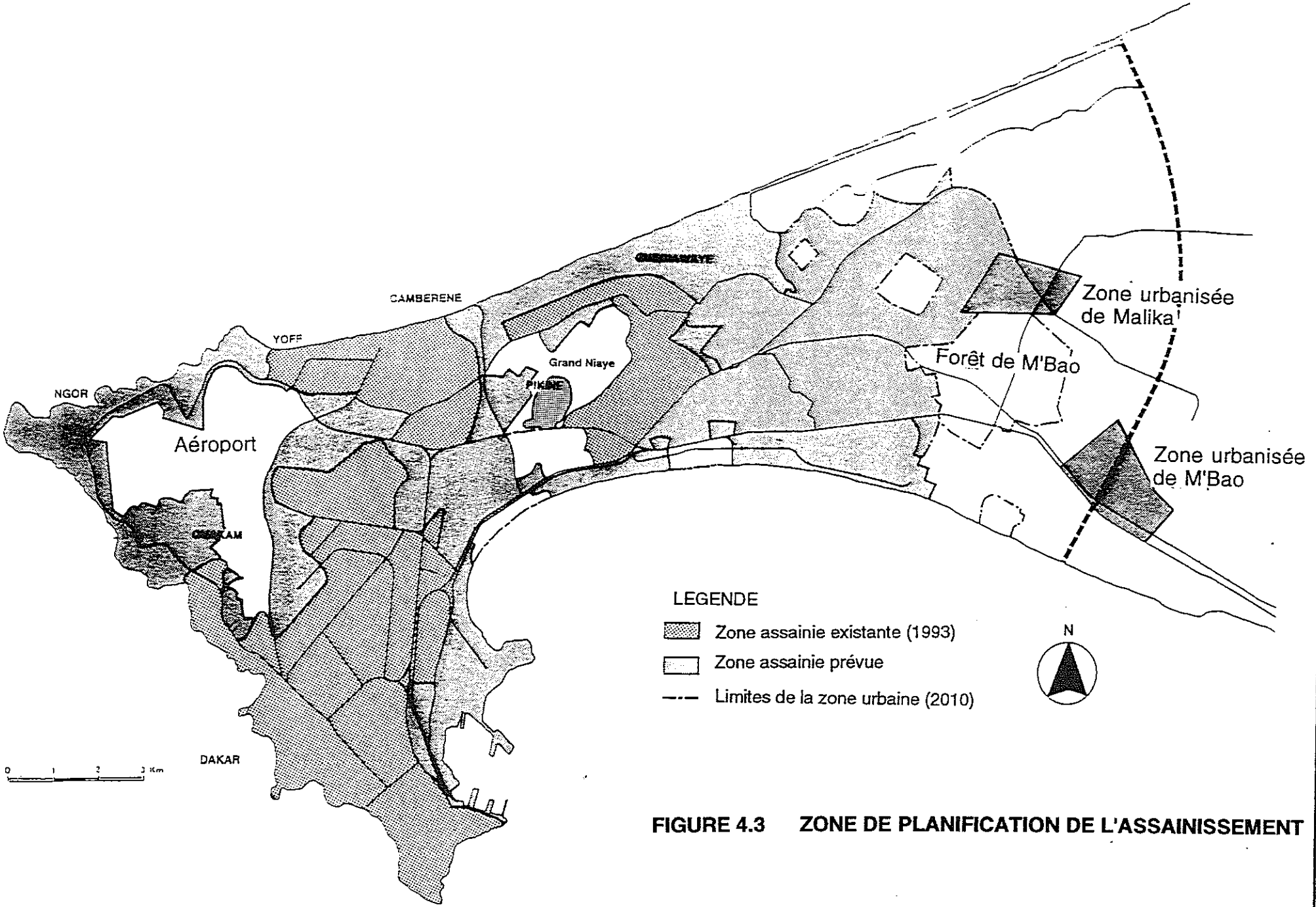


FIGURE 4.3 ZONE DE PLANIFICATION DE L'ASSAINISSEMENT

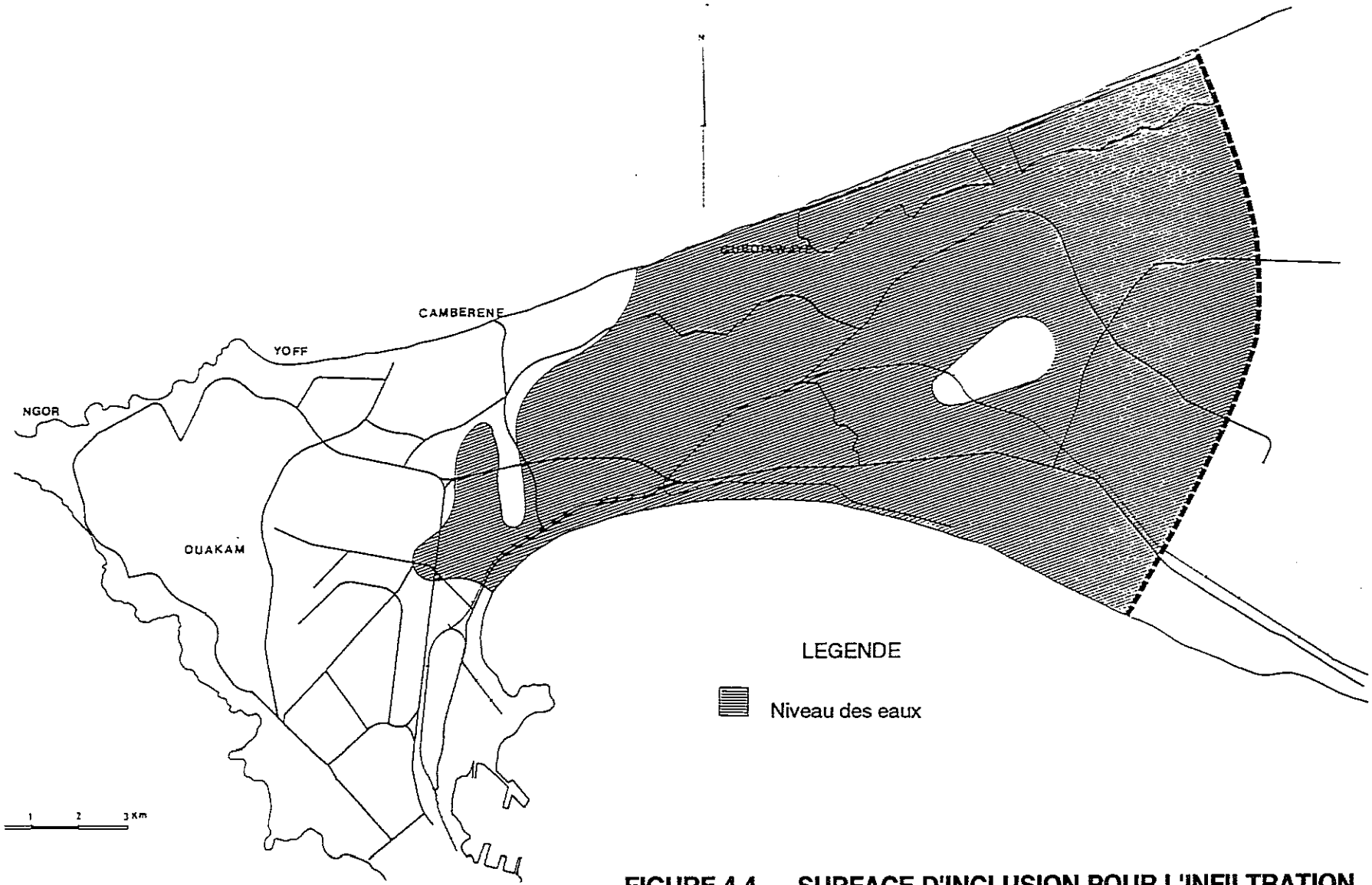


FIGURE 4.4 SURFACE D'INCLUSION POUR L'INFILTRATION

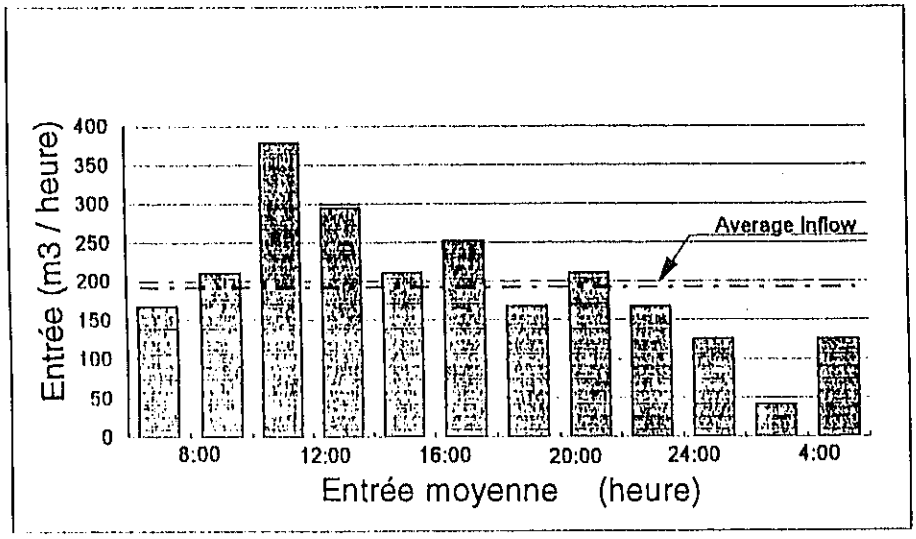


FIGURE 4.5 FLUX VERS LA STATION D'EPURATION DES EAUX USEES DE CAMBERENE

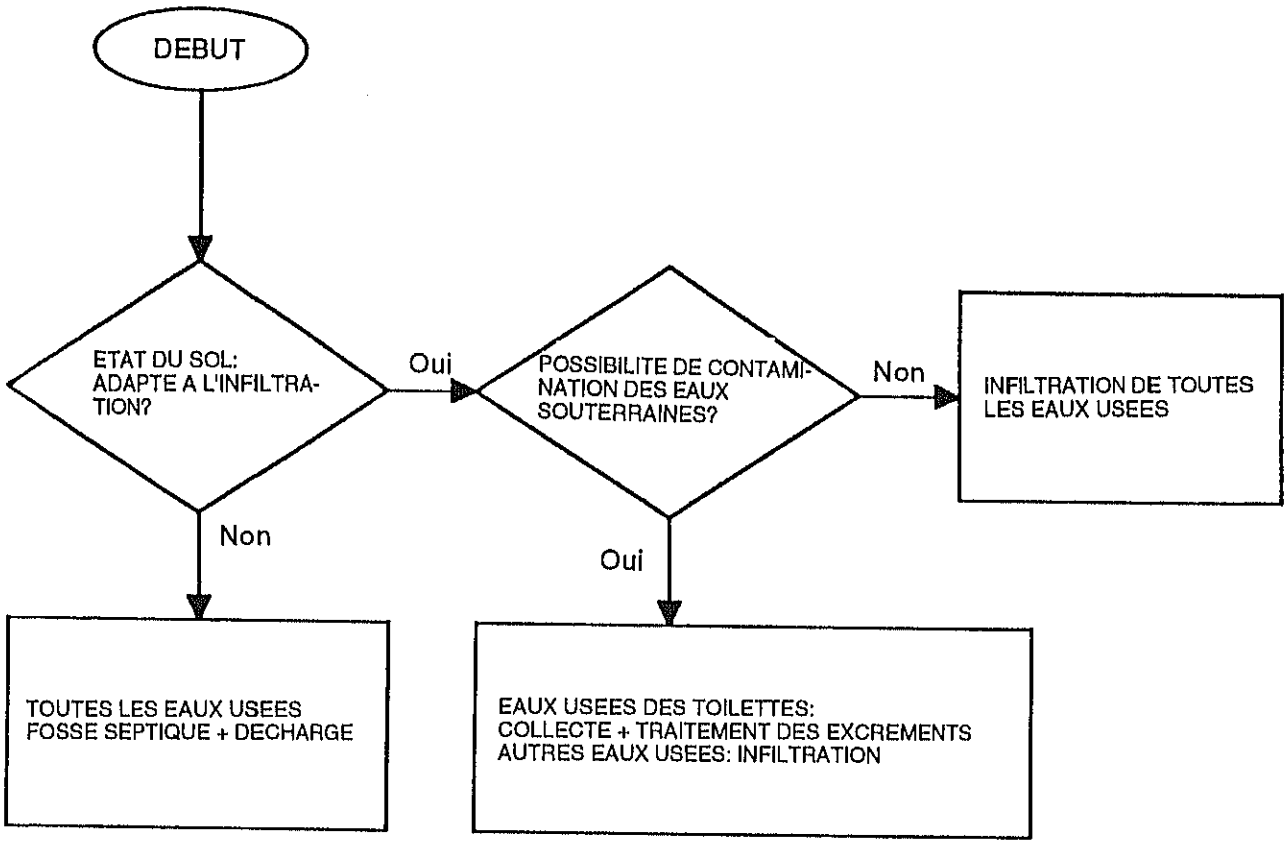


FIGURE 4.6 SCHEMA DE SELECTION DU SYSTEME LOCAL

CHAPITRE 5

SYSTEME D'ASSAINISSEMENT PROPOSE

CHAPITRE 5 SYSTEME D'ASSAINISSEMENT PROPOSE

5.1 ZONES D'ASSAINISSEMENT

La zone de planification de l'assainissement déterminée dans le Chapitre 4 se divise en 14 zones d'assainissement pour la conception du système, tenant compte des conditions topographiques et du système d'assainissement existant. La *Figure* 5.1 indique les zones d'assainissement. Le *Tableau* 5.1 ci-dessous indique les unités incluses dans chaque zone d'assainissement.

Les unités qui devraient être équipées d'un système d'égout petit diamètre ont été identifiées conformément aux critères du *Chapitre* 4. Le *Tableau* 5.1 indique également ces unités.

5.2 FLUX DES EAUX USEES ET CARACTERISTIQUES DE LA CONCEPTION DES INSTALLATIONS

5.2.1 Flux des eaux usées

Deux ensembles de flux d'eaux usées ont été calculés pour la conception des installations d'assainissement, à savoir le flux total et le flux réel. Le premier est le flux total d'eaux usées qui sera produit dans chaque unité en l'an 2010, le second le flux qui devrait être réellement collecté par le réseau d'assainissement en l'an 2010, calculé en tenant compte des taux de branchement. Pour la conception des tuyaux d'égout, comprenant les égouts principaux (diamètre 300 mm ou plus), on a utilisé le flux total parce que la longévité utile des tuyaux d'égout est en général plus longue que la période de 16 ans qui nous sépare de l'an 2010, et le remplacement ou l'installation de nouveaux tuyaux pour augmenter la capacité serait très onéreux.

Par ailleurs, les stations de traitement sont généralement développées par étapes pour s'adapter à l'augmentation du flux des eaux usées. Les stations de pompage, du moins leurs équipements mécaniques et électriques, sont aussi installées de manière à aller de pair avec l'augmentation du flux des eaux usées. Pour la conception de ces installations, on utilisera donc le flux réel, le flux se jettra dans le réseau d'assainissement en l'an 2010.

Les facteurs abordés dans la Section 4.4, tels que le taux de décharge et l'infiltration, seront pris en compte pour le calcul du flux des eaux usées. Deux flux d'eaux usées des zones d'assainissement sont présentés sur les *Tableaux* 5.2 et 5.3.

En l'an 2010, un total de 426.449 m^3/jour (moyenne journalière) d'eaux usées seront produits dans toute la zone planifiée pour l'assainissement, dont 335.917 m3/jour, ou 78,8% du total, seront collectés par le système d'assainissement.

5.2.2 Caractéristiques des eaux usées

La charge DBO collectée dans le réseau d'assainissement en l'an 2010 sera de 143.888 kg/jour, dont 118.208 kg/jour, ou 82,2%, sera d'origine domestique. Parmi les 14 zones d'assainissement, les eaux usées dans 10 zones, sauf Port de Dakar, (N°2). Zone industrielle de Pikine (N°8) et Zone industrielle de Tiaroye (N°9), seront d'origine domestique. La charge DBO collectée dans le réseau d'assainissement en l'an 2010 et la concentration de DBO sont calculées comme indiqué dans le *Tableau* 5.4. La concentration moyenne de DBO des eaux usées brutes de ces 10 zones a été de 382 mg/l

La concentration de MES des eaux usées brutes a été estimée sur la base de son rapport par rapport au DBO obtenu lors de l'analyse de la qualité de l'eau à la station de traitement de Cambérène. Ainsi, les concentrations pour la conception de la station de traitement pour les 10 zones ont été déterminées comme suit.

Caractéristiques des eaux usées brutes pour la conception
(10 zones d'assainissement)

Paramètre	Concentration (mg/l)
DBO	380
MES	410

Pour les trois zones d'assainissement où les eaux usées industrielles sont dominantes, la concentration de DBO est caluculée comme indiqué dans le *Tableau* 5.5. La concentration moyenne et celle de MES ont été calculées de la même manière ci-dessous.

Caractéristiques des eaux usées brutes pour la conception
(3 zones d'assainissement industrielles)

Paramètre	Concentration (mg/l)
DBO	970
MES	1.100

5.3 CONSIDERATIONS SUR LES SYSTEMES D'ASSAINISSEMENT

5.3.1 Réseaux d'égouts

Les réseaux d'égouts de chaque zone d'assainissement ont été examinés en tenant compte du système d'assainissement existant, des conditions topographiques et des conditions de développement présentes et futures comme suit:

1) Zone de Dakar

Cette zone dispose déjà de réseaux d'égouts et le taux de branchement dans la plupart des unités est de 100%. L'extension du réseau d'assainissement est donc inutile, sauf pour des extensions mineures et le remplacement de tuyaux endommagés.

La question la plus importante pour le réseau d'égouts de cette zone est la capacité des égouts principaux. Le flux total d'eaux usées dans la zone devrait passer de 49.461 m^3/jour (moyenne quotidienne) en 1993 à 115.327 m^3/jour en l'an 2010 et les capacités du collecteur de Hann-Fann se révèlent insuffisantes pour recevoir le flux de conception de 2010.

Pour résoudre ce problème, il y avait deux possibilités:

Possibilité A: Installation d'un collecteur additionnel parallèle au collecteur existant

Possibilité B: Conversion de la zone de captage en amont vers la station d'épuration de Cambérène pour maintenir le flux d'eaux usées dans la plage de capacité du conduit souterrain existant.

Le coût de la construction pour la possibilité B est inférieur à celui pour la possibilité A. Par ailleurs, la possibilité B possède de nombreux avantages. Le flux des eaux usées de la zone de captage en amont, à savoir environ 30.000 m^3/jour en moyenne, sera traité à la station d'épuration de Cambérène, qui sera certainement agrandie avant la construction de la future station d'épuration d'Ouakam. Cela permettra de réduire la charge de polluant qui serait sinon déversée à la Pointe de Fann.

