

2.3.2 Plan d'exécution

L'organisme d'exécution de la partie béninoise est le Ministère de l'Environnement, de l'Habitat et de l'Urbanisme, et sa Direction de l'Urbanisme et de l'Assainissement sous sa tutelle, comme précité.

Outre la contribution ordinaire des pays bénéficiant de la Coopération financière non-remboursable, la partie béninoise devra assurer les travaux de démolition des constructions illégales (principalement, murs de soutènement en briques ou en béton, ou fosse septique) avant le commencement des travaux du projet.

Il s'agit de constructions situées sur les terrains nécessaires aux routes le long des réseaux primaires des zones A/B, qui deviendront nécessaires pour l'aménagement de la berge, le revêtement/l'aménagement des trottoirs ou routes, et les travaux sont estimés à environ 20 millions F CFA.

Le matériel nécessaire à ces travaux de démolition (marteau piqueur, compresseur, camion benne) seront fournis au début des travaux.

Après la fin des travaux, les installations construites dans le cadre du projet seront gérées par le Ministère de l'Environnement, de l'Habitat et de l'Urbanisme, qui utilisera effectivement le matériel de maintenance des installations d'évacuation des eaux pluviales qui lui sera fourni au cours de la période finale de la construction.

Le paragraphe 2.3.5 donne les détails du plan de maintenance.

2.3.3 Position et conditions du projet

(1) Situation naturelle

Cotonou est une ville qui s'est développée sur le cordon littoral sablonneux (altitude 8 m) formé entre le lac Nokoue et la baie de Guinée, où s'écoule le fleuve Ouémé, le plus grand fleuve du pays. Elle est soumise à un climat typiquement équatorial : grande saison sèche (novembre à mars), grande saison des pluies (avril à juillet), petite saison sèche (août) et petite saison des pluies (septembre-octobre). Les précipitations annuelles moyennes ont été de 1.330 mm en 1931-1981, pour les volumes pluviométriques, se sont des années de petits volumes et grands volumes pluviométriques qui se succèdent par décade, et si l'on considère les données récentes, les précipitations annuelles sont d'environ 1.050 mm, et la température moyenne annuelle de 20-36°C, comme le montre le Tableau 2-5.

La ville de Cotonou est protégée des inondations de l'Ouémé par les fonctions de limitation des inondations naturelles originelles du Lac Nokoue. Mais la partie amont de l'Ouémé atteint le maximum de la saison des pluies en juillet-septembre, et les pluies se concentrant de mai à juillet et en septembre-octobre à Cotonou, le niveau des eaux du lac Nokoue et des eaux de la lagune augmente pendant ce temps. Par ailleurs, le sol de Cotonou se trouve sur des dunes de sable marin irrégulières, et les pluies tombées dans la ville ont tendance à s'accumuler. Par ailleurs, les eaux souterraines augmentent pendant la saison des pluies, et la pénétration des eaux pluviales baisse.

(2) Etat d'aménagement des infrastructures

Cotonou est la première ville du Bénin (env. 500.000 hab. en 1994), et les fonctions administratives, les organismes internationaux, des entreprises diverses y sont rassemblés, ce qui en fait la capitale économique du pays. Le Gouvernement Béninois s'est efforcé d'assurer l'aménagement de ses infrastructures, mais l'augmentation brutale récente de la population pose des problèmes (logement, circulation, adductions d'eau et environnement).

L'état des infrastructures dans les zones A et B objets de la requête de Coopération faite au Japon est comme suit.

(a) Zone A

La zone A est une zone de 271 ha comprenant surtout des zones commerciales et résidentielles, située sur la rive droite de la lagune de Cotonou. Les avenues de l'Ouémé et de la République sont de grandes routes importantes relativement bien aménagées et revêtues, représentatives de Cotonou, mais les routes des autres quartiers de la zone sont irrégulières, non revêtues à cause du sol en sable, et des flaques d'eau se forment partout au moment des pluies. L'adduction d'eau se fait pratiquement entièrement par branchements particuliers, et les égouts sont pratiquement tous traités sur le site sous forme de fosse septique.

L'étude de l'état actuel des installations d'évacuation des eaux pluviales précitées a permis de constater l'existence d'un réseau primaire de 2,65 km et d'un réseau secondaire de 12,02 km dans la zone A, mais les installations sont obsolètes, endommagées ou usées, et comme la maintenance est insuffisante, ces installations ne permettent pas l'évacuation efficace des eaux pluviales de la zone. Les réseaux primaire et secondaire ne remplissent pas correctement leur fonction de canaux d'évacuation à cause de la pénétration de terre et de sable par les routes non revêtues longeant les canaux, le dépôt de déchets par les riverains, et le foisonnement de plantes aquatiques et de mauvaises herbes. Les conduites du réseau secondaire

également pénétrées par le sable et la terre à cause du non revêtement de la route, fonctionnent moins bien, et le problème de structure des regards favorise les dégâts dus à l'inondation. Une partie des eaux d'égout domestiques s'écoule dans les canaux d'évacuation, la qualité de l'eau est mauvaise, et les canaux d'évacuation des eaux pluviales de la ville sont typiques de celles d'un pays en développement.

Tableau 2-5 Température et précipitations mensuelles à Cotonou

(Température maximale absolue de Cotonou)

(unité: °C)

Année	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	juin	Juil.	Août	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
1980	31.2	32.7	32.4	34.2	31.6	30.8	29.4	28.6	30.6	31.5	31.2	32.5
1981	31.4	32.5	34.7	33.0	32.0	33.3	31.0	28.8	31.6	32.3	33.4	32.0
1982	35.5	34.0	34.5	33.2	31.6	30.5	28.6	28.0	29.9	30.2	31.6	32.3
1983	34.5	33.3	36.7	33.0	32.7	31.0	28.5	28.6	29.4	31.4	31.6	31.4
1984	32.9	34.2	32.5	33.5	33.5	31.0	28.9	30.2	30.8	30.5	31.9	32.6
1985	31.6	32.2	32.1	32.4	31.6	30.9	28.7	29.2	29.5	31.1	31.8	32.3
1986	33.0	31.7	32.0	32.4	32.2	31.3	28.7	27.5	29.0	30.0	30.5	32.0
Max.	35.5	34.2	36.7	34.2	33.5	33.3	31.0	30.2	30.8	32.3	33.4	32.6
Moy.	32.9	32.9	33.6	33.1	32.2	31.3	29.1	28.7	30.1	31.0	31.7	32.2

(Température minimale absolue de Cotonou)

(unité: °C)