La construction d'une station de pompage et de canalisations principales jusqu'à la station d'épuration de Cambérène est plus facile à réaliser que celle d'un nouveau collecteur parallèle au collecteur de Hann-Fann existant. Si un nouveau collecteur est construit, l'installation des gros tuyaux le long des routes principales dans le centre urbain actif gênera bien plus les habitants et la circulation. L'orientation des

canalisations secondaires vers le nouveau collecteur exigera un coût additionnel et augmentera la gêne.

Pour les raisons susmentionnées, la possibilité B, à savoir le report de la zone de captage en amont du collecteur de Hann-Fann sur la station d'épuration de Cambérène, est donc proposée.

2) Zone des Parcelles Assainies et ses environs

La plupart des petites unités incluses dans cette zone d'assainissement disposent déjà de réseaux d'égouts et les eaux usées sont envoyées pour traitement à la station d'épuration de Cambérène. Les eaux usées des nouvelles zones urbanisées peuvent être envoyées sans problème à la station d'épuration de Cambérène. Le principal problème de la zone est le taux de branchement réduit dans la grande zone des Parcelles Assainies. L'installation de réseaux d'égout devrait être accélérée. L'amélioration des stations de pompage existantes dans cette zone devra être considérée en accord avec la conception de la présente planification de l'assainissement.

Dans la conception préliminaire des canalisations d'égout principales de la zone, deux collecteurs séparés s'écoulant dans la station d'épuration de Cambérène sont proposés. Une station de pompage de réseau est nécessaire pour le collecteur Ouest à cause de la topologie de la zone.

Deux nouvelles stations de pompage de réseau sont proposées pour le collecteur

3) Zone du Grand Yoff

Les petits lotissements récemment construits dans la zone ont été dotés de réseaux d'égouts. Deux grandes unités d'habitation, à savoir Unité 43b (SCAT-URBAN) et Unité 45 (Grand Yoff/Khar Yalla), ne disposent pas d'égouts.

La création d'un réseau d'égout dans l'Unité 45 est considérée difficile à cause de la structure d'habitation actuelle. Il faudra tenir compte de ces points particuliers pour la conception des réseaux d'égouts. Le coût de la construction du réseau d'égout de l'Unité 45 sera certainement plus élevé que pour les autres unités.

4) Zone de Hann

Les unités dans cette zone sont généralement petites et des zones résidentielles ont été créées avec un réseau routier adéquat. Mais toutes les unités résidentielles, sauf l'Unité 94 (Cité Faycal), ne disposent pas encore de réseaux d'égouts. L'équipement rapide est

donc recommandé pour cette zone, dont l'un des avantages est la proximité de la station d'épuration de Cambérène.

5) Zones de Pikine Régulier et Guédiawaye

Il s'agit de deux grandes zones résidentielles, où vit déjà une population nombreuse, qui augmentera encore jusqu'en l'an 2010.

La topographie de la zone constitue une difficulté pour la planification de l'assainissement. Elle se situe sur des dunes de sable et des dépressions, toutes orientées vers le Nord-Est/Sud-Ouest. Il faudra donc plusieurs canalisations d'égout secondaires longues le long des dépressions dans la même direction pour collecter les eaux usées. Le réseau routier n'est pas bien aménagé dans certains secteurs.

Les réseaux d'égout de la Technopole (Unité 94b) seront établis et construits par les autorités de développement, en tant que service public nécessaire. Pour le projet d'assainissement, on supposera que la première phase du projet de développement sera achevée en l'an 2000, et la seconde en 2010. Le flux des eaux usées produites dans la Technopole est pris en compte dans la planification des installations d'assainissement principales, par exemple égout principal et station d'épuration de Cambérène. Mais il est probable que l'achèvement de la phase 1 se fera avant la construction des égouts principaux. Dans ce cas, une station de pompage et une canalisation principale, qui transféreront les eaux usées à la station d'épuration de Cambérène, seront prévus.

Les eaux usées produites dans la Technopole sont considérées de deux types: à savoir eaux usées domestiques et eaux usées produites par les différentes institutions et usines. Les caractéristiques des dernières varient beaucoup, comme les eaux usées industrielles, selon le type des institutions et usines. Les autorités de développement doivent étudier les caractéristiques des eaux usées des institutions ou usines en les sélectionnant. Des institutions ou usines produisant des eaux usées dangereuses ne doivent pas être autorisées, ou bien seulement si elles traitent leurs eaux usées elles-mêmes individuellement jusqu'au niveau tolérable, et ne les déchargent pas dans le système d'assainissement.

6) Zone de lotissements de Malika et de M'Bao

Ce sont deux grandes zones d'habitation. Dans une partie de Malika, la construction de lotissements s'est faite récemment. Mais la plupart de cette zone est encore libre actuellement. Il n'y a aucune construction d'aucune sorte dans la zone d'aménagement de M'Bao, et rien ne s'y construit actuellement.

Compte tenu de la situation actuelle dans les zones et des conditions sanitaires et environnementales futures dans toute la zone de l'étude, il est proposé d'inclure ces deux zones dans la zone de planification de l'assainissement. La construction d'installations d'assainissement en même temps que l'aménagement sera plus facile et exigera moins de temps et d'argent.

Les systèmes d'assainissement indépendants pour les deux zones et un système combiné avec une usine d'épuration peuvent être considérés, et sont étudiés dans la Section plus loin.

7) Zone des Almadies

La zone de planification de l'assainissement entoure les côtés Nord et Ouest de l'aéroport de Dakar. Du point de vue topologique, la partie Nord s'abaisse en allant vers l'Ouest, et la partie Ouest s'abaisse en allant vers le Nord. Pour cette raison, les eaux usées de la zone sont collectées dans la partie Nord-Ouest de la zone, près de Ngor. Dans le cas du traitement indépendant, une station d'épuration se situera à coté du drainage d'eaux pluviales existantes près de Ngor. Les avantages et désavantages des deux possibilités, à savoir traitement indépendant et combinaison avec la zone d'Ouakam, sont couvertes dans la Section plus loin.

8) Zone d'Ouakam

La plupart des unités nouvellement développées de la zone sont dotées de réseaux d'égouts. Il y a un village traditionel, le village de Ouakam, et une zone d'habitat spontané irrégulier appelé le Quartier de Ouakam. Il est difficile de construire des réseaux d'égouts dans ces secteurs à moins qu'ils soient réaménagés. Mais ces secteurs sont entourés de secteurs déjà desservis par les égouts, et l'on pourra considérer la construction d'un système d'égout petit diamètre. C'est pourquoi les systèmes d'assainissement des unités seront planifiés sur la base de systèmes d'égout petit diamètre au lieu des systèmes conventionnels.

9) Zone du Port de Dakar, zone industrielle de Pikine et zone industrielle de Tiaroye

Il y a le port et les zones industrielles. Les caractéristiques des eaux usées dans ces zones sont très différentes de celles des eaux usées domestiques produites dans les zones précédentes.

Il est conseillé de séparer les eaux usées de ces zones de celles des autres zones, quant au traitement des eaux usées et à la réutilisation des effluents. Les eaux usées industrielles contiennent parfois des matériaux dangereux, tels que métaux lourds, qui

pourraient sérieusement affecter le fonctionnement de la station ou ne peuvent pas être réduits par le traitement des eaux usées conventionnel, rendant impossible la réutilisation des effluents pour l'agriculture.

Le traitement indépendant de chaque usine est aussi une possibilité souhaitable pour le traitement des eaux usées industrielles. Si les eaux usées industrielles contiennent des matières inorganiques ou des matières organiques biodégradables, les eaux usées doivent être exclues du système d'assainissement fondé sur le traitement biologique. Sinon, l'inclusion de ce type d'eaux usées industrielles dans le système d'assainissement augmentera inutilement le coût de la construction.

10) Pikine Irrégulier

Les zones d'assainissement comprennent des unités classées "habitat irrégulier spontané". Les réseaux routiers sont désordonnés et la construction de réseaux d'égouts est très difficile actuellement. Un système d'assainissement doit être prévu après ou au fur et à mesure du redéveloppement de la zone. Aussi, les installations d'assainissement principales, telles que canalisations d'égout principales, stations de pompage et stations d'épuration seront établies sur la base du projet de redéveloppement. Le centre commercial et administratif prévu sur le camp militaire actuel a été pris en compte dans le calcul du flux des eaux usées et dans la conception des installations.

5.3.2 Processus de traitement des eaux usées

Trois processus représentatifs sélectionnés dans le Chapitre 4 précédent ont été évalués afin de trouver le mieux adapté au système d'assainissement de la zone de l'étude. Ce sont:

(1) Boues activées conventionnelles
(2) Fossé d'oxydation
(3) Bassin d'oxydation

La conception des stations d'épuration basée sur ces trois procédés a été faite dans les conditions indiquées ci-dessous, et les fonctions de coût de la construction ont été développées en référence aux coûts de construction réels de la station d'épuration de Cambérène. Les plans généraux des stations ont été dessinés pour étudier la surface requise pour chaque procédé.

Bases de la conception

Flux quotidien moyen: 10.000 m^3/jour

Eaux usées brutes

Concentration de DBO: 380 mg/l

Concentration de MES: 410 mg/l

Effluents

Concentration de DBO: 30 mg/l (60 mg/l pour le bassin d'oxydation)

Concentration de MES: 30 mg/l (60 mg/l pour le bassin d'oxydation)

Les plans généraux du processus aux boues activées conventionnelles, le traitement en fosse d'oxydation et le traitement en bassin d'oxydation sont indiqués sur les *Figures* 5.2, 5.3 et 5.4, respectivement. Comme indiqué, les zones de terres nécessaires, incluant des espaces verts comme zone tampon avec les zones voisines, sont de 3,91 ha, 5,13 ha et 17,82 ha respectivement.

Les fonctions de coût pour ces trois processus ont été calculés en modifiant celles développées au Japon. La coût de la construction de la station d'épuration de Cambérène au prix de 1987 a été converti au niveau de prix de mai 1994 comme indiqué ci-dessous, et utilisé pour la modification. La *Figure* 5.5 indique les fonctions de coût obtenues.

Bien que le traitement en bassin d'oxydation soit la méthode la moins chère des trois, elle a été éliminée du traitement à appliquer au système d'assainissement proposé à cause des terrains requis. Les deux méthodes restantes, le traitement par boues activées conventionnelles et le traitement en fossé d'oxydation, sont considérés adaptées pour la planification de l'assainissement, en fonction de l'écoulement d'eaux usées.

5.3.3 Sites de stations d'épuration des eaux usées possibles

On a étudié les neuf (9) sites de station d'épuration indiqués sur la *Figure* 5.6, et les sites suivants ont été sélectionnés comme sites de traitement possibles:

N°	Emplacement du site
1	Aux environs des stations d'épuration de Cambérène et de la Patte d'Oie
3	Aux environs de la station d'épuration de Niaye
4	Au Nord de Pikine, près du Lac Warouwaye
5	A l'Est de Malika, près de Khereub Keur
6	Près de la station d'épuration industrielle de M'Bao
7	Au Sud de la Route nationale n°1, entre Reboisement de M'Bao et Rufisque

8	A Ouakam, près de l'ancien aérodrome
9	A Ngor, en aval du draiange d'eaux pluviales

Avant tout, les sites des stations d'épuration existantes ont été sélectionnées parce que l'agrandissement d'une station d'épuration est en général plus facile que la construction d'une station à un autre endroit. Des terres importantes sont disponibles sur le site, et peuvent être achetées en cas de besoin plus facilement à proximité des stations d'épuration existantes. C'est pour cette raison que les n° 1, 3 et 6 ont été sélectionnés.

Le site n°8 d'Ouakam près de l'ancien aéroport, a été sélectionné comme site de traitement des eaux usées en provenance de la zone d'assainissement de Dakar, qui sont actuellement déchargées dans l'océan sans traitement à la Pointe de Fann.

Les sites n°4, 5 et 7 ont été sélectionnés comme sites de traitement possibles pour les zones d'assainissement des zones urbanisées de Malika et de M'Bao.

Les sites n°5 et 7 sont des espaces libres, qui possèdent des conditions topographiques avantageuses pour la collecte des eaux usées dans ces zones. Le site n°7 a été sélectionné pour qu'il n'y ait pas d'effet négatif sur le vieux village situé près du Cap des Biches.

Le site n°7 près de la station d'épuration des eaux industrielles actuelle a été sélectionné pour une nouvelle station d'épuration des eaux usées industrielles des zones d'assainissement du Port de Dakar, et des zones industrielles de Pikine et de Tiaroye.

Le site n°9 de Ngor a été sélectionné pour une station d'épuration possible pour la zone d'assainissement des Almadies.

5.4 SYSTEME D'EAUX USEES POUR L'ENSEMBLE DE LA ZONE DU PROJET

Le système d'eaux usées pour l'ensemble de la zone du projet comprend i) le système d'assainissement des zones à égouts, ii) le systèmes de traitement des eaux usées industrielles des zones industrielles et iii) le traitement sur place des zones sans égouts. De plus, le réemploi des eaux usées est abordé comme un des composants du système d'assainissement.

5.4.1 Système d'assainissement

Le système d'assainissement proposé couvre l'ensemble des 14 zones identifiées en tant que zones à assainir, conformément aux critères indiqués au Chapitre 4.

On propose la construction de sept (7) stations d'épuration pour traiter les eaux usées à partir de 14 zones d'assainissement. Le nom des stations d'épuration, qui est virtuellement le nom du système d'assainissement, et les zones correspondantes sont indiquées dans le *Tableau* 5.6.

Il est proposé que toutes les stations d'épuration des eaux usées adoptent un procédé de traitement secondaire biologique. Les cinq stations de traitement, sauf la station d'épuration des Almadies, sont des stations à boues activées conventionnelles. On propose que la station d'épuration des Almadies devienne une station à fossé d'oxydation. Le *Tableau* 5.7 indique les capacités de conception des six stations de traitement.

Des déversoirs dans l'océan déchargeant l'effluent suffisamment loin de la côte sont proposés pour quatre stations d'épuration, à savoir Ouakam, Cambérène, Lac Warouwaya et Malika.

Les systèmes de canalisations d'égout principales et des grandes stations de pompage rattachées, collecteront les eaux usées des zones d'assainissement correspondantes et les enverront à chaque station d'épuration désignée. Le *Tableau* 5.8 indique les dimensions et longueurs des canalisations d'égout principales de chaque système d'assainissement. On propose un total de onze (11) grandes stations de pompage. Le *Tableau* 5.9 indique les capacités de conception de ces stations de pompage.

Les principaux composants du système d'assainissement sont indiqués sur la *Figure* 5.7.

5.4.2 Traitement des eaux usées industrielles

Le système d'assainissement industriel de M'Bao, qui doit traiter les eaux usées des zones industrielles le long de la Baie de Hann, a été proposé comme un des 7 systèmes d'assainissement. Dans cette section, une autre possibilité pour le traitement des eaux usées industrielle qui est le traitement individuel par usine sera étudié. Aussi, les usines concernées pourront étudier les deux possibilités, traitement individuel ou collectif, pour le traitement de leurs eaux usées avant la décharge.

Les processus typiques pour chaque type d'industrie sont indiqués sur la *Figure* 5.8 et les coûts totaux pour la quantité d'eaux usées estimée pour l'an 2010 sont indiqués dans le *Tableau* 5.10.

Comme le montre la comparaison entre les coûts de construction dans les deux cas ci-dessous, le coût du traitement individuel est inférieur au coût du traitement collectif. Quant aux raisons de ce coût plus élevé du traitement collectif, on estime que cette possibilité exige i) un système de collecte des eaux usées et ii) le prétraitement dans chaque usine pour réduire les concentrations de polluants spécifiques.

Il est donc proposé d'appliquer des traitements individuels aux eaux usées industrielles dans la zone de l'étude.

COMPARAISON DU COUT DU TRAITEMENT
DES EAUX USEES INDUSTRIELLES

(unité:million de F CFA)

TRAITEMENT CENTRALITE		TRAITEMENT INDIVIDUEL
Prétraitement (dans chaque usine)	Station de traitement des eaux usées	
9.268	18.776	
28.044		20.160

5.4.3 Système local

Le système local qui est utilisé dans les zones non assainies a été proposé pour assurer les deux améliorations suivantes:

- Conditions sanitaires: contrôle des mouches, désodorisation, protection contre la contamination bactériologique des puits.
- Etat des eaux souterraines: réduction de la contamination au nitrate des eaux souterraines.

Pour améliorer les conditions sanitaires, il faut:

i) Couper le mouvement d'air entre l'emplacement de stockage des excrétats et le compartiment toilette;

ii) Isoler l'emplacement de stockage des excrétas de l'atmosphère extérieure;

iii) Accélérer la ventilation des compartiments toilettes et des emplacements de stockage des excrétas, et

iv) Localiser l'emplacement de stockage à une certaine distance (au moins 10 m) de tout puits.

Un exemple de toilette remplissant les conditions ci-dessus est indiqué sur la *Figure* 5.9.

Pour améliorer l'état des eaux souterraines, il a été considéré nécessaire d'arrêter l'évacuation des eaux usées par infiltration dans la zone où les eaux souterraines seraient affectées. Aussi, le système qui collecte les excrétats par pompage dans chaque maison et leur transfert par camion-citerne ont été étudié sur la base des conditions ci-après.

Population totale dans les zones non assainise en l'an 2010; 1.222.000

Quantité quotidienne d'excrétas par habitant; 5l/jour/hab.
(inclut l'excréta lui-même, l'eau de nettoyage anal et la chasse d'eau)

Production quotidienne d'excrétas dans ces zones; 6.110m^3/jour

Les installations requises sont considérées comme suit:

Stations d'épuration;	200m^3/jour x 30
Véhicules de collecte	682 véhicules de pompage (avec une pompe aspirante et réservoir de 3 m^3) supposant qu'un véhicule travaille trois fois par jour

Les coûts requis sont estimés environs à 310.000 F CFA prix avant la dévaluation et dépassent de plusieurs fois le coût estimé pour un système d'assainissement conventionnel.

En tant que tel, le système de collecte des excrétas qui vise à réduire l'infiltration des eaux usées dans la zone est jugé impraticable du point de vue technique et financier. Pour le système local, il est donc proposé d'améliorer les toilettes du point de vue de l'assainissement local.

5.4.4 Réutilisation de l'eau traitée

La réutilisation de l'eau usée traitée a été examinée en supposant que les eaux traitées par traitement conventionnel, sans aucun traitement perfectionné, seront utilisées pour l'irrigation et l'arrosage.

1) Irrigation

La demande potentielle maximale pour l'irrigation des cultures non consommées crues dans l'ensemble de la zone du projet est estimée à 20.000 m3/jour. Le plan de la station de la *Figure* 5.10 est proposé pour transmettre les eaux usées traitées de la station d'épuration de Cambérène au réservoir, et pour fournir de l'eau d'irrigation aux terres agricoles autour du Grand Niaye. Le coût indicatif du projet est estimé à 1,372 milliard de F CFA.