Année	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	juin	Juil.	Août	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
1980	23.1	21.4	22.4	22.7	21.4	22.8	21.7	21.6	21.7	21.5	21.6	19.3
1981	22.2	22.0	21.4	21.9	22.0	22.0	21.2	22.3	21.0	21.4	21.5	23.5
1982	19.2	21.0	23.5	22.0	21.5	21.2	21.0	22.3	21.9	21.0	22.0	19.8
1983	18.2	20.3	23.8	22.5	22.3	20.5	21.0	22.0	21.5	23.0	22.3	22
1984	21.0	20.6	21.9	22.1	21.9	21.8	22.2	20.4	21.2	21.5	21.9	20.2
1985	20.2	22.1	23.0	20.6	21.0	20.8	21.1	22.9	21.5	21.1	23.4	18.5
1986	20.3	21.0	21.0	21.2	22.0	20.8	21.0	20.6	20.9	21.0	22.7	20
Min.	18.2	20.3	21.0	20.6	21.0	20.5	21.0	20.4	20.9	21.0	21.5	18.5
Moy.	20.6	21.2	22.4	21.9	21.7	21.4	21.3	21.7	21.4	21.5	22.2	20.5

(Précipitations mensuelles de Cotonou)

(unité: mm)

Année	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	juin	Juil.	Août	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Total
1980	0.0	32.8	23.4	75.2	174.5	127.6	39.4	148.3	91.2	80.1	73.3	3.7	869.5
1981	1.2	31.7	21.1	89.9	209.6	206.0	73.6	22.7	119.0	61.2	9.8	0	845.8
1982	3.0	117.7	49.5	203.7	134.1	504.1	126.6	3.8	9.8	122.3	20.3	27.1	1322.0
1983	0.0	0.0	37.9	45.4	335.9	431.3	53.6	4.7	56.3	3.1	12.3	33.3	1013.8
1984	0.7	0.5	39.3	118.9	109.0	154.7	112.0	170.9	179.6	125.5	34.4	0.8	1046.3
1985	49.2	34.6	21.5	184.1	294.6	165.0	59.0	76.9	111.2	117.7	39.6	0	1153.4
1986	0.6	64.6	120.5	121.6	90.4	313.8	26.5	0.3	68.6	166.8	12.8	0	986.5
Max.	49.2	117.7	120.5	203.7	335.9	504.1	126.6	170.9	179.6	166.6	73.3	18.5	1322.0
Moy.	7.8	40.3	44.7	119.8	192.6	271.8	70.1	61.1	90.8	96.7	28.9	13.0	1033.9

(b) Zone B

La zone B est une zone de 89 ha, adjacente au Sud à la zone A; l'utilisation des terres est similaire à celle de la zone A, on y trouve des zones commerciales et résidentielles. Le niveau des installations de routes, voies, adductions d'eau et égouts est similaire à celui de la zone A.

La zone B comprend 2,00 km de réseau primaire et 3,94 km de réseau secondaire (caniveaux à ciel ouvert: 0,09 km, conduites: 3,85 km), mais comme dans la zone A, les installations sont obsolètes, et de plus la maintenance est mauvaise, et ces réseaux ne peuvent pas efficacement assurer leur fonction dans la zone. Dans la partie aval du réseau primaire, on trouve de marchands de légumes et de produits de la vie quotidienne, et les légumes, les déchets solides et les eaux utilisées pour la vie quotidienne qui sont rejetés dans le réseau affectent la qualité de l'eau. Par ailleurs, dans la zone du grand marché de Cotonou, qui se trouve à la limite aval de la zone d'évacuation, le tuyau centrifuge de conduite de 1.200 mm de diamètre, plus petit que le canal à ciel ouvert du côté amont empêche l'évacuation suffisante, et provoque souvent des inondations de longue durée. Il sera important de tenir compte de ces points pour le projet d'évacuation des eaux pluviales.

(3) Problèmes d'environnement

Cette requête est un projet d'amélioration de l'assainissement de Cotonou, et pour que ce projet à exécuter dans le cadre de la Coopération financière non-remboursable n'ait pas d'influence néfaste sur l'environnement, les résultats de l'étude préliminaire de l'environnement effectuée lors de l'étude préliminaire en mars 1994 ont été revus, et une étude de confirmation de la situation sur place sur la base des points à tenir en compte concernant l'environnement et une étude d'impact sur l'environnement a été réalisée. Par ailleurs, comme il n'existe pas encore de législation ni d'orientation concernant l'environnement au Bénin, l'étude a été effectuée sur la base des "Grandes lignes de la protection de l'environnement concernant les projets d'aménagement d'infrastructures économiques et sociales" de la JICA.

a) Grandes lignes du projet et environnement sur place

Les Tableaux 2-6 et 2-7 indiquent les grandes lignes du projet qui seront les matériaux d'estimation, et l'environnement sur place pour le dépistage et l'examen de l'influence du projet sur l'environnement.

b) Dépistage et examen

Pour l'exécution du projet, on a effectué une étude sur liste de contrôle pour le dépistage pour juger de la nécessité ou non de l'exécution d'une étude d'impact sur l'environnement et d'un examen pour préciser les domaines et les items jugés importants dans l'impact sur l'environnement. Comme le montrent les Tableaux 2-8 et 2-9, on a jugé nécessaire de tenir compte d'un transfert d'habitants, des activités économiques, des installations de circulation et de la vie courante.

c) Transfert d'habitants

Le projet de la requête (construction de nouveaux réseaux primaires incluant le pavage de routes et la construction de ponts et réhabilitation, ainsi que la réhabilitation de réseaux secondaires, canalisations) se fera entièrement sur des routes situées sur des terrains publics, et l'acquisition de terrains sera inutile.

Toutefois, il y a beaucoup de marchands installés dans la section aval dans la zone B (sur un intervalle d'environ 700 m), et un marché est organisé sur la conduite à l'extrémité en aval; si l'amélioration des canaux est nécessaire sur cet intervalle, le Gouvernement Béninois assurera sous sa responsabilité la démolition des étalages et le transfert des habitants. Le Gouvernement Béninois a commencé en mai dernier à démolir les constructions illégales le long des canaux, et les habitants ont déjà été transférés de certaines sections. Le Gouvernement Béninois nous a expliqué son "intention de continuer l'élimination des étals illégaux, de démolir les étals illégaux et de transférer les habitants avant le commencement du projet".

d) Activités économiques

Comme indiqué ci-dessus, dans la partie aval du réseau primaire de la zone B, beaucoup d'étals illégaux et un marché assurent des activités économiques. Il faudra donc que le Gouvernement Béninois, lors de la démolition des étalages, assure aux habitants un emplacement de transfert dans un marché ou dans les environs pour que les habitants transférés ne perdent pas leurs moyens d'existence.

e) Installations routières et de la vie courante

Dans l'espace requis pour la construction du nouveau réseau secondaire dans la zone A (dénomination du canal: AG5, longueur: 650 m, voir la carte de positionnement 2-5), un espace d'environ 220 m de la voie publique est occupé illégalement par des champs et une école publique (2 bâtiments), qui font obstacle à la circulation.

L'élimination des champs ne pose pas de problème, mais la démolition des bâtiments de l'école et le plan de déplacement, y compris une proposition de remplacement pour le canal d'évacuation afin de maintenir la situation actuelle, n'ont pas encore été suffisamment étudiés, et il est nécessaire de s'en occuper sérieusement.

Tableau 2-6 Aperçu du projet

Item	Contenu
Dénomination	Projet d'amélioration des installations d'évacuation des eaux pluviales de la ville de Cotonou (République du Bénin)
Arrière-plan	Amélioration de la mauvaise évacuation des eaux pluviales pendant la saison des pluies à Cotonou
Objectifs	Construction et réhabilitation des installations d'évacuation (conduites, canaux) des zones A et B de la Cotonou, réduction des dégâts causés par l'inondation pendant la saison des pluies et amélioration de l'assainissement.
Emplacement	Zones A et B de Cotonou
Organisme d'exécution	Direction de l'Urbanisme et de l'Assainissement, Ministère de l'Environnement, de l'Habitat et de l'Urbanisation
Population bénéficiaire	Env. 20.000 personnes
Éléments du projet	Construction d'un nouveau réseau primaire (2,66 km) comprenant le pavage de routes (chaussée: 0,9 km, trottoir: 7,2 km), et travaux de réhabilitation (3,78 km), construction d'un nouveau réseau secondaire (2,55 km), stabilisation de berges (1,6 km) et construction de ponts (14 emplacements)
Type de projet	Construction de nouveaux canaux et réhabilitation de canaux comprenant des travaux de pavage de route et des travaux de construction de ponts
Zone objet	Surface (zone A: 300,5 ha, zone B: 117,6 ha)
Population (zone A: 100.300 hab., zone B: 39.300 hab.)	
Méthode d'évacuation	Evacuation gravitationnelle des eaux pluviales par conduites et canaux d'évacuation
Longueur des conduites, des canaux	Voir les éléments du projet ci-dessus
Zone d'évacuation des eaux pluviales	Lagune de Cotonou

Tableau 2-7 Environnement du site du projet

Items	Contenu
Dénomination	Projet d'amélioration des installations d'évacuation des eaux pluviales de la ville de Cotonou (République du Bénin)
Environnement social	
Habitants de la zone (compréhension du projet des habitants/autochtones, etc.)	
Utilisation des terres (ville/agriculture/vestiges historiques/sites touristiques/hôpitaux)	Dans les quartiers de Cotonou, il y a des intervalles où des marchés et étals sont implantés le long des canaux.
Economie/circulation (commerce, agriculture/pêche, industrie/terminal d'autobus)	Zones commerciale et résidentielle
Environnement naturel	
Relief/géologie (pentes raides, ondulations, marais, failles, etc.)	Zone plate de dunes côtières (niveau du sol: 1 à 6 m)
Etat de la côte/zone côtière (érosion, dépôts de sable/courants marins, marée, etc.)	Dépôts de sable dans la lagune suite à la pénétration du courant supérieur dans la rivière
Faune et flore principaux (parc naturel, zone de plantes spécifiques, etc.)	Néant
Pollution	
Réclamations (pollutions jugées importantes, etc.)	Déclaration de la malaria due à l'inondation de longue durée
Situation correspondante (mesures systématiques/indemnisations, etc.)	Néant
Autres éléments particuliers	Beaucoup d'habitants font leur besoins, jettent les ordures dans les canaux d'évacuation

Tableau 2-8 Dépistage

Items d'environnement		Contenu	Constatacion	Motif
Environnement social				
1	Transferts d'habitants	Transfert à cause de la monopolisation des terres (transfert du droit de propriété, droit d'utilisation des terres)	Oui • Non • Indéterminé	Monopolisation illégale des terres de l'Etat
2	Activités économiques	Perte de possibilité de production des terres, etc. modification des structures économiques	Oui • Non • Indéterminé	Interruption des activités économiques des habitants illégaux
3	Circulation et vie courante	Influence sur la circulation existante, encombrements, accidents, etc. et sur les écoles et hôpitaux	Oui • Non • Indéterminé	Encombrements temporaires à cause des travaux le long des routes
4	Division de la zone	Division de la communauté à cause des obstacles à la circulation	Oui • Non • Indéterminé	Division temporaire pendant les travaux
5	Vestiges historiques, biens culturels	Réduction du prix et la perte des architectures religieuses et biens culturels enterrés	Oui • Non • Indéterminé	Pas de vestiges ni biens culturels
6	Droit hydrologique, droit d'affiliation	Obstacle au droit à la pêche, droit hydrologique, droit d'affiliation forestier	Oui • Non • Indéterminé	Pas de problème puisqu'il s'agit de routes urbaines
7	Assainissement	Dégradation de l'environnement par les déchets, obstacles à l'assainissement	Oui • Non • Indéterminé	Problème de moeurs des habitants
8	Déchets	Démolition des bâtiments, terre superflue, saletés, etc.	Oui • Non • Indéterminé	La terre superflue, les saletés seront traités
9	Risque d'incendie	Augmentation des risques suite à l'effondrement, l'affaissement et aux accidents	Oui • Non • Indéterminé	Il n'y a pas de transformations importantes
Environnement naturel				
10	Relief, géologie	Amélioration du relief, de la nature du sol par creusement, remblai, etc.	Oui • Non • Indéterminé	Les routes se situent sur des dunes côtières
11	Erosion du sol	Ecoulement du sol à cause de la nature du sol et de l'abattage des arbres	Oui • Non • Indéterminé	C'est une zone de dunes plate.
12	Eaux souterraines	Tarissement due à l'évacuation d'eau des travaux de creusement, pollution par pénétration d'eaux évacuées	Oui • Non • Indéterminé	La profondeur de creusement est faible.
13	Ecoulement dans les marais, rivières	Modification du débit, de la qualité de l'eau suite au remblai, à l'évacuation d'eau	Oui • Non • Indéterminé	Evacuation vers une grande lagune
14	Côte, mer	Erosion de la côte et dépôts dus à des terres remblayées ou une modification de l'état de la mer	Oui • Non • Indéterminé	C'est possible, mais les conditions réelles sont inconnues
15	Faune et flore	Problèmes de reproduction, disparition d'espèces suite à la modification de l'environnement de croissance	Oui • Non • Indéterminé	Il n'y a pas de faune et flore précieuses
16	Climat	Modifications de température, état du vent suite à la construction de grands bâtiments ou structures	Oui • Non • Indéterminé	Pas de grandes constructions
17	Sites	Obstacles à l'harmonie suite à la modification topographique par construction, des bâtiments	Oui • Non • Indéterminé	Les sites seront améliorés grâce à l'installation des conduites et des canaux
Pollution				
18	Pollution atmosphérique	Pollution à cause des gaz d'échappement des voitures et usines, et gaz nocifs	Oui • Non • Indéterminé	Il n'y en aura pratiquement pas
19	Pollution de l'eau	Pollution par pénétration de terre/sable ou d'eaux évacuées des usines	Oui • Non • Indéterminé	Pénétration d'eaux usées domestiques
20	Pollution du sol	Pollution due à l'écoulement, au répavage d'eaux évacuées ou de produits nocifs, etc.	Oui • Non • Indéterminé	Pas de pollution du sol
21	Bruit et vibrations	Bruit et vibration aux emplacements de traitement par véhicules	Oui • Non • Indéterminé	Survenance temporaire pendant les travaux
22	Affaissement de terrain	Affaiblissement de la surface du sol due à des modifications du sol ou une baisse du niveau des eaux souterraines	Oui • Non • Indéterminé	Pas de pompage des eaux souterraines
23	Odeurs désagréables	Odeurs désagréables dues aux canaux d'évacuation	Oui • Non • Indéterminé	Les travaux seront de type divisé, et concerneront les eaux pluviales
Estimation générale: Nécessité de IEE ou EIA			Oui • Non	Il y a des items où une certaine influence est prévue.