2) Arrosage des arbres

Le plan de l'installation indiqué sur la *Figure* 5.11 est proposé pour l'arrosage des arbres le long des routes et de la zone du reboisement de M'Bao Le coût indicatif a été estimé à 680 millions de F CFA.

5.4.5 Coût estimatif du système d'assainissement

1) Bases de l'évaluation du coût

Les dernières informations concernant la construction d'installations d'assainissement de nature similaire ont été collectées auprès des autorités concernées, incluant le Département de l'Hydraulique de la SONEES, et utilisées pour l'évaluation. Le coût de la construction des installations ou les méthodes non utilisées à Dakar, les coûts normalisés utilisés au Japon ont été modifiés et appliqués.

Touts les coûts sont indiqués au prix de mars, 1994, tenant compte l'augmentation du prix après la dévaluation de F CFA en janvier, 1994.

Le coût du projet se compose des éléments suivants:

Composants du coût du projet
1. Coût de construction direct
2. Coût d'acquisition des terrains
3. Coût des travaux civils
4. Coût de la gestion par le Gouvernement
5. Imprévus matériels

(1) Coûts de construction direct

Le coût de construction direct a été estimé pour chaque installation d'assainissement comme suivant:

Réseau d'égout: La longueur moyenne des tuyaux d'égout, le nombre de trous d'homme et le nombre de stations de pompage par zone unitaire ont été calculés sur la base de la conception préliminaire pour la zone de Parcelles Assainies comme suit:

Egouts	282 m/ha pour les zones résidentielles et 135 m/ha pour les zones industrielles
Trous d'homme	8,77/ha
Stations de pompage	0,018/ha

Prix unitaire s'appliquant à chacun des composants ci-dessous: coût unitaire du réseau d'égout calculé à 14,725 millions de F CFA/ha pour les zones résidentielles et 7,832 millions de F CFA/ha pour les zones industrielles.

Egouts	40.000 F CFA/m
Trou d'homme	282.000 F CFA/unité
Station de pompage	54.000.000 F CFA/unité

Canalisation d'égout principale et canalisations principales: Le coût de construction des égouts principaux (300 mm de diamètre ou plus) et des canalisations principales a été estimé sur la base de la conception de base. Le coût de construction unitaire représentatif des canalisation d'égout principales et celui des canalisations principales sont indiqués respectivement dans les *Tableaux* 5.11 et 5.12.

Stations de pompage: Le coût de construction des stations de pompage principales (capacité de 50 l/sec ou plus) a été estimé sur la base des capacités obtenues à la conception préliminaire et de la fonction de coût indiquée sur la *Figure* 5.12.

Stations d'épuration: Le coût de construction des stations d'épuratiom a été estimé de la même manière que pour les stations de pompage. Les fonctions de coût suivantes ont été utilisées:

Fonctions de coût pour les stations d'épuration

a. Méthode des boues activées conventionnelles: $C = 989\ Q\ 0{,}73$

b. Méthode de fossé d'oxydation $C = 912\ Q\ 0{,}79$

où C: coût de construction (million de F CFA)
Q: flux de conception (1.000 m3/jour)

(2) Coût d'acquisition des terrains

Le coût d'acquisition des terrains a été estimé sur la base des terrains nécessaires à la construction des installations et du prix unitaire du terrain. Des surfaces de terrains considérables sont nécessaires pour la construction de grandes stations de pompage et de stations d'épuration. Le prix unitaire du terrain à différents emplacements a été relevé par le Département du cadastre, Ministère des Finances.

(3) Coûts indirects

Deux composants de coût indirect, à savoir coût technique et coût administratif gouvernemental, ont été estimés en tant que pourcentage du coût direct de la construction. 10% et 1,5% du coût direct de la construction ont été appliqués respectivement.

(4) Imprévus matériels

Les imprévus matériels ont été estimés en tant que pourcentage du coût direct de la construction. Le pourcentage ordinairement utilisé de 10% a été appliqué.

(5) Branchements individuels

Bien que le coût de l'installation d'un branchement soit payé par le bénéficiaire, et ne constitue pas une partie du coût du projet, il a été estimé pour connaître l'importance des dépenses à la charge des bénéficiaires.

En utilisant le coût unitaire d'un branchement de 264.000 F CFA (au prix 1994), et un nombre moyen de branchements par zone unitaire (35 branchements /ha), le coût unitaire par zone de 9,24 millions de F CFA/ha a été obtenu

2) Coût du projet

Le *Tableau* 5.13 indique le coût du projet pour les sept systèmes d'assainissement, avec une décomposition des installations composantes. Le coût total du projet s'élève approximativement à 311 milliards de F CFA au prix 1994.

Par ailleurs, le *Tableau* 5.14 indique le coût du branchement à la charge des bénéficiaires. Comme le montre ce tableau, il faudra un total de 50.744 millions de F CFA pour fournir des branchements dans toute la zone de planification de l'assainissement.

5.5 PLAN DIRECTEUR RELATIF AUX EAUX USEES

5.5.1 Plan directeur et plan à long terme

Le système d'assainissement devant couvrir l'ensemble de la zone de l'étude, abordé dans la section 5.4, a été estimé à environ 311 milliards de F CFA. On considère qu'il sera très difficile d'achever tous les projets du système d'assainissement pour 2010, vu le volume des travaux et les coûts du projet requis. L'analyse financière a révélé qu'un montant de 100 milliards de F CFA serait réaliste comme coût du projet jusqu'à 2010. Aussi, le système d'assainissement proposé a été revu pour rendre le Plan directeur réaliste, puis le système d'assainissement d'origine a été saisi comme un plan d'assainissement à long terme qui sera achevé après 2010.

5.5.2 Sélection des composants du Plan directeur

Les projets à inclure dans le Plan directeur ont été sélectionnés en considérant l'efficacité du coût, le progrès du développement et le grade du système d'assainissement actuel:

1) Efficacité du coût

Un coût direct de construction unitaire par unité d'eau usée a été calculé pour chaque système d'assainissement en tant que facteur indiquant l'efficacité du coût comme suit:

Système d'assainissement	Ouakam	Cambérène	Malika	M'Bao	Almadies	Pikine Irrégulier
Coût unitaire (1.000 F CFA/m3/jour)	624	766	899	650	3.161	867

Le système d'assainissement des Almadies a le coût unitaire le plus élevé, à savoir l'efficacité du coût le plus bas, à cause de la faible génération d'eaux usées par rapport à la surface. La densité de population de la zone, qui comprend des grands hôtels et des stations de vacances, et des zones résidentielles très chics, est très faible. Des installations locales (traitement individuel par fosse septique) pourraient être disponibles dans la zone, en termes de disponibilité d'espace et de moyens financiers. Pour ces raisons, le système a été exclu du Plan directeur.

2) Progrès des activités de développement

Aucune différence significative dans la comparaison du coût unitaire n'a été trouvée parmi les systèmes d'assainissement, sauf pour celui des Almadies. Mais trois systèmes d'assainissement, à savoir Malika, M'Bao et Pikine Irrégulier, ont été exclus du Plan directeur pour les raisons suivantes:

Les systèmes d'assainissement de M'Bao et Malika doivent être construits pour les nouveaux projets d'urbanisme et un arrangement financier différent peut donc être considéré pour ces systèmes, qui pourraient être construits en tant que partie du projet d'urbanisation.

Le système d'assainissement de Pikine Irrégulier doit être construit dans la zone de Pikine Irrégulier devant être redéveloppée. Sa construction est impossible avant le redéveloppement. Bien que les installations principales du système d'assainissement aient été proposées sur la base d'un plan de développement conceptuel à titre indicatif, il est difficile de les incorporer au Plan directeur avant de connaître le programme de redéveloppement concret.

3) Niveau de service du système d'assainissement

L'efficacité du coût la plus élevée a été attribuée au système d'assainissement d'Ouakam, par rapport au coût unitaire indiqué plus haut. Parce que ce système dessert les zones d'assainissement de Dakar et d'Ouakam où les réseaux d'égout de la plupart des zones sont déjà installés. Aucun coût de construction ne sera requis pour le réseau d'égout. La majorité du coût requis est représentée par le coût de construction de la station d'épuration.

Alors que la construction de la station d'épuration contribuera largement à la réduction de la charge de polluants de l'océan, qui reçoit actuellement des eaux usées non traitées, elle n'améliorera pas le niveau de service de la zone déjà assainie en termes d'élimination des eaux usées de la proximité des résidents. La réduction des charges de

polluants déchargés est aussi une fonction importante du système d'assainissement, mais la priorité doit être donnée à l'élimination des eaux usées pour améliorer le cadre de vie. Pour cette raison, le système d'assainissement d'Ouakam a été exclu du Plan directeur.

5.5.3 Plan directeur proposé

Comme indiqué ci-dessus, plusieurs systèmes d'assainissement du plan à long terme ont été exclus du Plan directeur. Et le système d'assainissement de Cambérène a été proposé comme Plan directeur pour le système des eaux usées. La *Figure* 5.13 indique le Plan directeur proposé et les priorités de ses composants, qui seront abordés dans la section suivante. Les principales caractéristiques du Plan directeur se résument comme suit:

Composants du Projets	Zones concernées
Construction des réseaux d'assainissement	Parcelles-assainies, Dakar-Yoff, Hann, Guédiawaye, Pikine régulier
Construction des canalisations d'égout principales	Parcelles-assainies, Dakar-Yoff, Guédiawaye, Pikine régulier
Elargissement de la station d'épuration des eaux usées	Station d'épuration de Cambérène
Amélioration du système de collecteur	Ouakam

5.5.4 Programme d'exécution

Le programme d'exécution du Plan directeur a été établi de manière à commencer en 1995 et à être achevé en 2010. L'exécution du Plan directeur dépend de la disponibilité du financement au Sénégal, puisqu'il implique un gros investissement, incluant une part importante de devises étrangères.

Le système d'assainissement de Cambérène couvre trois zones d'assainissement, à savoir Parcelles Assainies, Grand Yoff et Guediawaye-Pikine Régulier. Le coût de construction unitaire pour chaque zone a été comparé pour estimer la priorité d'exécution, identifiée comme indiqué ci-dessous, et le programme d'exécution indiqué sur la Figure 5.14 a été proposé.

Priorité 1:	Parcelles Assainies
Priorité 2:	Grand Yoff et Hann
	Amélioration du système de collecteurs de la zone d'Ouakam

Priorité 3: Guediawaye et Pikine Régulier

5.5.5 Coût du Projet et coût du fonctionnement et de la maintenance par phase

1) Coût du Projet

Le coût du Projet, couvrant une période de 16 ans allant de 1995 à 2010, a été estimé sur la base du programme d'exécution établi dans la section précédente. Les items de coût indirect, tels que service technique, administration gouvernementale et imprévus matériels, ont été inclus dans le coût du Projet.

Le coût du Projet est divisé en 2 parties, partie en monnaie locale et partie en devises. Le pourcentage des deux parties pour chaque items de coût est comme suit:

Pourcentage des parties en monnaie locale (L/C) et devises étrangères (F/C)

Item du coût	Item de travail	L/C	F/C
Construction directe	Egout (1)	30%	70%
	Egout (2)	15%	85%
	Station de pompage	25%	75%
	Station d'épuration	30%	70%
Acquisition des terrains		100%	0%
Service technique		30%	70%
Administration gouvernementale		100%	0%
Imprévus matérieles		100%	0%

Le *Tableau* 5.15 indique la décomposition annuelle du coût du projet et la Figure 5.15 la répartition du coût du Projet jusqu'en 2010.

Le coût total du projet s'élève à environ 102,279 milliards de F CFA aux prix 1994, dont 29,828 milliards de F CFA, ou 29%, en monnaie locale et 72,451 milliards de F CFA, ou 71%, en devises.

2) Coût du fonctionnement et de la maintenance

Le coût du fonctionnement et de la maintenance requis pour toutes les installations d'assainissement achevées pour 2010 a été estimé sur la base de la dimension et du nombre des installations.

Le coût de fonctionnement et de maintenance annuel additionnel requis pour le fonctionnement et la maintenance des installations d'assainissement proposées dans le Plan directeur s'élève à 392 millions de F CFA, et le *Tableau* 5.16 indique sa décomposition.

5.6 ANALYSE FINANCIERE

5.6.1 Sources financières

Les coûts initiaux et les coûts de fonctionnement et de maintenance des projets proposés dans le Plan directeur ont été estimés respectivement à 102,279 milliards de F CFA et à 2,350 milliards de F CFA. Parmi les coûts initiaux totaux, la partie en devises étrangères a été estimée à 72,451 milliards de F CFA, soit 70,8% du total.

Les analyses financières ont été effectuées pour les trois cas de figure suivants:

Cas 1:	100% des coûts initiaux: subvention du gouvernement
Cas 2:	100% des coûts initiaux: prêt du gouvernement
Cas 3	70% des coûts initiaux: prêt du gouvernement 30% des coûts initiaux: subvention du gouvernement
Remarque:	Dans chaque cas, les coûts du fonctionnement et de la maintenance sont payés par les bénéficiaires.

5.6.2 Analyse financière

Des projections financières ont été faites pour les trois cas de figure précités sur la base des suppositions ci-dessous:

Période de dépréciation	50 ans pour les installations civiles 15 ans pour les équipements électro-mécaniques
Période de projection	30 ans
Taux d'inflation annuel	2%
Pourcentage des taxes sur le revenu des sociétés	30%
Conditions de prêt du gouvernement	Taux d'intérêt annuel de 5% Période de remboursement de 25 ans Période de franchise de 5 ans

Efficacité de la perception des frais d'assainissement 90%

Source des coûts de fonctionnement et de maintenance, et de remplacement

Revenu des frais d'assainissement

Par ailleurs, les frais d'assainissement suivants pour chaque cas de figure ont été proposé, compte tenu du revenu nécessaire pour le remboursement des prêts et des coûts de fonctionnement et de maintenance, et du montant que les bénéficiaires sont prêts à payer.

Frais d'assainissement moyens proposés pour chaque cas de figure

Période	Cas 1	Cas 2	Cas 3
jusqu'en 2000	21,01 F CFA/m3 (6,1% des frais d'eau)	21,01 F CFA/m3 (6,1% des frais d'eau)	21,01 F CFA/m3 (6,1% des frais d'eau)
de 2001 à 2010	24,12 F CFA/m3 (7% des frais d'eau)	48,23 F CFA/m3 (14% des frais d'eau)	41,34 F CFA/m3 (12% des frais d'eau)
à partir de 2011	27,56 F CFA/m3 (8% des frais d'eau)	96,46 F CFA/m3 (28% des frais d'eau)	75,79 F CFA/m3 (22% des frais d'eau)

Les *Tableaux* 5.17 à 19 indiquent les tendances coût/avantages pour chaque cas et le taux de retour financier interne (FIRR) a été calculé à 7,4% pour le cas 1 et 6,8% pour le cas 2. Ces FIRR ont été jugés raisonnables, puisqu'ils dépassent le taux d'intérêt de remboursement (5%).

Du point de vue de la volonté de payer (24,7% de frais d'eau) et du FIRR calcul, tous les cas ont été considérés faisables. Mais si possible, il est recommandé d'appliquer le cas de figure 1 à l'exécution des projets. Les projets d'assainissement sont des projets qui bénéficient à un public plus large qu'aux personnes raccordées au système par leur effet sur l'amélioration de l'assainissement de l'environnement. Dans ce contexte, la nature des projets d'assainissement est, d'une certaine manière, similaire à celle des projets de drainage. De plus, bien que les frais d'assainissement soient dans les limites

que les gens de l'étude sont prêts à payer, ce sera quand même difficile pour les bénéficiaires.

5.7 CONSIDERATIONS INSTITUTIONNELLES

5.7.1 Soutien institutionnel au branchement d'assainissement

Un problème constaté dans le système d'assainissement existant est le faible taux de branchement, à cause du coût initial élevé (166.000 F CFA en moyen au niveau avant la dévaluation) du branchement devant être payé par les ménages. Cela signifie que beaucoup du capital initial investi dans le système d'assainissement reste inutilisé et qu'il en sera de même dans l'avenir.

Pour améliorer cette situation, il est proposé que par mesure institutionnelle, l'Etat permette aux ménages de payer les frais de branchement par traites. Des exemples de telles traites sont indiqués ci-dessous:

Exemples de traites pour le branchement d'assainissement

Coût initial	Période de crédit	Intérêt annuel	Remboursement mensuel
165.000 F CFA	36 mois	2 %	4.467 F CFA
165.000 F CFA	60 mois	2 %	2.733 F CFA

5.7.2 Augmentation des frais d'assainissement

Les frais d'assainissement actuels sont estimés à environ 6,1% des frais d'alimentation en eau moyens et couvrent les coûts de fonctionnement et de maintenance, et les coûts de remplacements mineurs. L'analyse financière du Plan directeur proposé a indiqué que le plan serait financièrement faisable sur la base d'une certaine augmentation des frais d'assainissement. Bien que l'importance de cette augmentation dépende du cas de source financière concerné, l'augmentation des frais d'assainissement est indispensable pour l'exécution du Plan directeur.

5.7.3 Renforcement de l'organisation

Actuellement, le Ministère de l'Hydraulique est responsable de la planification et de la construction des systèmes d'assainissement et la SONEES de leur fonctionnement et maintenance. Cela peut fonctionner tant que dans la situation actuelle les systèmes d'assainissement sont considérés relever du secteur social et que l'Etat est responsable de l'ensemble des coûts de construction initiaux. Mais dès lors que le système d'assainissement est traité comme une affaire produisant un revenu, comme

l'alimentation en eau, un organisme doit être responsable de l'ensemble du système d'assainissement, comme la SONEES l'est pour le secteur de l'alimentation en eau.

Un tel organisme doit être créé par l'extension du Service sanitaire de la SONEES ou combinasion de différents organismes actuellement en relation avec le système d'assainissement. La *Figure* 5.16 indique le nouvel organisme proposé.

5.8 EVALUATION DU PROJET

Les projets d'assainissement proposés couvriront une surface de 3.480 ha, soit 20% de l'ensemble de la zone de l'étude. Le système proposé collectera les eaux usées de 1.041.328 habitants, soit 35,8% de la population totale de la zone de l'étude en 2010, et traitera 97.200 m3/jour d'eaux usées, ce qui équivaut à 635.466 habitants. Cela fera passer le taux de couverture d'assainissement de 29,9 à 35,8%, et le taux de traitement de 4,2 à 21,8%.

Le Plan directeur proposé a les caractéristiques particulières suivantes:

- Permettre l'utilisation maximale de la capacité de la station d'épuration de Cambérène, construite avec un prêt de la Banque Africaine de Développement, et qui fonctionne actuellement seulement à 40% de sa capacité.

- Elargir la zone de service d'assainissement vers la zone de Pikine, établie comme nouveau centre urbain.

- Equilibrer le développement de la zone de collecte et de la zone de traitement des eaux usées dans la zone de Pikine par l'agrandissement de la station d'épuration de Cambérène.