Tableau 2-9 Liste de contrôle de l'examen

Items concernant l'environnement		Note	Motifs
Environnement social			
1	Transfert d'habitants	B	Transfert d'habitants monopolisant illégalement des terres publiques
2	Activités économiques	B	Ils exercent des activités économiques illégales, mais le problème n'est pas grave.
3	Circulation et installation vitales	B	Encombrements à prévoir pendant les travaux.
4	Division de la zone	B	Des ponts seront installés, il n'y a donc pas de problème.
5	Vestiges, biens culturels	C	Pas de vestiges ni biens culturels signalés.
6	Droit hydrologique, droit d'affiliation	C	Pas de problème parce qu'il s'agit de routes urbaines
7	Assainissement	C	L'assainissement sera amélioré grâce à la réhabilitation des canaux.
8	Déchets	C	L'aménagement des alentours des canaux permettra la réduction des rejets de déchets.
9	Risques d'incendie	C	Pas de risques particuliers
Environnement naturel			
10	Relief et nature du sol	C	Le creusement sera peu profond, il n'y aura pas de grande modification du relief et de la nature du sol.
11	Erosion du sol	C	C'est un sol de dunes côtières plat, il n'y a pas de risque d'érosion.
12	Eaux souterraines	C	La profondeur de creusement sera faible, on ne pompera pas les eaux souterraines.
13	Ecoulement dans les marais, rivières	B	Evacuation dans une grande lagune
14	Côte, mer	C	Pas d'influence des eaux évacuées sur la côte et la mer environnante.
15	Faune et flore	C	Pas de faune et flore précieuses signalées
16	Climat	C	Pas d'installations susceptibles d'influencer sur le climat.
17	Sites	B	Les environs des canaux seront aménagés et les espaces ouverts augmenteront.
Pollution			
18	Pollution atmosphérique	C	Production temporaire de gaz d'échappement pendant les travaux.
19	Pollution de l'eau	C	Comme il s'agit de l'évacuation des eaux pluviales, cela ne favorisera pas la pollution de la qualité de l'eau
20	Pollution du sol	C	Pas de travaux ni installations susceptibles de polluer le sol.
21	Bruit et vibrations	C	Survenance temporaire pendant les travaux
22	Affaissements de terrain	C	Il s'agit de dunes de sable, et il n'y aura pas de problème parce que pas de pompage des eaux souterraines
23	Odeurs désagréables	C	Pas de possibilités.

Note : Niveaux d'estimation

A: Impact important

B: Faible impact

C: Impact pratiquement nul, non concerné par IEE et EIA.

(4) Résultats de l'étude de l'environnement

a. Etude des conditions naturelles

Des mesures topographiques et une étude géologique ont été effectuées sur le site du projet en vue de définir la précision de la conception de base pour établir la capacité actuelle des installations d'évacuation et des structures connexes et un plan de réhabilitation adapté pour l'avenir. L'étude a été faite comme suit:

- Mesures topographiques:	plage de	Zone A	Section de nouvelles constructions: 850 m
			Section de réhabilitation: 2.650 m
	Zone B	Section de nouvelles constructions: 550 m	
		Section de réhabilitation: 2.000 m	
Contenu des mesures		Mesures longitudinale et transversale	
			1 mesure longitudinale, pas de 100 m standard pour la mesure transversale
		Résultats	Plan longitudinal (échelle: H 1/1000, V 1/100) Coupe transversale (échelle: H 1/100, V 1/100)
- Etude géologique:	Sondage	Emplacement prévu pour la construction d'un pont de réseau primaire: 2 emplacements	
		Profondeur:	20 m
		Résultats:	Coupe géologique, rapport d'étude

- Le sondage a révélé que les deux emplacements étaient à terrain sablonneux, et que la valeur N est d'environ à 10 à profondeur de 3 m, et plus de 25 à 35 à plus de 6 m.

La Figure 2-4 indique les emplacements des relevés topographiques et de l'étude géologique.

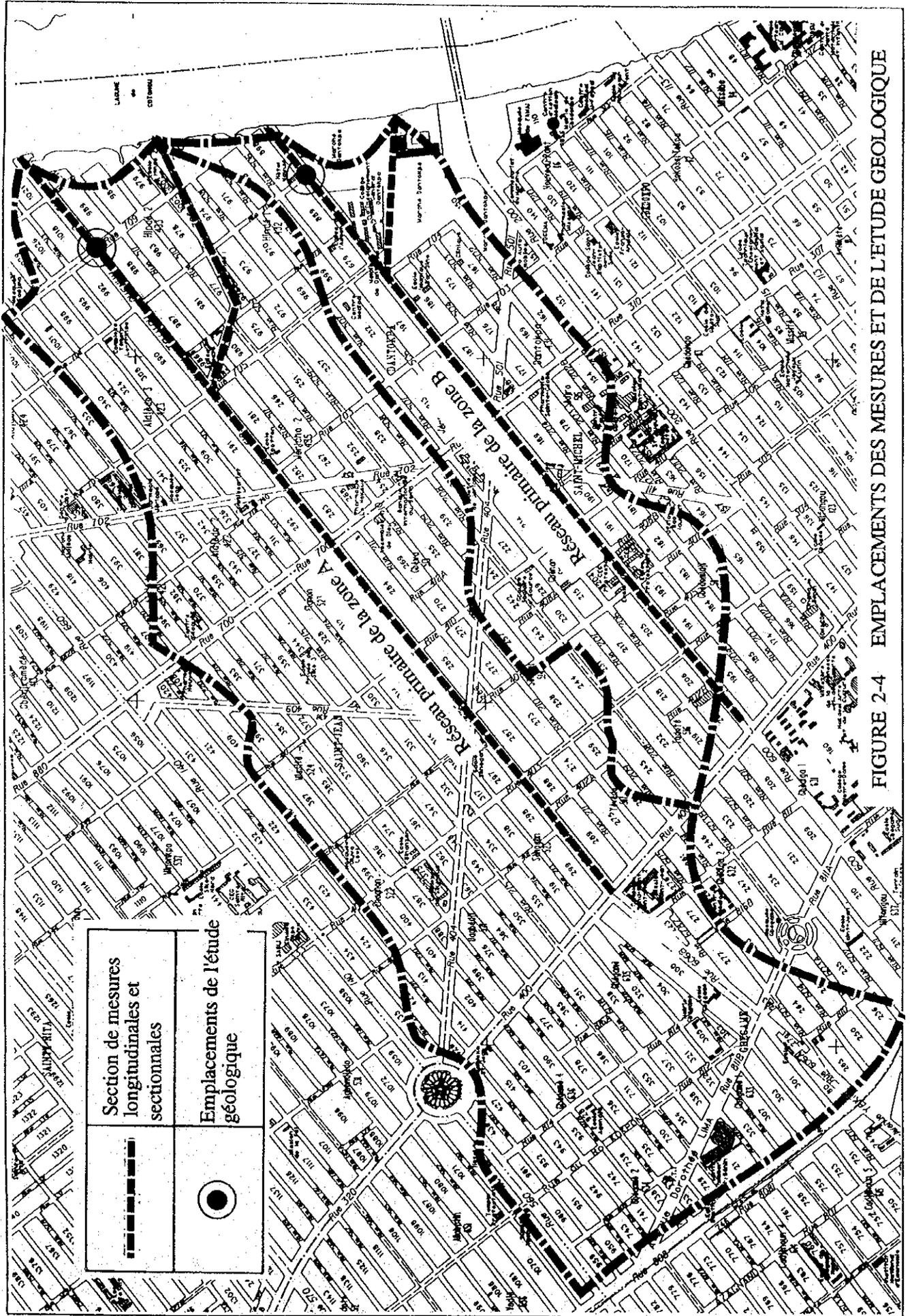


FIGURE 2-4 EMBACEMENTS DES MESURES ET DE L'ETUDE GEOLOGIQUE

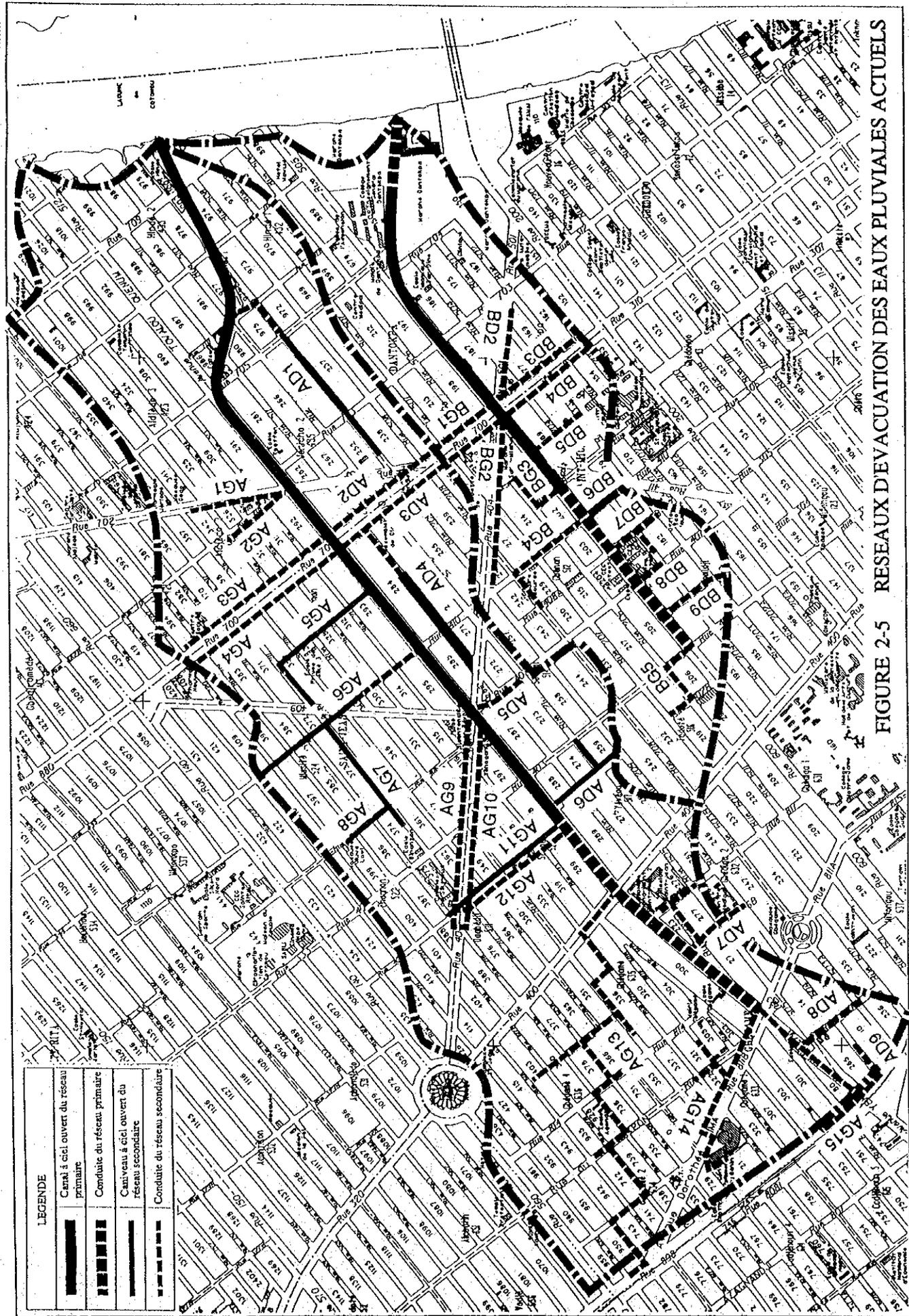


FIGURE 2-5 RESEAUX DE VACUATION DES EAUX PLUVIALES ACTUELS

LEGENDE	
	Canal à ciel ouvert du réseau primaire
	Conduite du réseau primaire
	Caniveau à ciel ouvert du réseau secondaire
	Conduite du réseau secondaire

b. Etude de l'état des installations d'évacuation des eaux pluviales

Les zones A et B ont été divisées en réseaux primaires et secondaires. (La Figure 2-5 indique les réseaux d'évacuation des eaux pluviales actuels dans les zones A et B.)

L'élimination des dépôts de sable et de terre est actuellement en cours dans le canal à ciel ouvert du réseau primaire dans le cadre d'un projet financé par le FED, mais il n'est pas terminé, et la plupart des canaux sont obstrués par 10 à 30 cm (60 cm max.) de terre/sable. Pour cette raison, on a utilisé une barre sous l'eau pour étudier la base des canaux. La paroi latérale a été examinée de visu. Les dégâts ont pu être classés comme suit:

- (a) Fissuration du béton
- (b) Détériorations partielles
- (c) Affaissement des éléments structurels
- (d) Détérioration totale
- (e) Disparition totale des éléments structurels.