Les objectifs du développement du système d'assainissement sont de collecter et d'éliminer les eaux usées des zones où elles sont générées, d'améliorer les conditions sanitaires dans les zones, comme c'était le cas au début de l'histoire de l'assainissement, et de réduire les charges de polluants déversés dans la nature par le traitement, afin d'améliorer la qualité de l'eau, l'environnement dans et/ou dans les zones environnantes, ce qui est maintenant un souci majeur pour la plupart des zones urbaines. Ainsi, le système d'assainissement consiste actuellement en un lot de systèmes de collecte et de systèmes de traitement, résultant en un coût de projet élevé. Mais si le coût du projet dépasse ses moyens, il est raisonnable de donner la priorité à l'un de ces deux objectif: collecte ou traitement des eaux usées en considérant les besoins urgents de la zone du projet. A cet égard, la priorité a été donnée à la collecte des eaux usées dans la zone du projet, qui est située dans une zone aride qui dispose de

peu de surfaces d'eau naturelles, sauf l'océan alentour. L'étude environnementale initiale conduite dans cette étude a identifié la possibilités d'effets néfastes sur la ligne côtière pendant des périodes de l'année limitées (juin et août) par les décharges continues d'eaux usées non traitées à Fann, mais cela n'a pas été jugé assez sérieux pour exiger une amélioration urgente. Aussi, il peut être justifié de donner la priorité à l'extension de la collecte des eaux usées plutôt qu'au traitement des eaux usées actuellement déchargées dans l'océan.

Un autre grand souci dans cette zone est la pollution des eaux souterraines qui sont maintenant une des sources d'alimentation en eau majeures. Le plan d'assainissement proposé peut se traduire par une réduction, dans une certaine mesure, de l'infiltration des eaux usées qui sont supposées être une cause majeure de la contamination des eaux usées, mais les infiltrations du système sur place qui subsisteront dans les zones non assainies sont jugées assez importantes pour faire augmenter la contamination. Le traitement sur place qui élimine l'infiltration a été étudié, mais jugé impraticable. C'est pourquoi le plan recommande le remplacement des sources actuelles par une source d'eau de surface.

En termes de faisabilité financière, les projets proposés, dont le coût total est de 102,279 milliards de F CFA, est jugé possible en considérant la volonté des habitants de payer le service d'assainissement et une subvention du gouvernement.

5.9 RECOMMANDATION

- Le Plan directeur d'assainissement a été proposé en excluant plusieurs projets composants du Plan de développement de l'assainissement qui couvrait l'ensamble de la zone de l'étude à cause de contrainte bugétaires. Le Plan directeur d'assainissement proposé est supposé contenir les composants essentiels pour satisfaires les exigences minimales pour améliorer les conditions d'assainissement actuelles dans la zone et pour promouvoir le développement subséquent des composants exclus cette fois-ci. Il est donc recommandé d'exécuter les projets conformément au Plan directeur proposé le plus tôt possible. A cet égard, la décision politique de fournir un support financier spécial pour ces projets est fortement requise.

- Il est souhaitable que ce plan directeur soit revu quand les projets seront avancés dans une certaine mesure, pour s'occuper des zones exclues cette fois-ci.

- Par la réorganisation de la SONEES ou la création d'un nouvel organisme, un organisme doit prendre la responsabilité de l'établissement et de l'exécution des

projets, du fonctionnement et de la maintenance des installations, et de la gestion de l'organisation et des finances du système d'assainissement, comme la SONEES le fait actuellement pour le système d'alimentation en eau. Le Ministère de l'Hydraulique, actuellemet responsable de l'exécution des projets, doit être impliqué dans le système en tant qu'autorité gouvernementale pour approuver chaque activité.

- Des efforts pour améliorer les conditions actuelles dans la zone de l'étude, en particulier l'augmentation du flux d'eaux usées vers la station d'épuration de Cambérène, doivent être poursuivis pour promouvoir les branchements individuels dans les zones assainies existantes. La possibilité de paiement par traites devrait aider ces efforts.

- Il est recommandé que des efforts de remplacement de réseaux d'égout détériorés existants doivent être continués.

- Bien que les eaux usées industrielles soient reconnues être une source de pollution majeure, le système d'assainissement des zones industrielles a été exclu du projet. Il est proposé que des eaux usées industrielles soient traitées par le système d'épuration individuel à être installé à chaque usine. Il est donc recommandé que le gouvernement applique des régulations pour les décharges d'eau usées pour encourager cette orientation.

- L'amélioration des toilettes dans le système local doit être promue pour réduire les problèmes sanitaires dans la zone, en particulier la contamination bactériologique des eaux souterraines à faible profondeur.

- La substitution de la source d'alimentation en eau de Thiaroye par d'autres sources d'eau sera essentielle pour éviter la fourniture d'eau à forte concentration de nitrate d'azote. A cet effet, la mise en œuvre plus rapide du projet du canal de Cayor est fortement recommandée.

- La réutilisation des déchets bruts de la station d'épuration de Niaye pour l'agriculture doit être arrêtée le plus tôt possible.

- La coordination et la coopération entre les Ministères et les autres organismes concernés est une condition préalable indispensable si le projet de construction du système d'assainissement et le fonctionnement et la maintenance des installations d'assainissement doivent se faire avec succès. A cet effet, la création d'un comité de coordination est recommandée.

TABLEAUX & FIGURES

TABLEAU 5.1 UNITES DES ZONES DE SYSTEME D'EGOUT

Zone d'assainissement	Unités
1 Dakar	24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 50, 50b, 51, 51b, 52, 52b, 52t, 53, 53b, 53t, 54, 55, 55b, 56, 57, 58, 59, 59b, 60, 61, 62, 63, 63b, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 71b, 72, 73, 74, 75, 75b, 76, 77, 78
2 Parcelles Assainies et leurs environs	33, 34, 35, 36, 37, 38, 39b, 40, 41, (42), 98, 99, 100, 101, (102), 103, 104, 105
3 Grand Yoff	31, 32, 43, 43b, 44, 45, 46, 46b, 47, 48, 49
4 Hann	(81), 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92
5 Pikine régulier	94, 94b, 111, 112, 112b, 113, 114, 115b
6 Guédiawaye	107, 108, 108b, 109, 109b, 129, 130, 130b, 131, 132, 133, 134
7 Zone urbanisée de Malika	142b
8 Zone urbanisée de M'Bao	159
9 Almadies	1, 2, 3, (4), 5, 6, 7, 8
10 Ouakam	9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, (17), 18, 19, (20), 21, 22, 23
11 Port de Dakar	79, 80 (part)
12 Pikine industriel	80 (part), 115, 116, 117, 118
13 Tlaroye industriel	80 (part), 120, 123, 153
14 Pikine irrégulier	119, 121, 124, 125, 126, 127, 128, (135), (136), 137, 138, (139), 143, 144, 145, (146), 147, 148, 149

Note: Nombre unitaire entre parenthèses pour le système d'égout petit diamètre
Source: Equipe d'étude

TABLEAU 5.2 ECOULEMENT DES EAUX USEES EN 2010 (TOTAL)

(unité: m3/jour)

Zone d'assainissement	Flux journalier moyen	Flux de crête
1 Dakar	124,524	249,046
2 Parcelles Assainies I lts et leurs environs	39,383	78,762
3 Grand Yoff	24,110	48,219
4 Hann	10,783	20,537
5 Pikine régulier	23,379	45,030
6 Guédiawaye	39,098	75,590
7 Zone urbanisée de Malika	22,472	43,272
8 Zone urbanisée de M'Bao	44,604	86,620
9 Almadies	12,008	24,175
10 Ouakam	9,001	17,998
11 Port de Dakar	8,362	16,723
12 Pikine industriel	648	1,201
13 Tlaroye industriel	4,466	8,486
14 Pikine irrégulier	63,611	120,560
Total	426,449	836,219

Source: Equipe d'étude

TABLEAU 5.3 ECOULEMENT DES EAUX USEES EN 2010 (REEL)

(unité: m3/jour)

Zone d'assainissement	Flux journalier moyen	Flux de crête
1 Dakar	115,327	230,653
2 Parcelles Assainies et leurs environs	23,946	47,886
3 Grand Yoff	17,037	34,074
4 Hann	8,807	16,585
5 Pikine régulier	10,848	19,969
6 Guédiawaye	8,890	15,173
7 Zone urbanisée de Malika	22,472	43,272
8 Zone urbanisée de M'Bao	44,604	86,620
9 Almadies	4,111	8,222
10 Ouakam	5,231	10,459
11 Port de Dakar	15,351	30,701
12 Pikine industriel	2,212	4,329
13 Tlaroye industriel	8,791	7,108
14 Pikine irrégulier	48,290	89,918
Total	335,917	644,969

Source: Equipe d'étude

TABLEAU 5.4 CONCENTRATION DBO D'EGOUT DOMESTIQUE

Zone d'assainissement	Charge de DBO (kg/jour)	Flux journalier moyen (m3/j.)	Concentration DBO (mg/l)
1 Dakar	36,992	115,327	321
2 Parcelles Assainies et leurs environs	10,403	23,946	434
3 Grand Yoff	6,601	17,037	387
4 Hann	2,961	8,807	336
5 Pikine régulier	5,256	10,848	485
6 Guédiawaye	2,643	8,890	297
7 Zone urbanisée de Malika	7,800	22,472	347
8 Zone urbanisée de M'Bao	15,756	44,604	353
9 Almadies	1,437	4,111	350
10 Ouakam	2,182	5,231	417
14 Pikine irrégulier	26,285	48,290	544
Total	118,316	309,563	382

Source: Equipe d'étude

TABLEAU 5.5 CONCENTRATION DBO D'EGOUT INDUSTRIEL

Zone d'assainissement	Charge de DBO (kg/jour)	Flux journalier moyen (m3/j.)	Concentration DBO (mg/l)
11 Port de Dakar	14,634	15,351	953
12 Pikine industriel	2,318	2,212	1,048
13 Tlaroye industriel	8,569	8,791	974
Total	25,521	26,354	968

Source: Equipe d'étude

TABLEAU 5.6 STATIONS D'EPURATION DES EAUX USEES ET ZONES D'ASSAINISSEMENT CORRESPONDANTES

Station d'épuration	Zone assainie
1. Ouakam	Dakar (part), Ouakam
2. Cambérène	Dakar (part), Parcelles Assainies, Grand Yoff, Hann, Pikine Régulier
3. Malika	Zone urbanisée de Malika
4. M'Bao	Zone urbanisée de M'Bao
5. Almadies	Almadies
6. M'Bao industriel	Port de Dakar, Pikine industriel, Tiaroye industriel
7. Lac Warouwaye	Pikine irrégulier

TABLEAU 5.7 SATIONS D'EPURATION DES EAUX USEES PROPOSEES

Système d'assainissement	Emplacement	Procédé	Capacité (m3/s)
Ouakam	Ouakam	BA	85.400
Cambérène	Cambérène	BA	100.000
Malika	Malika	BA	22.500
M'Bao	M'Bao	BA	44.600
Almadies	Ngor	FO	4.200
Pikine Irrégulier	Lac Warouwaye	BA	63.600
Industriel	M'bao	BA	26.400

Note: * BA = Boues activées
FO = Fossé d'oxydation

TABLEAU 5.8 CANALISATIONS D'EGOUT ET CONDUITES PRINCIPALES PROPOSEES

items		DAKAR	CAMBERENE	MALIKA	M'BAO	ALMADIES	OUAKAM	INDUSTRIE	P. IRREGULIER	TOTAL
Egout principal (Tuyau en béton)	350 mm diameter		210	1,030						1,240
	400 mm diameter		940							940
	450 mm diameter		630	1,150						1,780
	500 mm diameter		60			370				430
	600 mm diameter		2,440		3,000	1,600				7,040
	700 mm diameter	1,700	4,370	1,750	2,100	1,910		1,700	570	14,100
	800 mm diameter	2,100	540			1,090		2,700	980	7,410
	900 mm diameter	150	3,900			50		6,100	1,040	11,240
	1000 mm diameter		0		3,200				420	3,620
	1100 mm diameter		1,000						1,630	2,630
	1200 mm diameter		490						210	700
	1350 mm diameter		2,190						400	2,590
	1500 mm diameter		2,010						1,560	3,570
	1650 mm diameter		4,520							4,520
	Total	3,950	23,300	3,930	8,300	5,020	0	10,500	6,810	61,810
Canalisation principale (Tuyau en fer déformable)	150 mm diameter		430							
	200 mm diameter		3,530							
	250 mm diameter		2,500							2,500
	300 mm diameter					680				680
	350 mm diameter		2,380							
	500 mm diameter								40	40
	600 mm diameter								170	170
	700 mm diameter			1,300					640	1,940
	800 mm diameter	1,300								1,300
	900 mm diameter		1,100							
	1000 mm diameter	4,000								4,000
	1350 mm diameter		1,100							1,100
	Total	5,300	11,040	1,300	0	680	0	0	850	19,170

diameter : diamètre

TABLEAU 5.9 STATIONS DE POMPAGE PROPOSEES

Système d'assainissement	Zone	N°	Capacité (l/s)
Ouakam	Dakar	1	2.000
		2	650
		3	133
		4	67
Cambérène	Guédiawaye	1	133
		2	250
	Pikine Régulier	3	750
	Hann	4	417
	Parcelles Assainies	5	144
Malika	Malika	1	500
Almadies	Almadies	1	83

TABLEAU 5.10 COUTS DE LA CONSTRUCTION D'UNE STATION D'EPURATION DES EAUX USEES INDUSTRIELLES (LOCALE)

Traitement	Type d'entreprise	Quantité d'eaux usées industrielles en 2010 (m3/jour)	Coût de construction unitaire (million de F CFA /m3/jour)	Coût de construction en 2010 million de F CFA)
Traitement biologique et sédimentation	Pêche et conserverie	3.486	0,44	1.534
	Bière, boissons, lait concentré, autres	3.217		1.416
	Sous-total	6.703		2.950
Flottation et traitement biologique	Huile de cuisine, abattoirs	4.289	1,,21	5.232
Coagulation et sédimentation	Textile	9.652	0,70	6.756
	Engrais	2.681		1.876
	Sous-total	12.333		8.632
Flottation	Carburant	2.949	0,96	2.832
	Construction navale	536		514
	Sous-total	3.485		3.346
Total		26.810		20.160

TABLEAU 5.11 COUT DE CONSTRUCTION UNITAIRE POUR LES EGOUTS PRINCIPAUX

(Unité: F CFA/m)

Diamètre (mm)	Sol	Couverture	(m)
	1,0	3,0	6,0
300	117.500	305.500	(888.300)
500	235.000	376.000	(987.000)
800	352.500	423.000	(1.217.300)
1.500	376.000	N.A.	N.A.
2.000	582.800	N.A.	N.A.
2.500	658.000	N.A.	N.A.

Note : Les chiffres entre parenthèses indiquent la méthode d'entraînement

TABLEAU 5.12 COUT DE CONSTRUCTION UNITAIRE DES CANALISATIONS PRINCIPALES

Diamètre(mm)	300	600	800
Prix unitaire (F CFA/m)	141.000	323.000	526.000

TABLEAU 5.13 (1) COUT DU PROJET DE SIX SYSTEMES D'ASSAINISSEMENT

(unité: 1.000 F CFA)

Item	DAKAR	CAMBERENE	MALIKA	M'BAO	ALMADIES	OUAKAM	INDUSTRIE	P. IRREGULIER	TOTAL
I. Coût de construction direct									
1. Réseau d'égouts	2,616,633	21,946,680	6,155,050	9,527,075	2,887,573	976,268	3,052,493	13,049,295	60,211,067
2. Egout principal									
350 (Tuyau en béton)	0	31,921	338,870	0	0	0	0	0	370,791
400 (Concrete Pipe)	0	212,199	0	0	0	0	0	0	212,199
450 (Concrete Pipe)	0	151,011	405,375	0	0	0	0	0	556,386
500 (Concrete Pipe)	0	14,280	0	0	86,950	0	0	0	101,230
600 (Concrete Pipe)	0	767,781	0	1,195,680	601,600	0	0	0	2,565,061
700 (Concrete Pipe)	1,156,200	1,983,834	740,250	888,300	807,930	0	359,550	398,338	6,334,402
800 (Concrete Pipe)	937,650	759,285	0	0	1,255,135	0	1,205,550	517,953	4,675,573
900 (Concrete Pipe)	222,075	1,805,439	0	0	65,800	0	2,867,000	587,872	5,548,186
1000 (Concrete Pipe)	0	0	0	1,579,200	0	0	0	204,674	1,783,874
1100 (Concrete Pipe)	0	423,000	0	0	0	0	0	815,424	1,238,424
1200 (Concrete Pipe)	0	1,217,394	0	0	0	0	0	109,388	1,326,782
1350 (Concrete Pipe)	0	1,128,444	0	0	0	0	0	207,612	1,336,056
1500 (Concrete Pipe)	0	1,180,875	0	0	0	0	0	1,349,020	2,529,895
1650 (Concrete Pipe)	0	5,981,690	0	0	0	0	0	0	5,981,690
sous-total	2,315,925	15,657,153	1,484,495	3,663,180	2,817,415	0	4,432,100	4,190,281	34,560,549
3. Canalisation principale									
150 (Ductile Iron Pipe)	0	18,490	0	0	0	0	0	0	18,490
200 (Ductile Iron Pipe)	0	197,680	0	0	0	0	0	0	197,680
250 (Ductile Iron Pipe)	0	167,500	0	0	0	0	0	0	167,500
300 (Ductile Iron Pipe)	0	0	0	0	95,880	0	0	0	95,880
350 (Ductile Iron Pipe)	0	418,881	0	0	0	0	0	0	418,881
500 (Ductile Iron Pipe)	0	0	0	0	0	0	0	10,415	10,415
600 (Ductile Iron Pipe)	0	0	0	0	0	0	0	54,702	54,702
700 (Ductile Iron Pipe)	0	0	458,250	0	0	0	0	241,279	699,529
800 (Ductile Iron Pipe)	534,747	0	0	0	0	0	0	0	534,747
900 (Ductile Iron Pipe)	0	618,499	0	0	0	0	0	0	618,499
1000 (Ductile Iron Pipe)	2,083,040	0	0	0	0	0	0	0	2,083,040
1350 (Ductile Iron Pipe)	0	803,100	0	0	0	0	0	0	803,100
sous-total	2,617,787	2,224,150	458,250	0	95,880	0	0	306,396	5,702,463
4. Station de pompage									
N°1	4,698,750	1,566,250	2,506,000	0	1,096,375	0	0	563,850	10,431,225
N°2	2,819,250	2,192,750	0	0	0	0	0	2,819,250	7,831,250
N°3	1,566,250	3,132,500	0	0	0	0	0	3,759,000	8,457,750
N°4	783,125	1,879,500	0	0	0	0	0	2,192,750	4,855,375
N°5	0	256,700	0	0	0	0	0	0	256,700
N°6	0	53,900	0	0	0	0	0	0	53,900
N°7	0	53,900	0	0	0	0	0	0	53,900
Replacement	0	130,999	0	0	0	0	0	0	130,999
sub-total	9,867,375	9,266,499	2,506,000	0	1,096,375	0	0	9,334,850	32,071,099