Et on a fait les constatations suivantes sur les conduites et regards d'égout de la partie supérieure des réseaux primaires, et les caniveaux à ciel ouvert, les conduites et les regards d'égout des réseaux secondaires:

- (a) Confirmation du réseau d'évacuation existant
- (b) Etat des conduites et caniveaux à ciel ouvert par la terre/sable et les déchets
- (c) Existence ou non de couvercle pour les caniveaux à ciel ouvert et regards d'égout
- (d) Dégradation des installations
- (e) Eléments des installations.

Pour la dégradation des conduites, une étude avec vidéocaméra financée par la Banque Africaine de Développement est actuellement en cours par le consultant canadien SNC-LAVELIN. Elle a révélé que 70% des conduites de Cotonou étaient en bon état.

Voici les résultats de l'étude réalisée cette fois-ci par la JICA.

1) Réseau primaire de la zone A

289 emplacements détériorés ont été confirmés. Certains étaient partiellement endommagés, mais des fissures étaient apparues à 162 emplacements; 105 emplacements étaient entièrement détériorés et à 22 emplacements, les structures avaient complètement disparu. Parmi ces emplacements, 4 où les structures ont complètement disparu et ceux entièrement détériorés doivent être remplacés par unité de bloc (env. 3 m). Les emplacements partiellement endommagés doivent être réhabilités selon l'importance des dommages.

2) Réseau primaire de la zone B

Il y a un total de 82 emplacements dégradés, dont 63 partiellement dégradés et 14 complètement dégradés, et 5 emplacements où les éléments structurels ont complètement disparu. Les emplacements dégradés sont moins nombreux que dans la zone A, parce que le réseau est plus petit, mais le degré de dégradation est similaire.

3) Réseau secondaire de la zone A

On a confirmé une longueur totale de 12.020 m de réseau secondaire dans la zone A, dont 2.605 m de caniveaux à ciel ouvert et 9,415 m de conduites. Il y a 301 regards d'égout, dont 44, soit environ 15%, entièrement dégradés. Le Tableau 2-1 indique les résultats de l'étude de l'état du réseau secondaire dans la zone A.

Pour la dégradation des conduites, le consultant canadien a utilisé une vidéocaméra pour l'étude sur place, et a confirmé la dégradation complète de deux systèmes (AG3, AG9), ainsi que 104 intervalles, soit environ 35% des conduites étaient obstruées par de la terre/sable et des déchets.

Dans cette zone, il ne faut pas négliger le problème des regards d'égout parce que la hauteur des regards d'égout est liée à la hauteur du sol aux environs. Il n'y a pas de problème aux emplacements revêtus des routes, mais sur les routes non revêtues, la surface de la route baisse au fil des années à cause de l'érosion, et les regards d'égout deviennent saillants. On a confirmé la présence de 86 regards d'égout de 12 à 25 cm de hauteur. C'est pourquoi beaucoup de pourtours de regards d'égout sont troués et favorisent la pénétration de terre/sable et de déchets.

Quant aux caniveaux à ciel ouvert, beaucoup sont dégradés à cause de l'usure du béton. Il y a environ 700 m qui nécessitent une réhabilitation (remplacement) de la base ou des parois. Il y a également des problèmes comme canal d'évacuation, à cause de l'obstruction à cause de la chute des couvercles dans le caniveau, et de réduction du débit à cause du dépôt de terre/sable et de déchets. En particulier, dans le canal AG5, le canal est réduit dans son cours, et les eaux usées s'accumulent à l'intérieur.

4) Réseau secondaire de la zone B

La longueur totale du réseau secondaire confirmé dans la zone B est de 3.940 m, dont 1 système de caniveaux à ciel ouvert de 80 m et 3.850 m de conduites.

Il y a 161 regards d'égout, dont 36 endommagés. On a confirmé dans 123 intervalles des obstructions des tuyaux dues à la terre-sable et aux déchets, soit environ 76% du total. Parmi les conduites, près de 1.900 m, soit la moitié, sont posés le long de routes revêtues.

Le réseau secondaire de la zone B se concentre dans les partie centrale et amont, et chaque système est plus court que dans la zone A, le système BG2 de 500 m le long d'une route étant le plus grand.

Le réseau secondaire dont le remplacement du côté droit (caniveau à ciel ouvert BD6) figure dans la requête a déjà été remplacé. De plus, on a confirmé que le côté gauche la partie amont du canal BG4 était endommagé grâce à l'étude canadienne.

Tableau 2-10 Résultat de l'étude des réseaux secondaires

Section	Longueur du réseau secondaire (m)		Nbre de regards d'égout (emplacements)	Regards d'égout endommagés (emplacements)
	Caniveaux à ciel ouvert	Conduites		
AD 1	560.00	130.44	5	3
AD 2	0.00	424.52	12	4
AD 3	0.00	424.52	11	3
AD 4	296.00	221.20	5	2
AD 5	0.00	183.78	3	11
AD 6	359.90	0.00	0	0
AD 7	0.00	451.40	19	0
AD 8	0.00	257.90	13	2
AD 9	0.00	135.40	5	1
AG 1	0.00	237.20	7	2
AG 2	0.00	212.60	5	2
AG 3	0.00	535.32	21	0
AG 4	0.00	535.32	22	0
AG 5	452.20	0.00	0	0
AG 6	127.30	234.16	5	1
AG 7	346.00	0.00	0	0
AG 8	119.34	0.00	0	0
AG 9	0.00	1,017.95	30	5
AG 10	0.00	996.00	30	7
AG 11	342.00	0.00	0	0
AG 12	0.00	372.31	10	3
AG 13	0.00	1,865.00	55	3
AG 14	0.00	606.60	23	4
AG 15	0.00	206.60	8	1
AG 16	0.00	367.15	12	0
Sous-total	2,604.74	9,415.37	301	44
Total	12,020.11			

Section	Longueur du réseau secondaire (m)		Nbre de regards d'égout (emplacements)	Regards d'égout endommagés (emplacements)
	Caniveaux à ciel ouvert	Conduites		
BD 1	0.00	0.00	0	0
BD 2	0.00	217.85	13	4
BD 3	0.00	382.12	19	0
BD 4	0.00	343.89	17	5
BD 5	0.00	245.17	12	8
BD 6	88.60	0.00	0	0
BD 7	0.00	166.50	7	6
BD 8	0.00	139.35	7	0
BD 9	0.00	246.61	12	4
BG 1	0.00	457.12	18	1
BG 2	0.00	502.43	19	1
BG 3	0.00	201.05	8	3
BG 4	0.00	462.14	20	4
BG 5	0.00	298.85	9	0
Sous-total	88.60	3,663.08	161	36
Total	3,758.68			

Dans une partie de la partie amont, la route a été remblayée, et le haut des regards d'égout est surbaissé par rapport à la route, ce qui facilite la pénétration de terre/sable. Sur une partie des regards d'égout, les habitants ont fait des travaux de tas.