TABLEAU 5.13 (2) COUT DU PROJET DE SIX SYSTEMES D'ASSAINISSEMENT

(unité: 1.000 F CFA)

Item	DAKAR	CAMBERENE	MALIKA	M'BAO	ALMADIES	OUAKAM	INDUSTRIE	P. IRREGULIER	TOTAL
5. Station d'épuration	0	26,414,080	9,592,000	15,822,400	6,100,160	38,127,443	10,776,232	15,030,400	121,862,715
6. Déversoir sur l'océan		709,060							709,060
total	17,417,720	76,217,622	20,195,795	29,012,655	12,997,403	39,103,711	18,260,825	41,911,222	255,116,953
II. Acquisition de terres et indemnisation									
Station de pompage	4,500	5,450	0	0	0	0	0	0	9,950
Station d'épuration	0	820,000	54,000	51,000	16,000	100,000	51,500	60,000	1,152,500
sous-total	4,500	825,450	54,000	51,000	16,000	100,000	51,500	60,000	1,162,450
III. Service d'ingénierie	1,741,772	7,621,762	2,019,580	2,901,266	1,299,740	3,910,371	1,826,083	4,191,122	25,511,695
IV. Administration gouvernementale	261,266	1,143,264	302,937	435,190	194,961	586,556	273,912	628,668	3,826,754
V. Contingences matérielles	1,741,772	7,621,762	2,019,580	2,901,266	1,299,740	3,910,371	1,826,083	4,191,122	25,511,695
VI. Coût du projet	21,167,030	93,429,861	24,591,891	35,301,376	15,807,845	47,611,009	22,238,402	50,982,135	311,129,548

TABLEAU 5.14 COUT DES BRANCHEMENTS

Station d'épuration	Zone assainie	Coût (million de F CFA)
1. Ouakam	Dakar	2.616
	Ouakam	976
	Sous-total	3.592
2. Cambérène	Dakar	-
	Parcelles Assainies	2.431
	Grand Yoff	3.740
	Hann	5.601
	Pikine Régulier	2.689
	Guédiawaye	1.122
	Sous-total	15.583
3. Malika	Zone urbanisée de Malika	6.155
4. M'Bao	Zone urbanisée de M'Bao	9.527
5. Almadies	Almadies	2.888
6. Lac Warouwaye	Pikine Irrégulier	13.049
Total		50.794

TABLEAU 5.15 COUT DU PROJET JUSQU'A L'AN 2010

(Unit: 1,000 FCFA)

Item de coût		1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	TOTAL
I. Coût de construction derect	L/C	77,295	77,295	392,043	326,769	912,263	1,108,498	1,572,211	1,992,675	1,858,659	3,038,942	2,241,568	1,388,053	393,268	150,136	676,999	676,999	16,893,673
	F/C	180,354	180,354	2,060,861	2,231,776	3,841,680	4,809,944	6,076,924	8,459,560	7,700,133	7,694,018	6,616,602	4,570,960	3,110,516	2,742,143	3,165,029	3,165,029	66,605,883
	Total	257,649	257,649	2,452,904	2,558,545	4,753,943	5,918,442	7,649,135	10,452,235	9,558,792	10,732,960	8,858,170	5,959,013	3,503,784	2,902,279	3,842,028	3,842,028	83,499,556
II. Acquisition de terres et indemnisa.		0	0	250	50	0	550	820,700	0	1,600	1,000	800	0	0	1,700	0	0	826,650
III. Service d'ingénierie	L/C	69,464	69,464	116,674	116,674	155,355	186,633	242,249	242,249	242,248	211,040	195,039	156,358	147,078	147,078	103,692	103,692	2,504,987
	F/C	162,084	162,084	272,239	272,239	362,496	435,478	565,247	565,247	565,246	492,426	455,090	364,834	343,181	343,181	241,948	241,948	5,844,968
	Total	231,548	231,548	388,913	388,913	517,851	622,111	807,496	807,496	807,494	703,466	650,129	521,192	490,259	490,259	345,640	345,640	8,349,955
IV. Administration vernementale		3,865	3,865	36,794	38,378	71,310	88,777	114,737	156,784	143,383	160,995	132,873	89,385	52,557	43,534	57,630	57,630	1,252,497
V. Contingences matérielles		25,765	25,765	245,290	255,855	475,394	591,844	764,914	1,045,224	955,880	1,073,297	885,817	595,901	350,378	290,227	384,202	384,202	8,349,955
VI. Coût du projet	L/C	176,389	176,389	791,051	737,726	1,614,322	1,976,302	3,514,811	3,436,932	3,201,770	4,485,274	3,456,097	2,229,697	943,281	642,675	1,222,523	1,222,523	29,827,762
	F/C	342,438	342,438	2,333,100	2,504,015	4,204,176	5,245,422	6,642,171	9,024,807	8,265,379	8,186,444	7,071,692	4,935,794	3,453,697	3,085,324	3,406,977	3,406,977	72,450,851
	Total	518,827	518,827	3,124,151	3,241,741	5,818,498	7,221,724	10,156,982	12,461,739	11,467,149	12,671,718	10,527,789	7,165,491	4,396,978	3,727,999	4,629,500	4,629,500	102,278,613

Note: L/C Monnaie locale
F/C Devises

TABLEAU 5.16 PLAN D'EXPLOITATION ET DE MAINTENANCE ANNUELLES

Item	Quantité	Coût unitaire (F CFA)	Coût (million de F CFA/an)
1. Tuyaux d'égout	13 personnes	2.160.000/personne	28
2. Stations de pompage			
Electricité	33.400.000m3	4,66/m3	156
Réparations	Coût de construction x 0,5%		46
Personnel	12 personnes	2.160.000/personne	26
Sous-total			228
3. Station d'épuration			
Electricité	36.500.000m3	22/m3	803
Produits chimiques	36.500.000m3	1,5m3	55
Réparations	Coût de construction x 0,5 %		132
Personnel	50 personnes	2.160.000 /personne	108
Sous-total			1.098
4. Frais généraux	75 personnes	2.160.000 /personne	162
Total			1.516

TABLEAU 5.17 RAPPORTS COUTS/AVANTAGES

Unité: million de F CFA

N°.	Année	Coûts du capital (a)	Coûts de O/M* (b)	Coûts (c= a + b)	Bénéficies (d)	Liquidités (d-c)
1	1995	363	417	780	599	-181
2	1996	363	512	875	599	-276
3	1997	2,187	607	2,794	599	-2,195
4	1998	2,269	701	2,970	832	-2,138
5	1999	4,073	796	4,869	1,158	-3,711
6	2000	5,055	891	5,946	1,578	-4,368
7	2001	7,110	1,194	8,304	3,340	-4,964
8	2002	8,723	1,289	10,012	3,576	-6,436
9	2003	8,027	1,384	9,411	3,812	-5,599
10	2004	8,870	1,478	10,348	4,048	-6,300
11	2005	7,369	1,573	8,942	4,284	-4,658
12	2006	5,016	1,668	6,684	4,520	-2,164
13	2007	3,078	1,763	4,841	4,757	-84
14	2008	2,610	1,857	4,467	4,993	526
15	2009	3,241	1,952	5,193	5,229	36
16	2010	3,241	2,047	5,288	5,465	177
17	2011	0	2,350	2,350	10,020	7,670
18	2012	422	2,350	2,772	10,020	7,248
19	2013	361	2,350	2,711	10,020	7,309
20	2014	437	2,350	2,787	10,020	7,233
21	2015	454	2,350	2,804	10,020	7,216
22	2016	981	2,350	3,331	10,020	6,689
23	2017	981	2,350	3,331	10,020	6,689
24	2018	981	2,350	3,331	10,020	6,689
25	2019	1,685	2,350	4,035	10,020	5,985
26	2020	1,403	2,350	3,753	10,020	6,267
27	2021	1,215	2,350	3,565	10,020	6,455
28	2022	746	2,350	3,096	10,020	6,924
29	2023	746	2,350	3,096	10,020	6,924
30	2024	1,028	2,350	3,378	10,020	6,642
31	2025	1,028	2,350	3,378	10,020	6,642
32	2026	1,028	2,350	3,378	10,020	6,642
33	2027	422	2,350	2,772	10,020	7,248
34	2028	361	2,350	2,711	10,020	7,309
35	2029	437	2,350	2,787	10,020	7,233
36	2030	454	2,350	2,804	10,020	7,216
37	2031	981	2,350	3,331	10,020	6,689
38	2032	981	2,350	3,331	10,020	6,689
39	2033	981	2,350	3,331	10,020	6,689
40	2034	1,685	2,350	4,035	10,020	5,985

Note: O/M*: opération et maintenance

TABLEAU 5.18 RAPPORTS COUTS / AVANTAGES, POSSIBILITE I

Unité: million de F CFA

N°	Année	Coûts du capital (a)	Coûts de O/M* (b)	Coûts (c= a + b)	Bénéficies (d)	Liquidités (d-c)
1	1995	519	417	936	599	-337
2	1996	519	512	1,031	599	-432
3	1997	3,124	607	3,731	599	-3,132
4	1998	3,242	701	3,943	832	-3,111
5	1999	5,819	796	6,615	1,158	-5,457
6	2000	7,222	891	8,113	1,578	-6,535
7	2001	10,157	1,194	11,351	3,896	-7,455
8	2002	12,462	1,289	13,751	4,172	-9,579
9	2003	11,467	1,384	12,851	4,447	-8,404
10	2004	12,672	1,478	14,150	4,723	-9,427
11	2005	10,528	1,573	12,101	4,998	-7,103
12	2006	7,166	1,668	8,834	5,274	-3,560
13	2007	4,397	1,763	6,160	5,549	-611
14	2008	3,728	1,857	5,585	5,825	240
15	2009	4,630	1,952	6,582	6,101	-481
16	2010	4,630	2,047	6,677	6,376	-301
17	2011	0	2,350	2,350	12,752	10,402
18	2012	422	2,350	2,772	12,752	9,980
19	2013	361	2,350	2,711	12,752	10,041
20	2014	437	2,350	2,787	12,752	9,965
21	2015	454	2,350	2,804	12,752	9,948
22	2016	981	2,350	3,331	12,752	9,421
23	2017	981	2,350	3,331	12,752	9,421
24	2018	981	2,350	3,331	12,752	9,421
25	2019	1,685	2,350	4,035	12,752	8,717
26	2020	1,403	2,350	3,753	12,752	8,999
27	2021	1,215	2,350	3,565	12,752	9,187
28	2022	746	2,350	3,096	12,752	9,656
29	2023	746	2,350	3,096	12,752	9,656
30	2024	1,028	2,350	3,378	12,752	9,374
31	2025	1,028	2,350	3,378	12,752	9,374
32	2026	1,028	2,350	3,378	12,752	9,374
33	2027	422	2,350	2,772	12,752	9,980
34	2028	361	2,350	2,711	12,752	10,041
35	2029	437	2,350	2,787	12,752	9,965
36	2030	454	2,350	2,804	12,752	9,948
37	2031	981	2,350	3,331	12,752	9,421
38	2032	981	2,350	3,331	12,752	9,421
39	2033	981	2,350	3,331	12,752	9,421
40	2034	1,685	2,350	4,035	12,752	8,717

Note: O/M*: opération et maintenance

TABLEAU 5.19 RAPPORTS COUTS / AVANTAGES, POSSIBILITE II

CC=Capital Costs; OM=O/M Costs; CS=Costs; BF=Benefits
CF=Cash Flow (=BF - CS)

(Unit:FCFA Million)

NO.	YEAR	CC	OM	CS	BF	CF
1	1995	0	417	417	599	182
2	1996	0	512	512	599	87
3	1997	0	607	607	599	-8
4	1998	0	701	701	832	130
5	1999	0	796	796	1158	362
6	2000	0	891	891	1578	687
7	2001	0	1194	1194	1948	754
8	2002	0	1289	1289	2086	797
9	2003	0	1384	1384	2224	840
10	2004	0	1478	1478	2361	883
11	2005	0	1573	1573	2499	926
12	2006	0	1668	1668	2637	969
13	2007	0	1763	1763	2775	1012
14	2008	0	1857	1857	2912	1055
15	2009	0	1952	1952	3050	1098
16	2010	0	2047	2047	3188	1141
17	2011	0	2350	2350	3643	1293
18	2012	422	2350	2772	3643	872
19	2013	361	2350	2711	3643	933
20	2014	437	2350	2787	3643	856
21	2015	454	2350	2804	3643	840
22	2016	981	2350	3331	3643	313
23	2017	981	2350	3331	3643	313
24	2018	981	2350	3331	3643	313
25	2019	1685	2350	4035	3643	-392
26	2020	1403	2350	3753	3643	-110
27	2021	1215	2350	3565	3643	78
28	2022	746	2350	3096	3643	548
29	2023	746	2350	3096	3643	548
30	2024	1028	2350	3378	3643	266
31	2025	1028	2350	3378	3643	266
32	2026	1028	2350	3378	3643	266
33	2027	422	2350	2772	3643	872
34	2028	361	2350	2711	3643	933
35	2029	437	2350	2787	3643	856
36	2030	454	2350	2804	3643	840
37	2031	981	2350	3331	3643	313
38	2032	981	2350	3331	3643	313
39	2033	981	2350	3331	3643	313
40	2034	1685	2350	4035	3643	-392

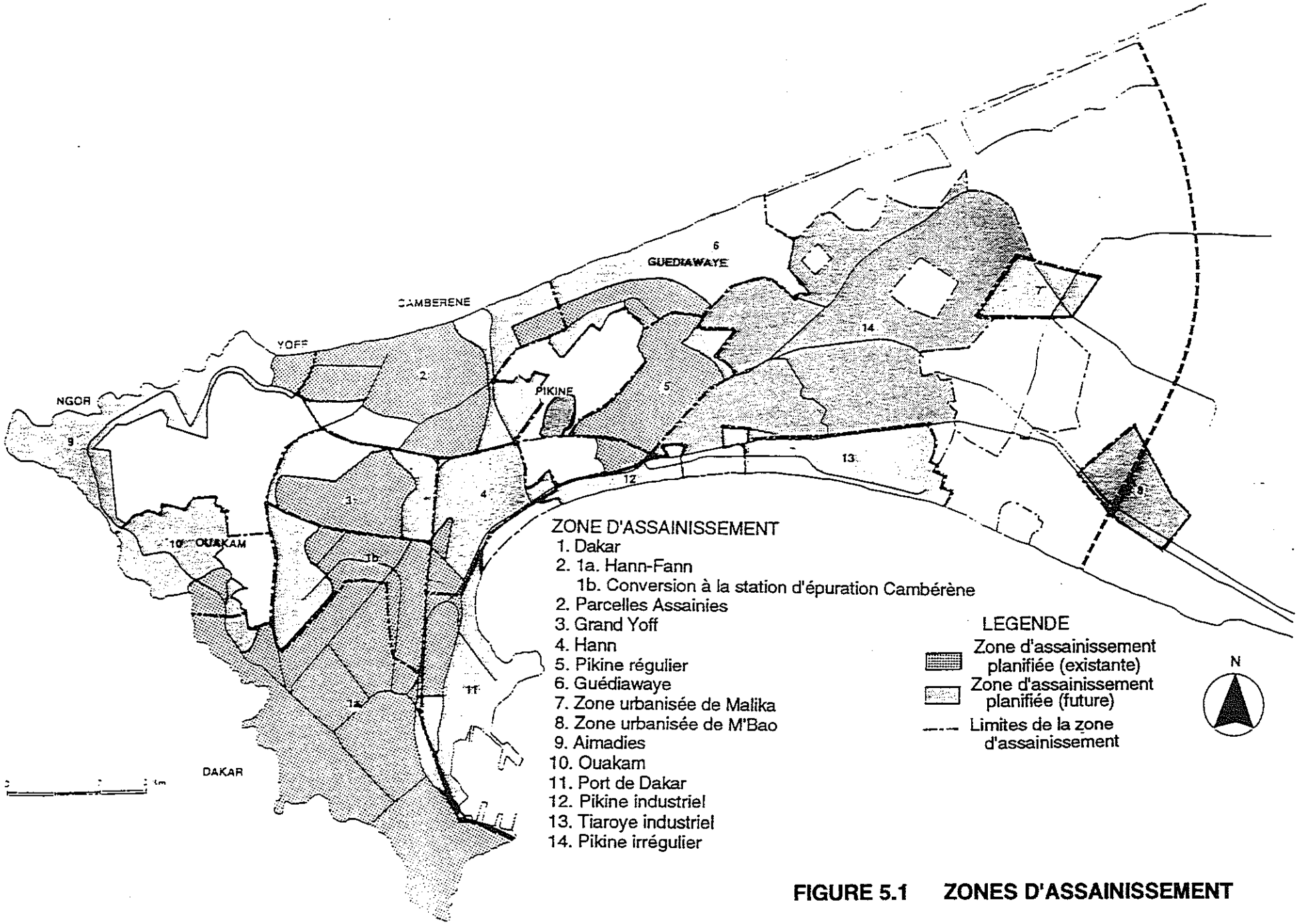
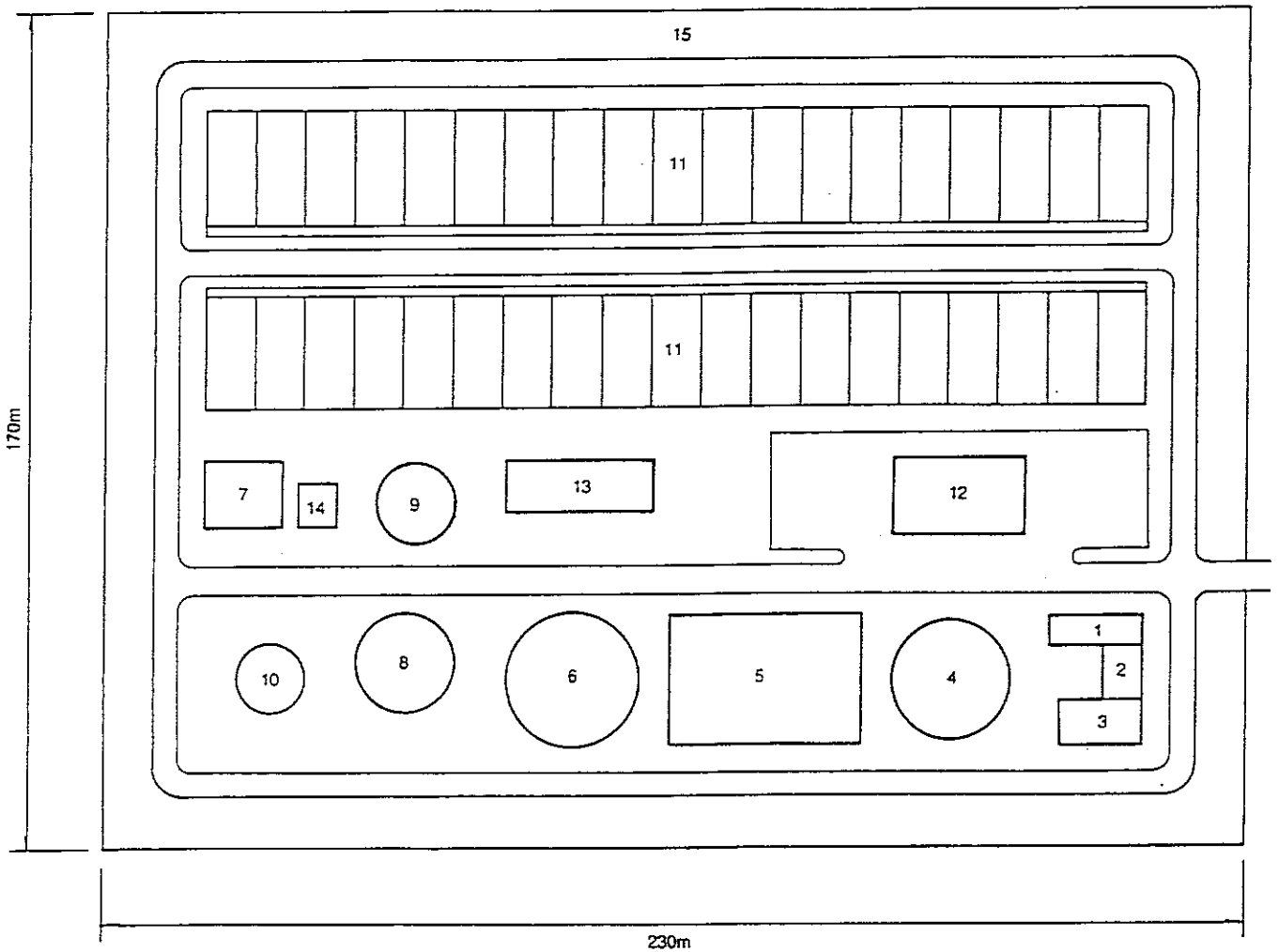