Le Tableau 2-10 indique le résultats de l'état de l'état du réseau secondaire de la zone B.

c. Etude des dégâts dus à l'inondation

Pour saisir les dégâts dus à l'inondation dans les zones A et B, on a effectué une étude par interrogation dans les zones où des inondations ont eu lieu dans le passé. L'étude a porté sur l'inondation majeure de 1991 et sur les inondations annuelles récentes.

On a procédé à des interrogations à 210 emplacements, qui nous permis de juger des points suivants.

Les Tableaux 2-11 et 2-12 et les Figures 2-6 et 2-7 indiquent les résultats de l'étude des dégâts dus aux inondations dans les zones A et B, et une carte des dégâts de l'inondation de 1991 et des inondations ordinaires.

(a) Surface de la zone inondée	Zone A	Inondation de 1991	150,2 ha
		Inondation ordinaire	127,2 ha
	Zone B	Inondation de 1991	50,7 ha
		Inondation ordinaire	40,3 ha

(b) Surface inondée par profondeur d'inondation

		Moins de 30 cm (ha)	30-50 cm (ha)	50-100 cm (ha)	Plus d'1 m (ha)
Zone A	Inondation de 1991	50,0	12,0	83,7	4,3
	Inondation ordinaire	54,8	5,2	67,2	0
Zone B	Inondation de 1991	38,1	1,5	2,5	2,5
	Inondation ordinaire	32,8	4,8	2,7	0

Tableau 2-11 Résultats de l'étude des dégâts dus à l'inondation (zone A)

(inondation de 1991)

Zone inondée	Surface inondée (m ²)	Profondeur moyenne d'inondation (m)	Montant des dégâts (1.000 FCFA)	Population de la zone inondée (hab.)
A1	22.500	0,25	150	140
A2	105.000	0,50	3.000	1.942
A3	375.000	0,25	300	694
A4	22.500	0,60	1.500	417
A5	30.000	0,25	1.000	555
A6	90.000	0,60	2.000	1.665
A7	30.000	0,25	1.000	555
A8	7.500	0,25	300	139
A9	30.000	0,25	1.000	555
A10	22.500	0,40	800	417
A11	22.500	0,25	500	417
A12	45.000	0,25	1.000	833
A13	150.000	0,60	3.000	2.774
A14	22.500	0,25	1.600	417
A15	7.500	0,40	800	140
A16	7.500	0,40	800	140
A17	22.500	0,40	1.000	417
A18	30.000	0,60	1.000	555
A19	15.000	1,50	3.000	278
A20	22.500	0,25	1.600	417
A21	7.500	0,40	800	140
A22	15.000	0,25	1.000	278
Total	1.102.500	-	27.150	13.885

Tableau 2-12 Résultats de l'étude des dégâts dus à l'inondation (zone B)

(inondation de 1991)

Zone inondée	Surface inondée (m ²)	Profondeur moyenne d'inondation (m)	Montant des dégâts (1.000 FCFA)	Population de la zone inondée (hab.)
B1	22.500	1,60	2.500	417
B2	7.500	0,40	500	140
B3	142.500	0,25	500	2.635
B4	22.500	0,80	2.000	417
B5	1.500	1,60	8.000	278
B6	7.500	0,40	250	139
B7	22.500	0,25	200	417
B8	22.500	0,50	600	417
B9	15.000	0,50	1.600	278
B10	15.000	0,50	1.500	278
B11	15.000	0,40	1.500	278
Total	294.000	-	19.150	5.694