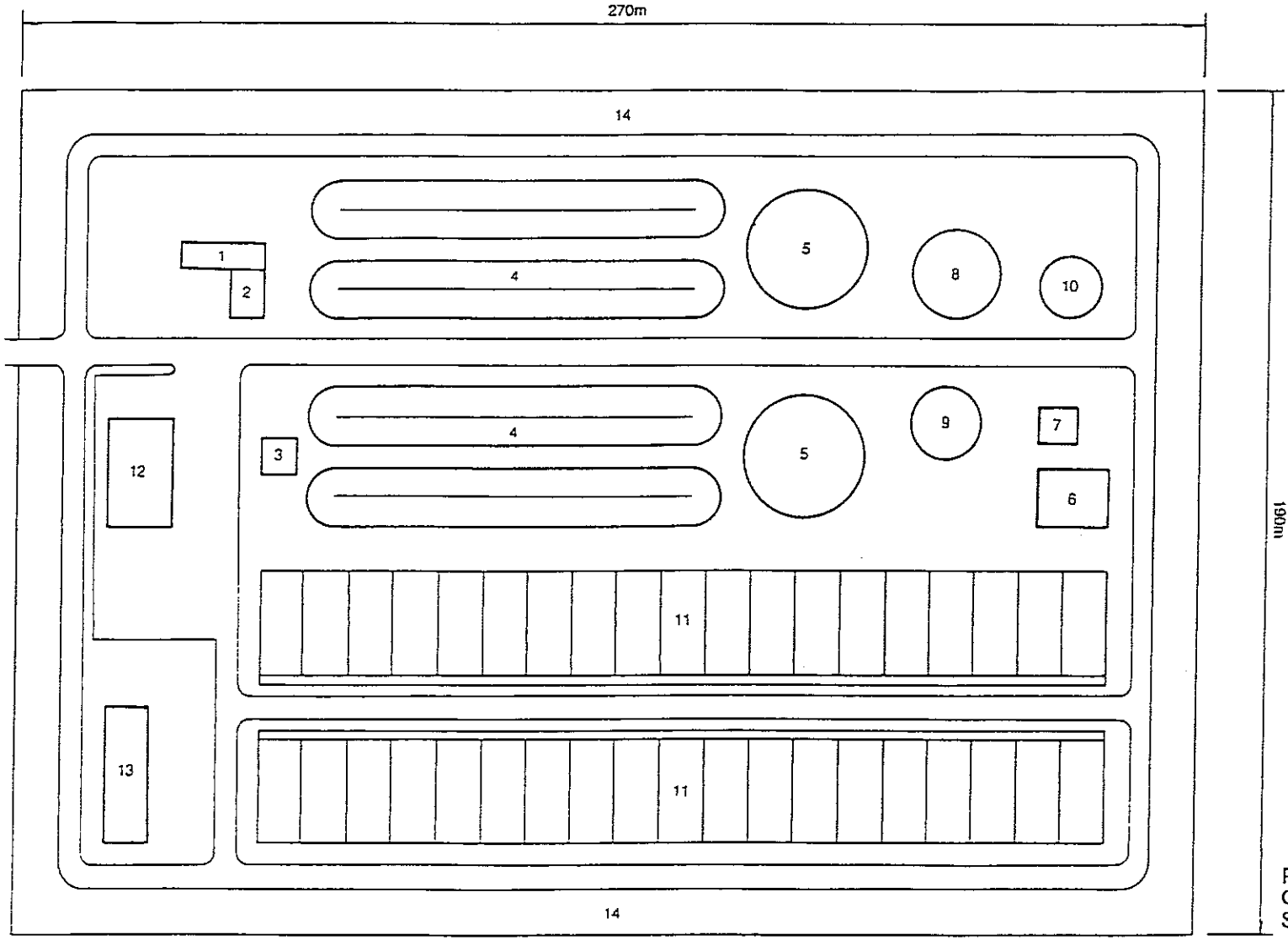
FIGURE 5.1 ZONES D'ASSAINISSEMENT



1. Pompe principale
2. Ecran
3. Chambre à gravier
4. Réservoir de sédimentation primaire
5. Réservoir d'aération
6. Réservoir de sédimentation final
7. Réservoir de chlorination
8. Digesteur de boues (premier)
9. Digesteur de boues (second)
10. Réservoir de stockage du gaz
11. Plateau de séchage des boues
12. Bâtiment administratif
13. Atelier
14. Bâtiment du chlorinateur
15. Ceinture verte

Procédé de boues activées traditionnel
Q = 10.000 m3/jour
Surface 3,91 ha

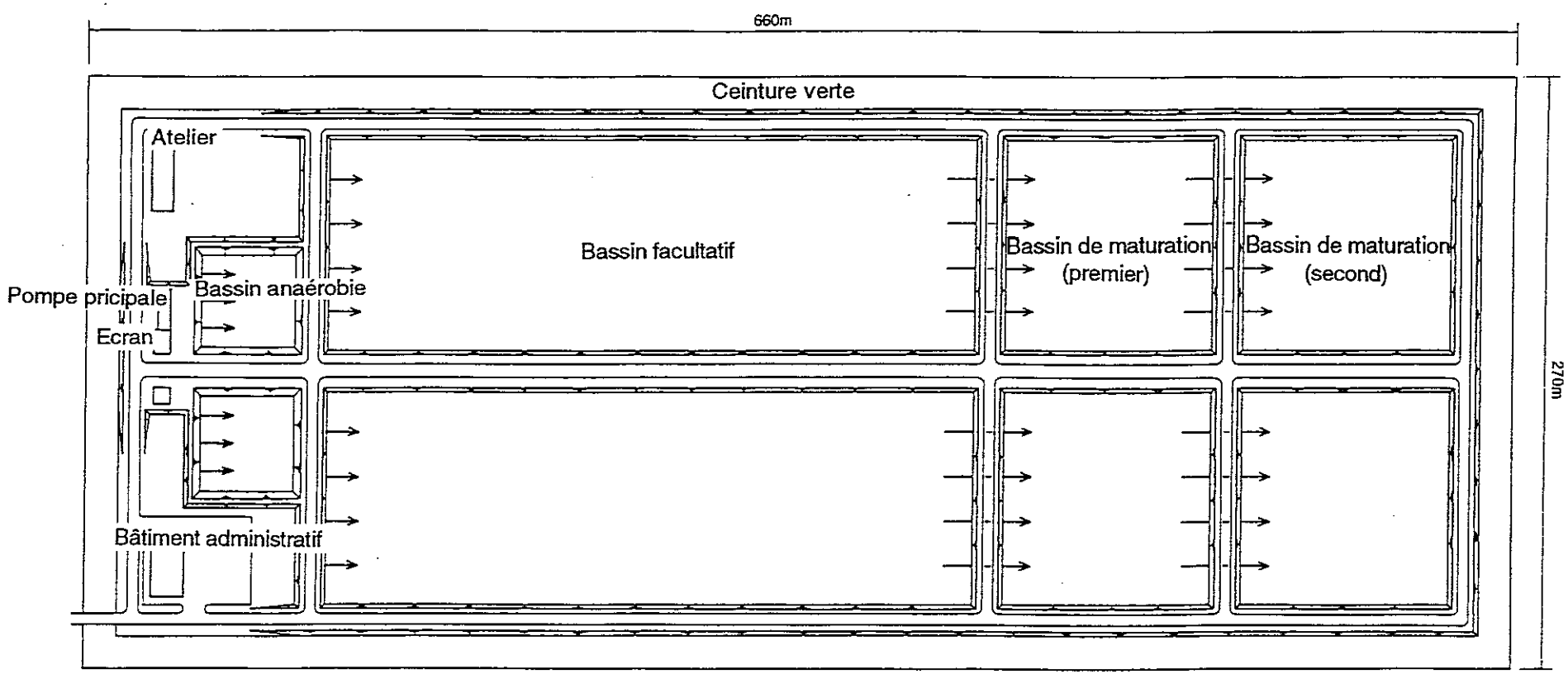
FIGURE 5.2 PLAN GENERAL D'UNE STATION D'EPURATION (PROCEDE DE BOUES ACTIVEES TRADITIONNEL)



1. Pompe principale
2. Ecran
3. Réservoir de distribution
4. Fossé d'oxydation
5. Réservoir de sédimentation final
6. Réservoir de chlorination
7. Bâtiment de chlorination
8. Digesteur de boues (premier)
9. Digesteur de boues (second)
10. Réservoir de stockage du gaz
11. Plateau de séchage des boues
12. Bâtiment administratif
13. Atelier
14. Ceinture verte

Procédé du fossé d'oxydation
Q = 10.000 m3/jour
Surface 5,13 ha

FIGURE 5.3 PLAN GENERAL D'UNE STATION D'EPURATION (FOSSE D'OXYDATION)



Procédé du bassin d'oxydation
Q = 10.000 m3/jour
Surface 17,82 ha

FIGURE 5.4 PLAN GENERAL D'UNE STATION D'EPURATION (BASSIN D'OXYDATION)

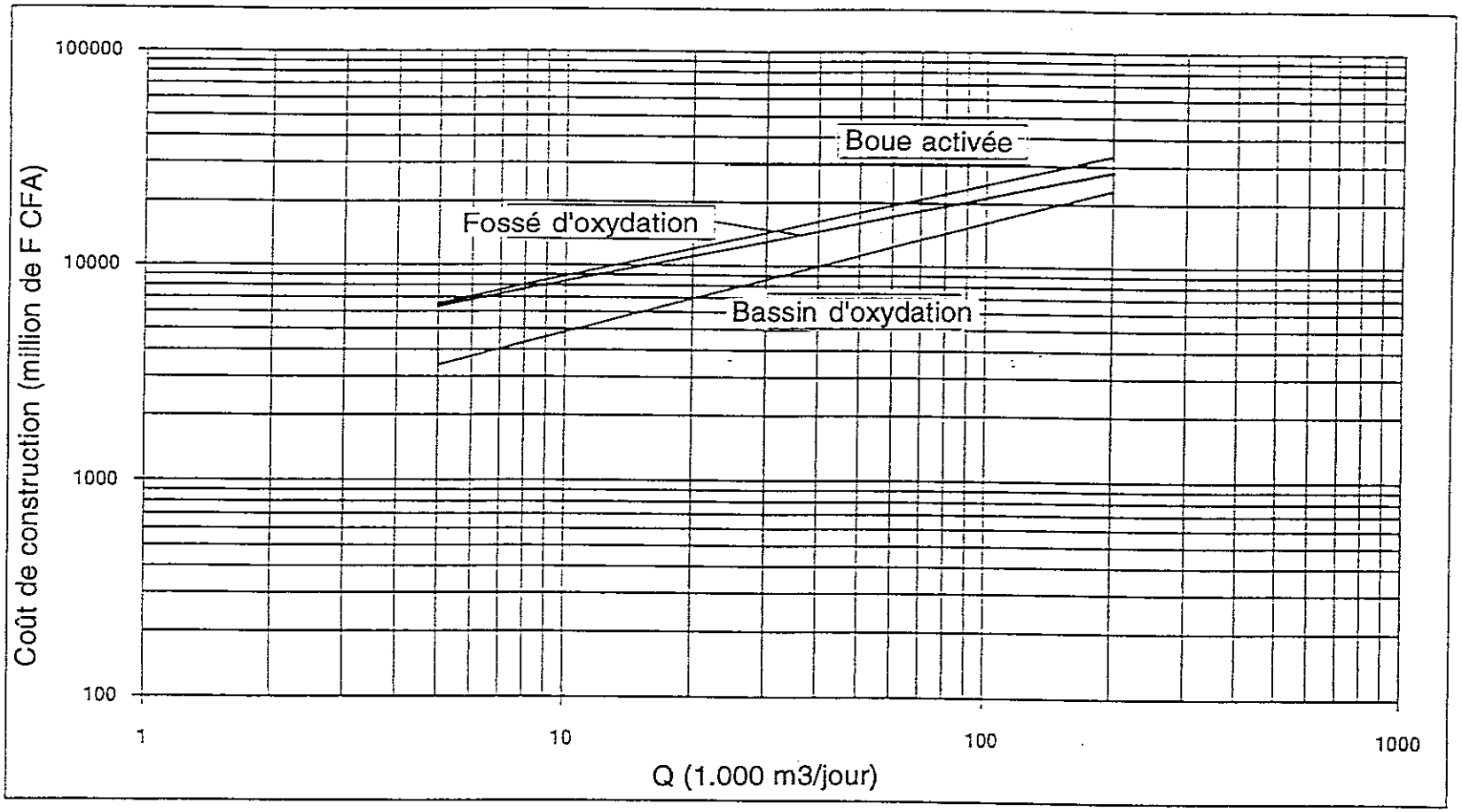


FIGURE 5.5 COUTS DE CONSTRUCTION DES TROIS PROCEDES

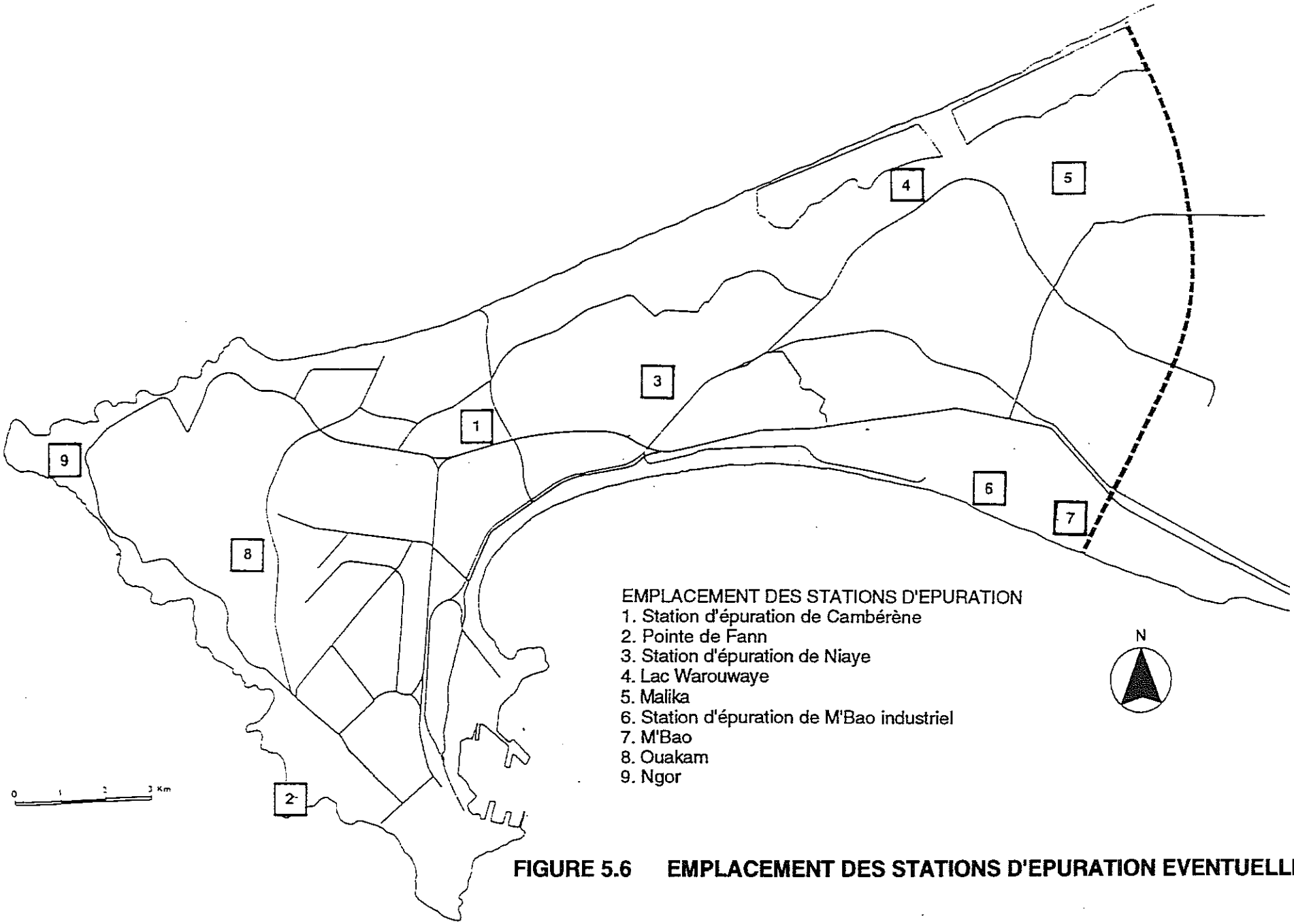


FIGURE 5.6 EMPLACEMENT DES STATIONS D'EPURATION EVENTUELLES

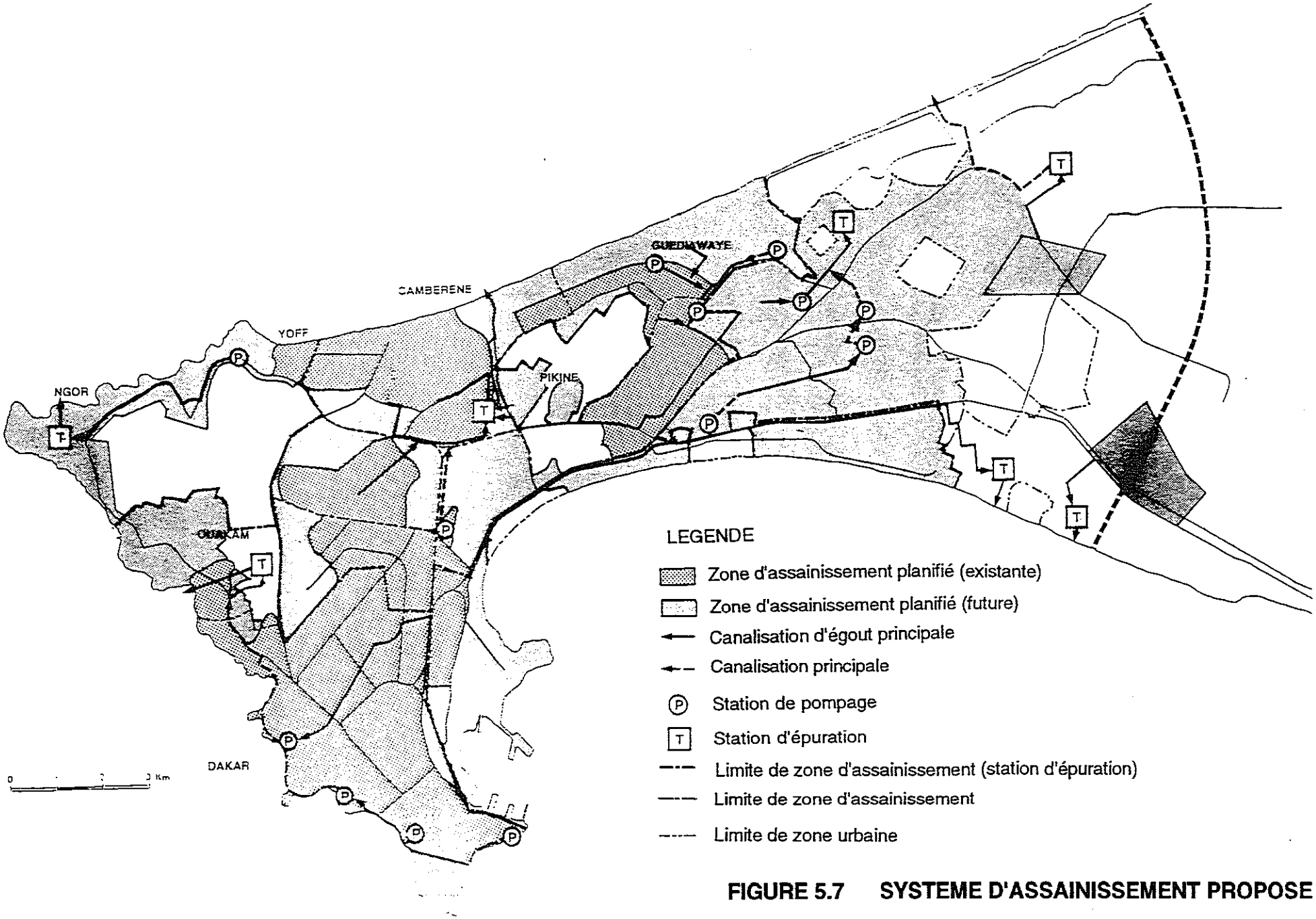
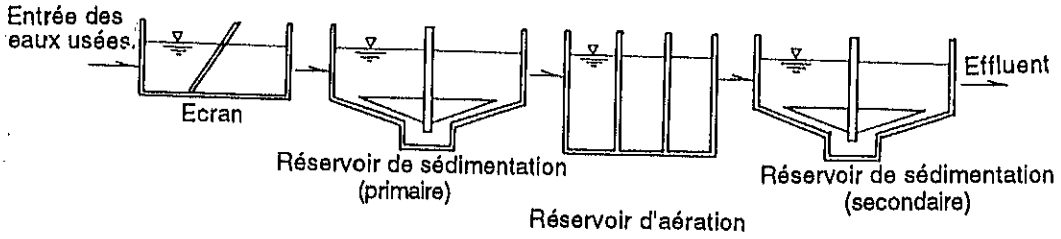
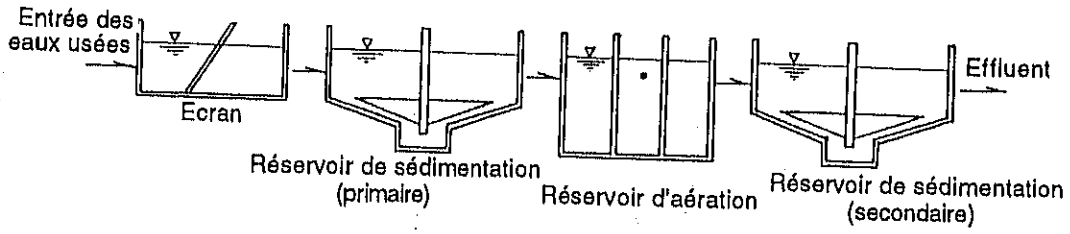


FIGURE 5.7 SYSTEME D'ASSAINISSEMENT PROPOSE

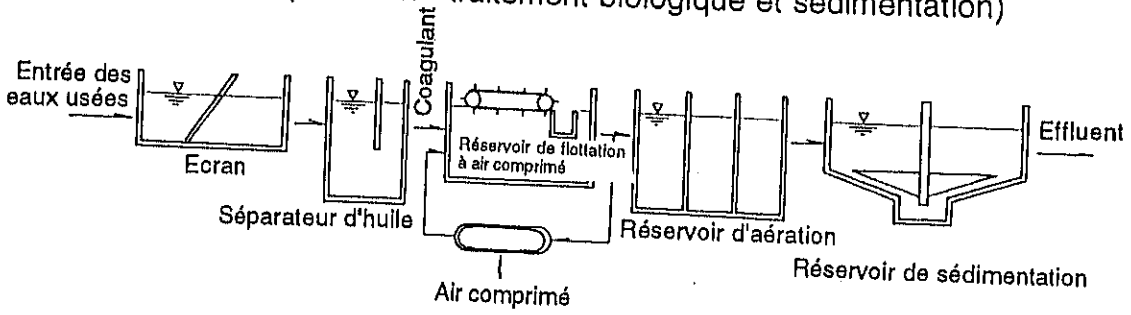
Pêche et conserverie (traitement biologique et sédimentation)



Bière, boissons, lait condensé (traitement biologique et sédimentation)



Huile de cuisine (flottation - traitement biologique et sédimentation)



Textile (coagulation et sédimentation)

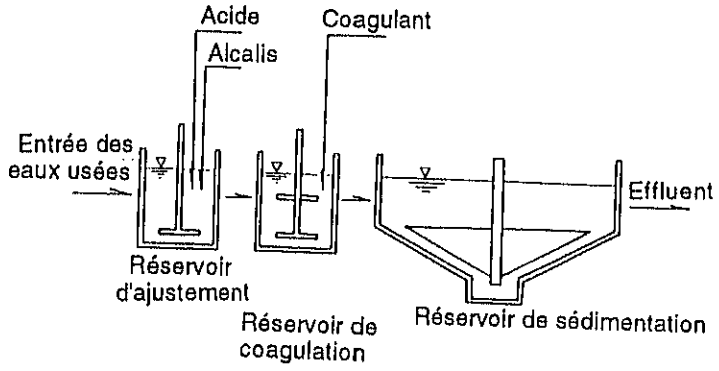
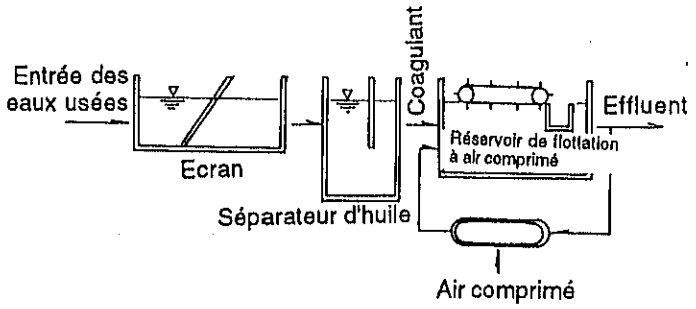
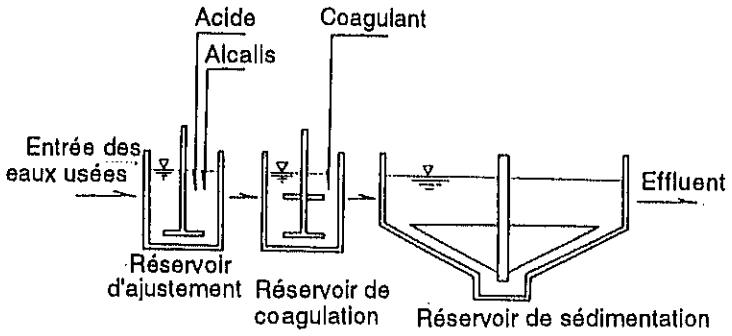


FIGURE 5.8 (1) PROCEDE D'EPURATION TYPIQUE POUR LES EAUX USEES INDUSTRIELLES (1)

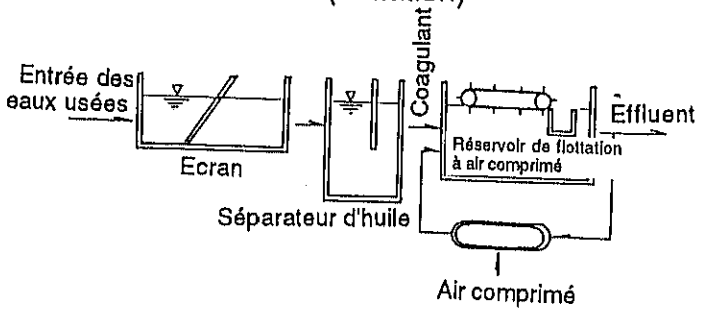
Carburant (flottation)



Engrais (coagulation et sédimentation)



Construction navale (flottation)



Abattoirs (flottation - traitement biologique et sédimentation)

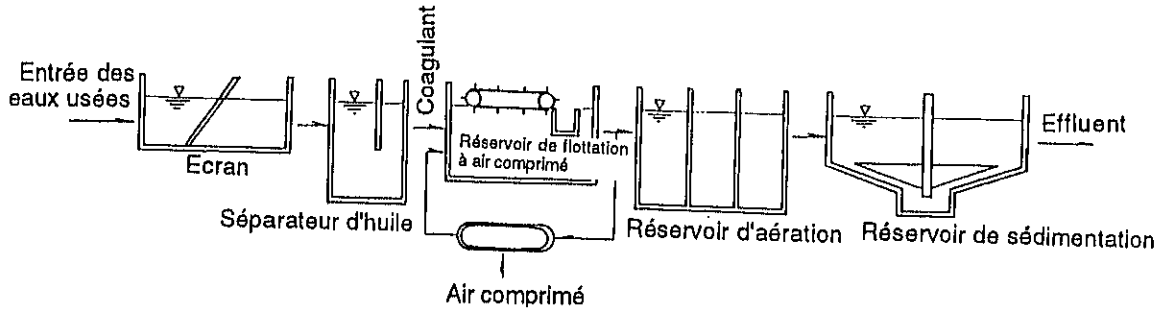


FIGURE 5.8 (2) PROCEDE D'EPURATION TYPIQUE POUR LES EAUX USEES INDUSTRIELLES

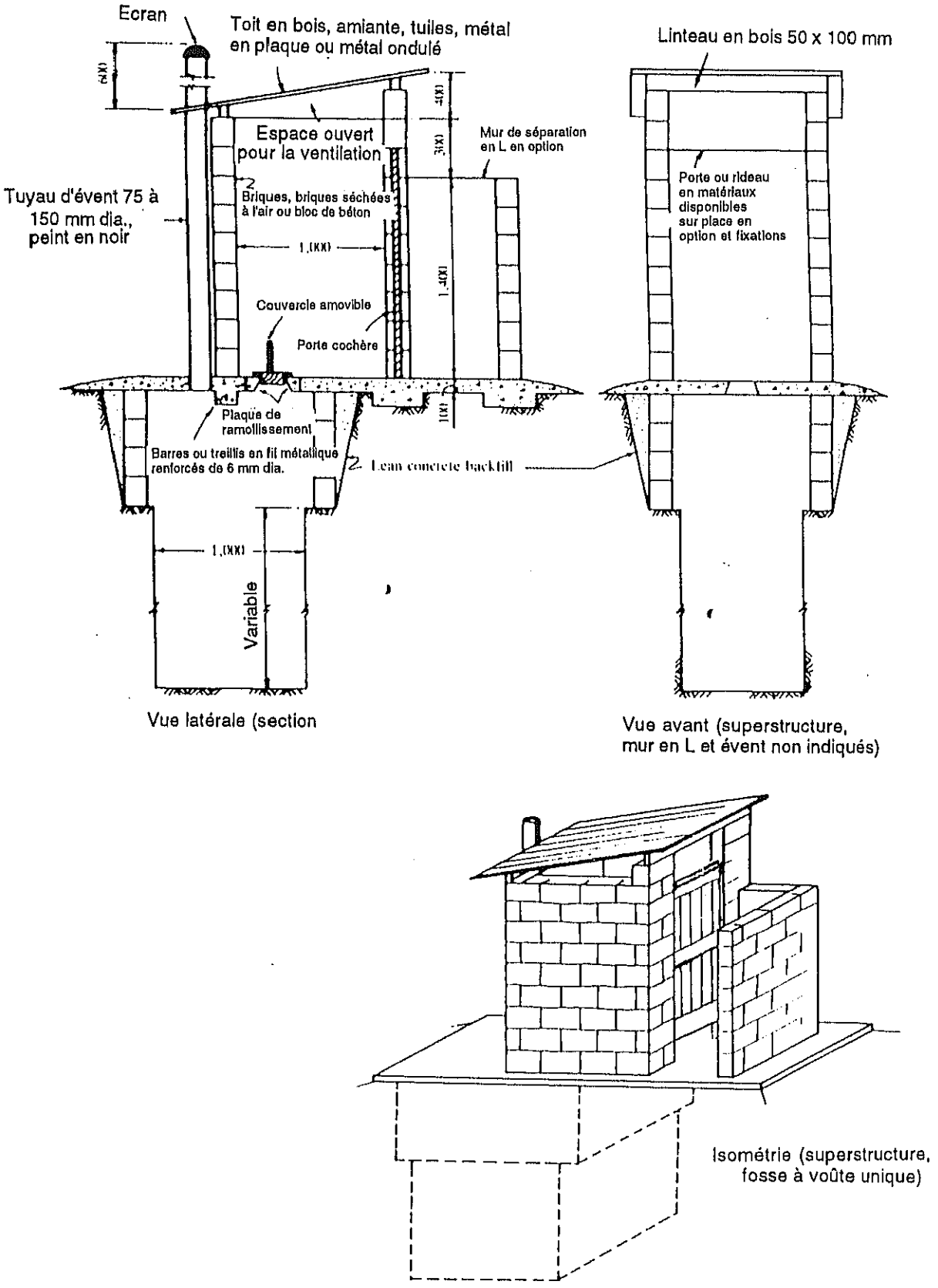
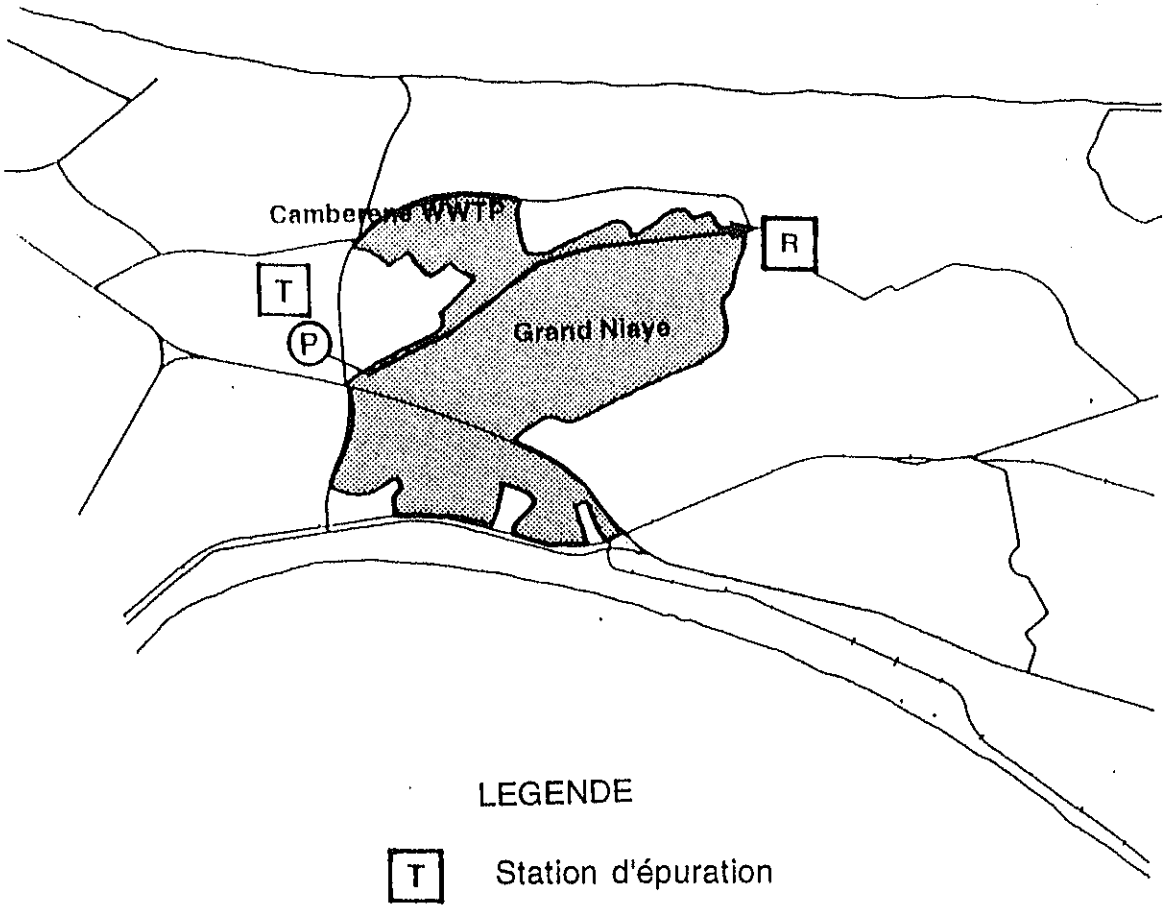


FIGURE 5.9 EXEMPLE DE TOILETTE SANS MOUCHES NI ODEUR

SOURCE: MANUEL DE PLANIFICATION ET DE CONCEPTION, ETUDES DE LA BANQUE MONDIALE CONCERNANT L'ALIMENTATION ET L'ASSAINISSEMENT 2



LEGENDE

T Station d'épuration

P Station de pompage pour la réutilisation

Canalisation principale

R Réservoir

FIGURE 5.10 PLAN DES INSTALLATIONS DE REUTILISATION (IRRIGATION)

FIGURE 5.11 PLAN DES INSTALLATIONS DE REUTILISATION (REBOISEMENT)

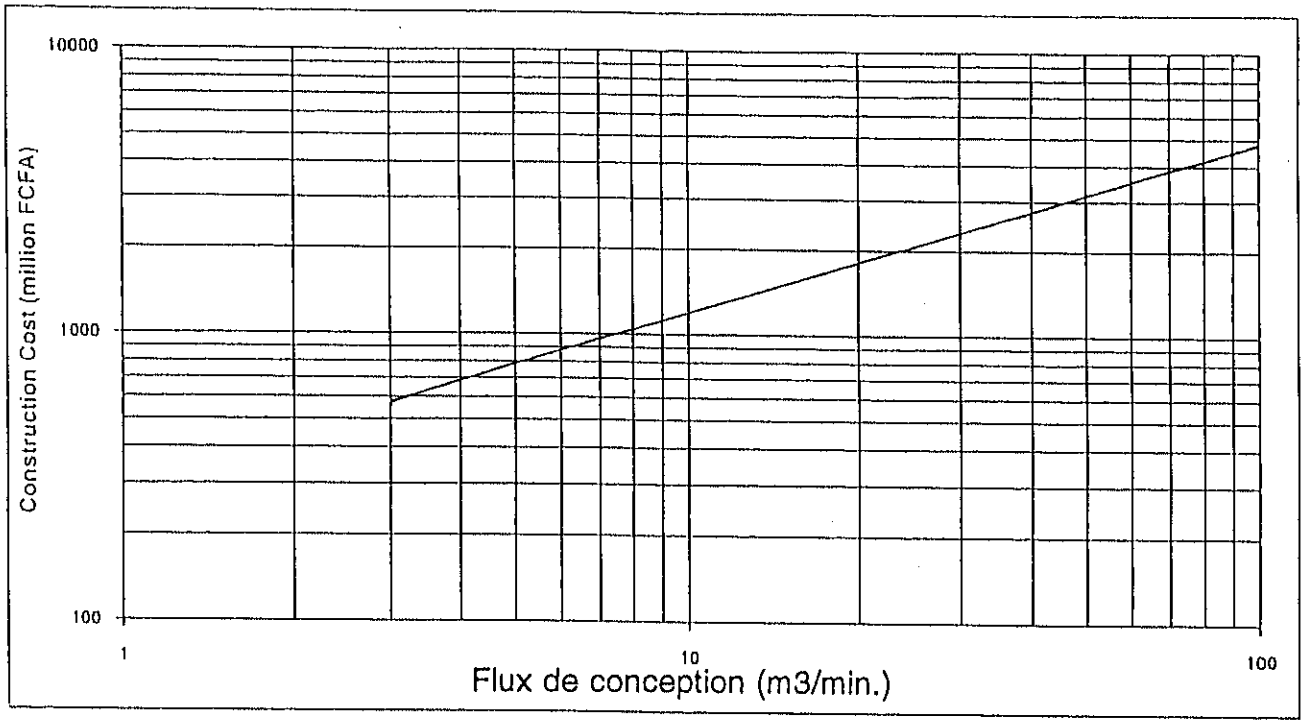


FIGURE 5.12 COUT DE CONSTRUCTION D'UNE STATION DE POMPAGE

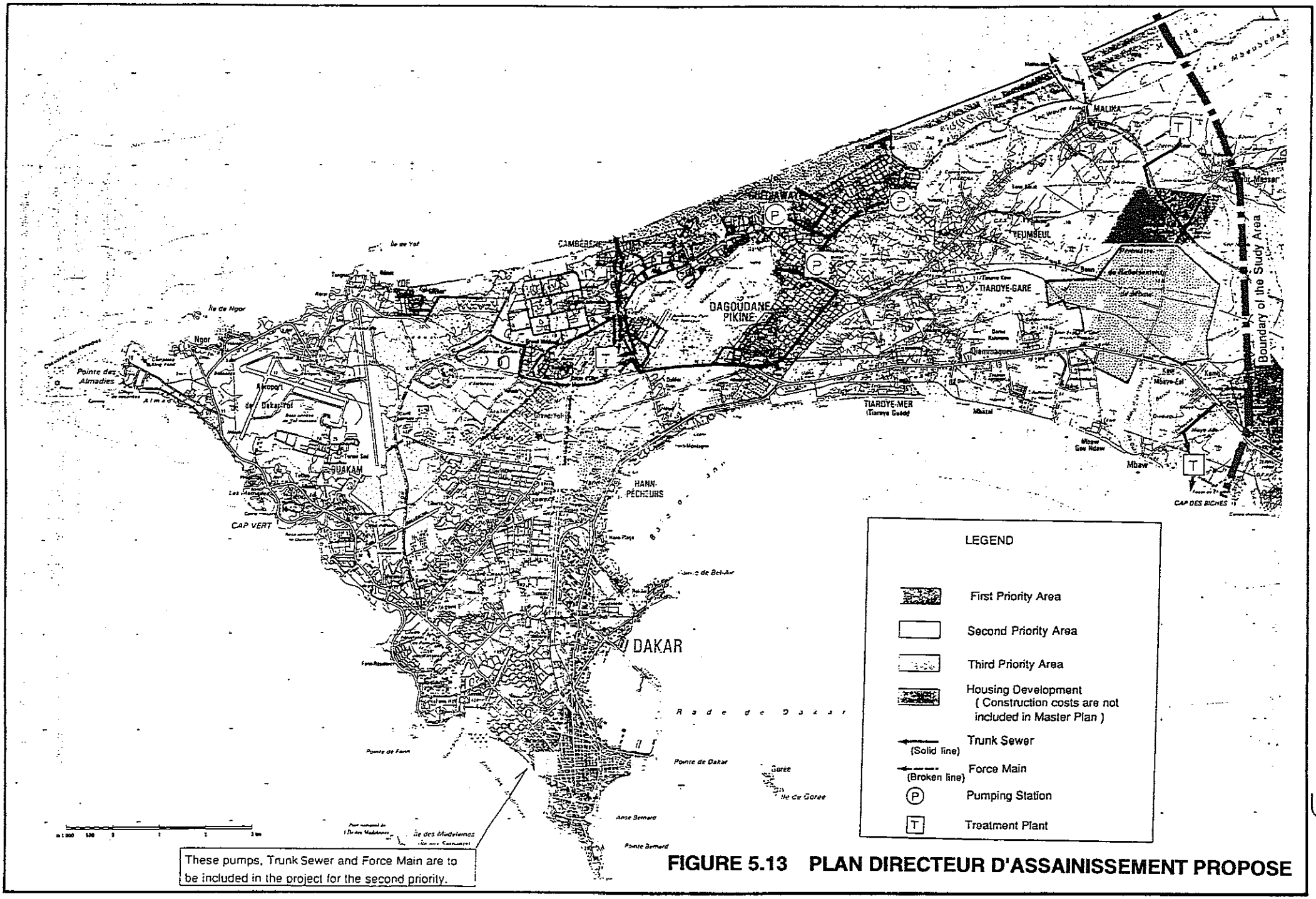


FIGURE 5.13 PLAN DIRECTEUR D'ASSAINISSEMENT PROPOSE

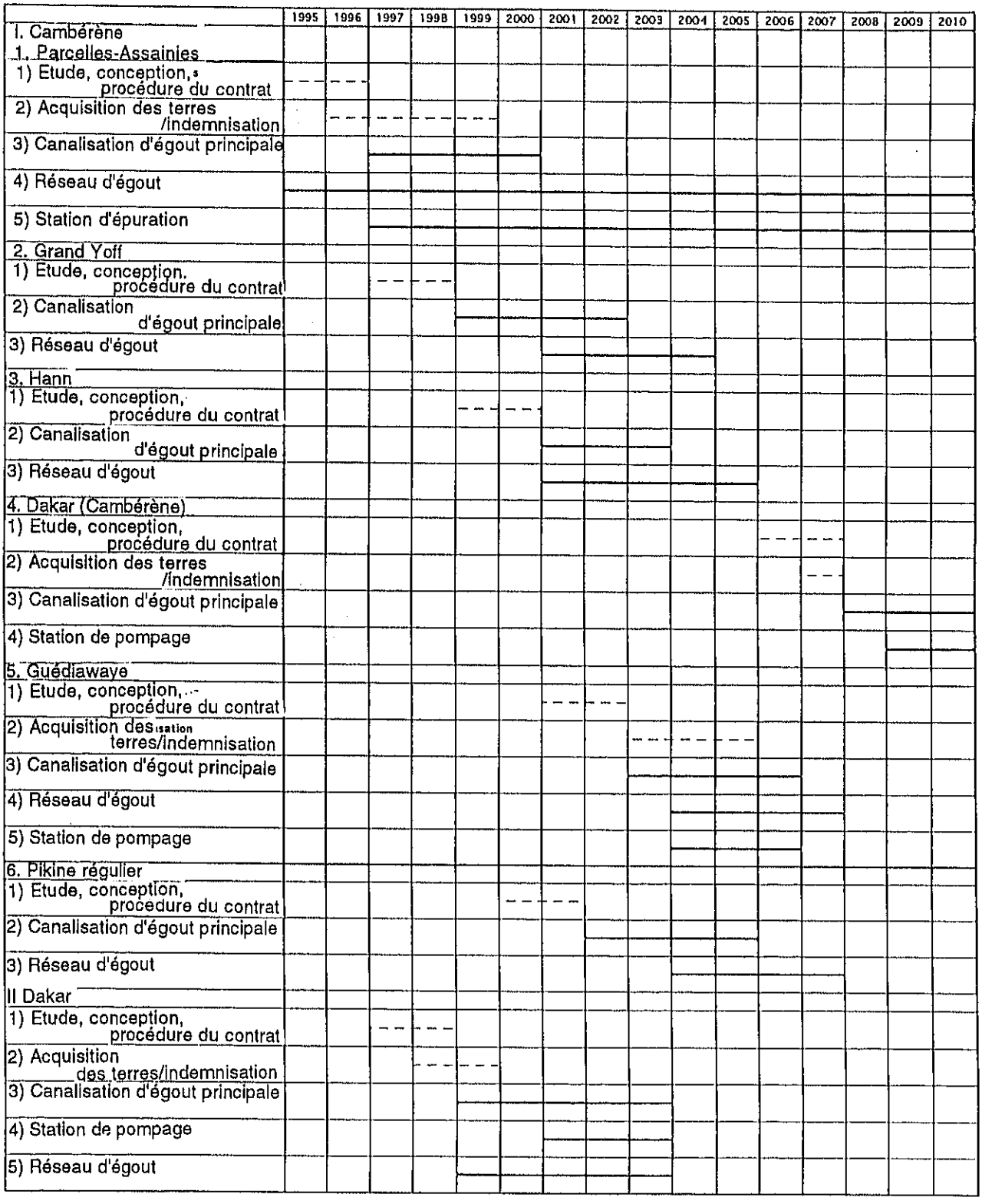


FIGURE 5.14 PROGRAMME D'EXECUTION

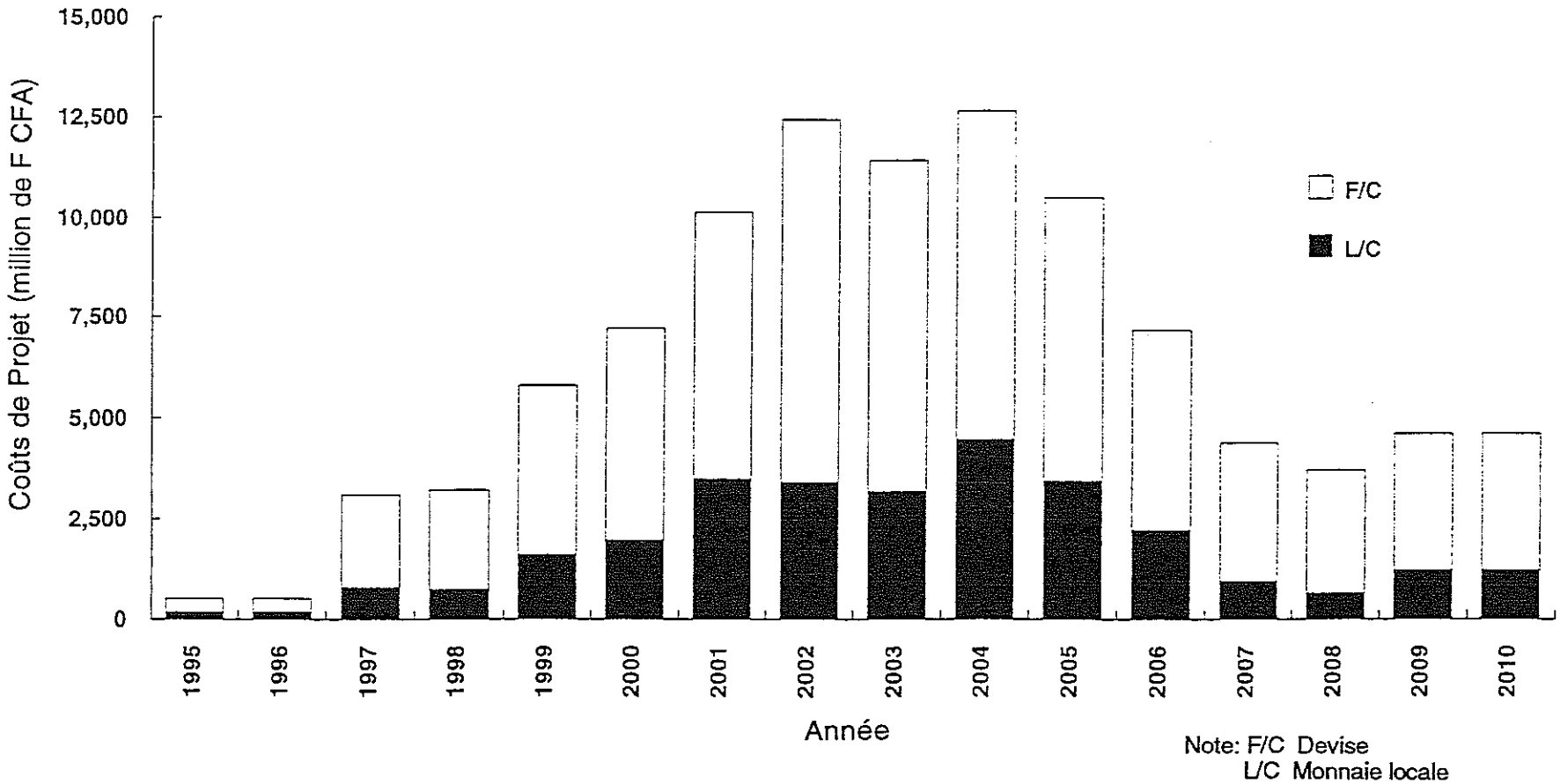


FIGURE 5.15 COUTS DE PROJET JUSQU'A L'AN 2010

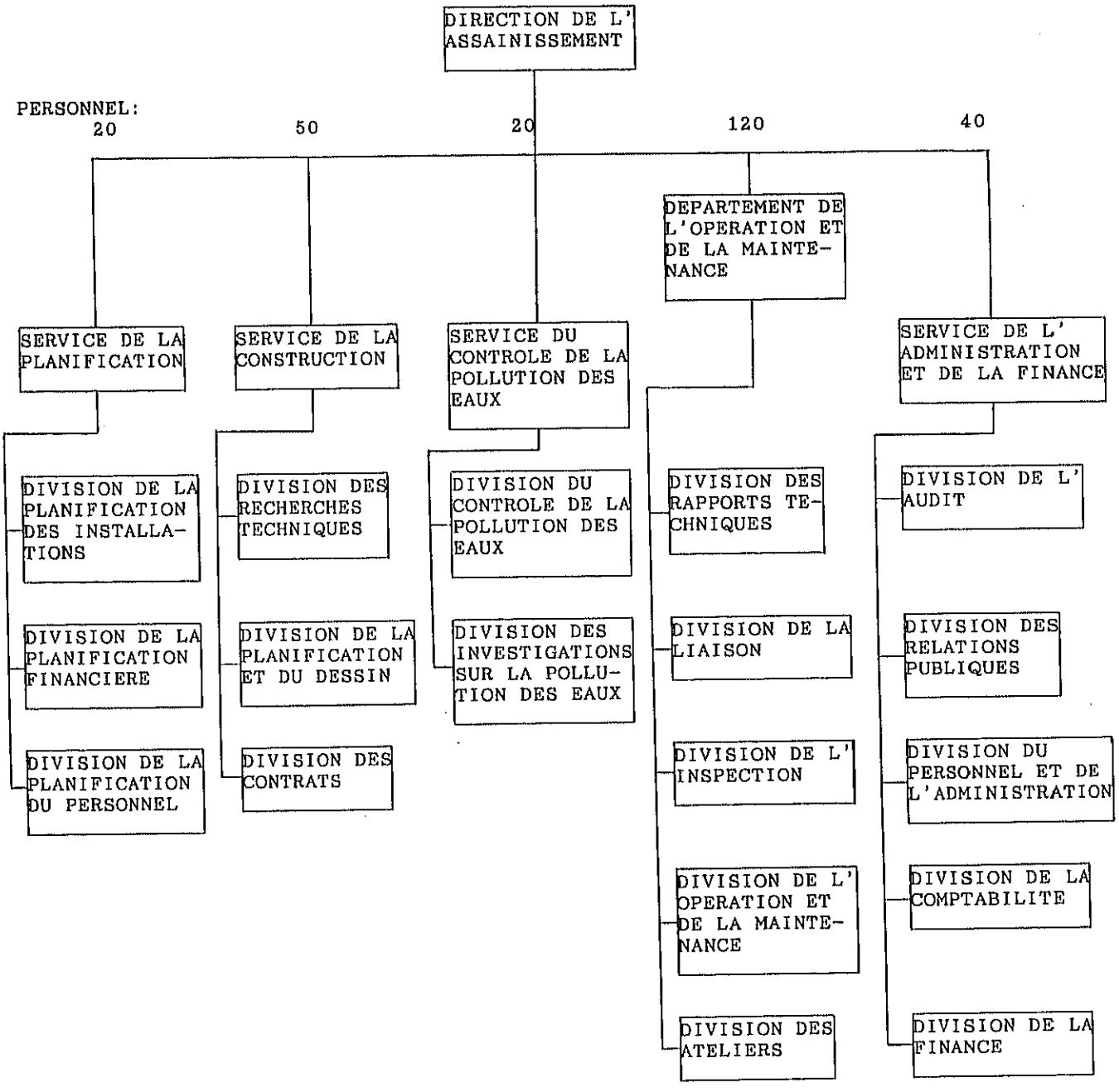


FIGURE 5.16 STRUCTURE ORGANISATIONNELLE PROPOSEE POUR LE SERVICE SANITAIRE PAR LA MODIFICATION DE LA SONEES OU LE NOUVEL ORGANISME