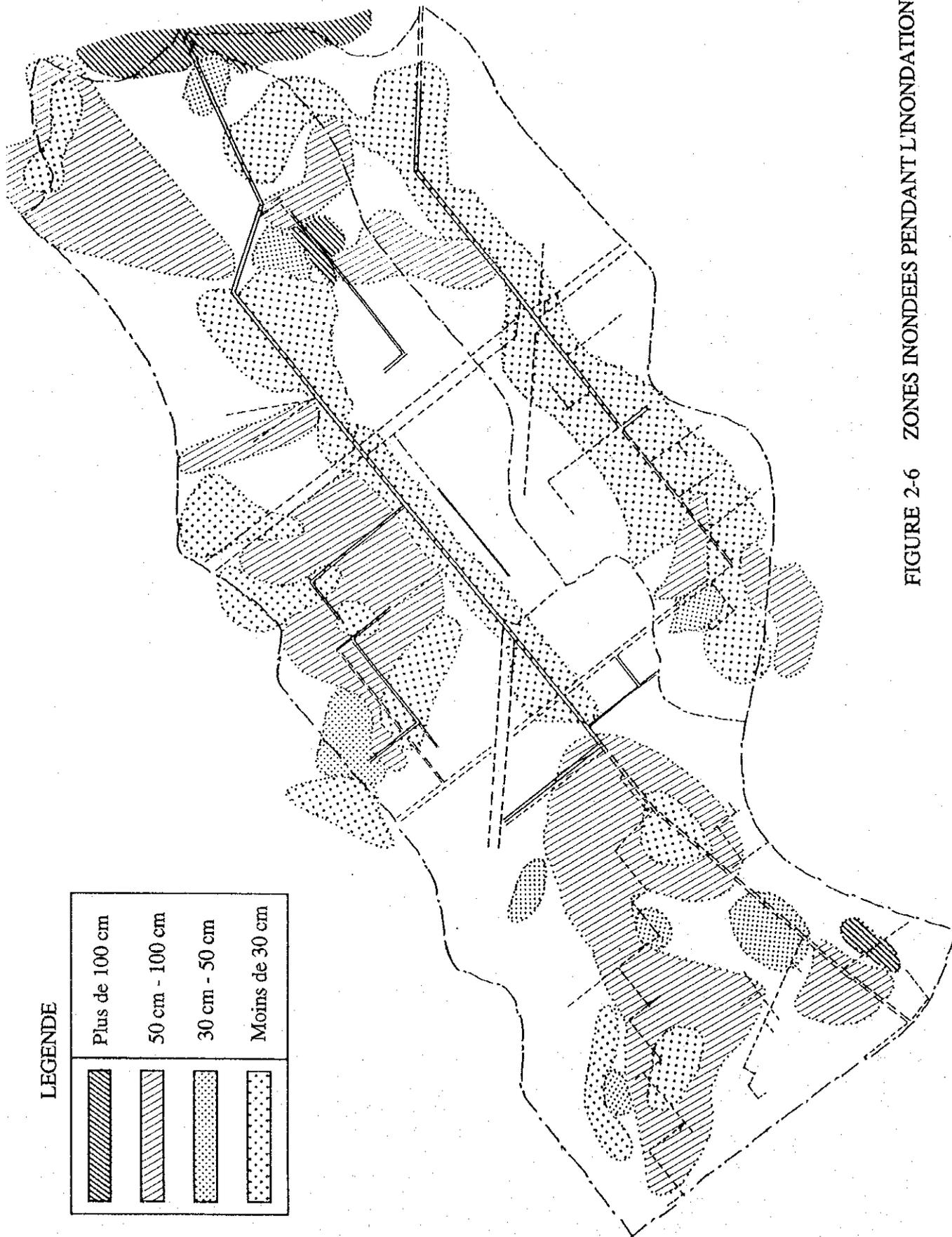


FIGURE 2-6 ZONES INONDEES PENDANT L'INONDATION DE 1991

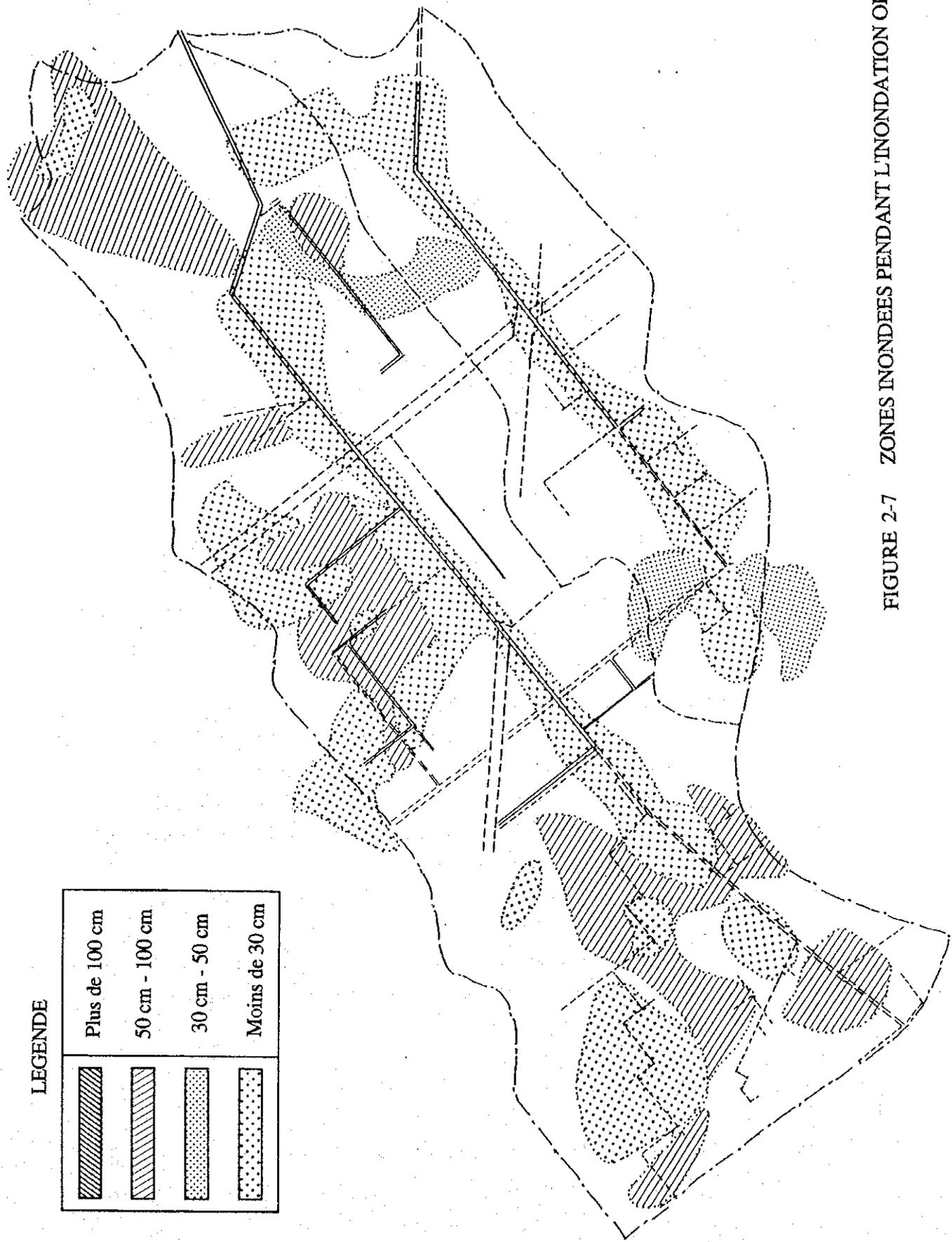


FIGURE 2-7 ZONES INONDEES PENDANT L'INONDATION ORDINAIRE

- (c) La durée de l'inondation ordinaire est de 1 à 3 jours pour la zone A et de 1 à 2 jours pour la zone B, mais par endroits, elle dure plus d'une semaine à cause de l'absence d'installations d'évacuation. Par ailleurs, l'inondation de 1991 a duré environ 1 semaine dans la zone A, mais plus d'un mois dans les zones du réseau secondaire sans installation d'évacuation ou à installation fonctionnant mal. Dans la zone B, l'inondation a été de 3 jours le long du réseau primaire, mais d'1 mois dans les sections sans canaux d'évacuation de la partie amont.
- (d) La population de la zone inondée a été estimée à environ 13.890 personnes pour la zone A et 5.690 personnes pour la zone B.
- (e) Le montant direct des dégâts dus à l'inondation est de 45 millions de F CFA pour les zones A et B (env. 9 millions de yens), mais indirectement, la durée de l'inondation a dégradé l'assainissement, et en particulier, la malaria s'est déclarée, et a menacé les habitants. Et l'écoulement de la terre/sable dû à l'érosion de la surface des routes est devenu un problème grave.
- (f) Le prolongement de l'inondation peut être dû aux deux raisons suivantes:
 - Absence de réseau secondaire, ou réseau secondaire bouché par la terre/sable.
 - Dans la zone, il y a des emplacements où le sol est plus bas que les environs, et l'eau accumulée à ses endroits n'a pas pu être évacuée par fonctionnement insuffisant, ce qui a provoqué l'inondation de longue durée.

Vu ces résultats, les points à étudier/mettre au clair pour ce projet sont les suivants:

- (a) Estimation de la capacité des installations d'évacuation actuelles et possibilités de maintenance pour le maintien des fonctions actuelles
- (b) Etude des canaux à ciel ouvert de la partie amont du réseau primaire
- (c) Etude de la nécessité du passage des conduites fermées à des caniveaux à ciel ouvert dans le réseau secondaire
- (d) Etude de la nécessité de construire de nouvelles installations dans les zones sans système d'évacuation
- (e) Etude de la nécessité de travaux de revêtement des routes pour éviter l'écoulement de la terre/sable vers les installations d'évacuation et l'érosion de la terre/sable de la route.

d. Etude du volume du trafic

On a effectué une étude du volume du trafic, à titre de référence pour déterminer les caractéristiques, pour les ponts dont la construction est jugée nécessaire pour les

nouvelles installations d'évacuation dans la requête pour la partie aval du réseau primaire des zones A et B.

Les nouveaux canaux de la zone A croiseront 4 routes, dont 1 route principale (Voir la Figure 2-8). Par ailleurs, les canaux de la zone B traverseront 3 routes, dont 1 route principale. On a effectué une étude du volume du trafic à 2 emplacement dans la zone A et 1 dans la zone B, soit un total de 3.

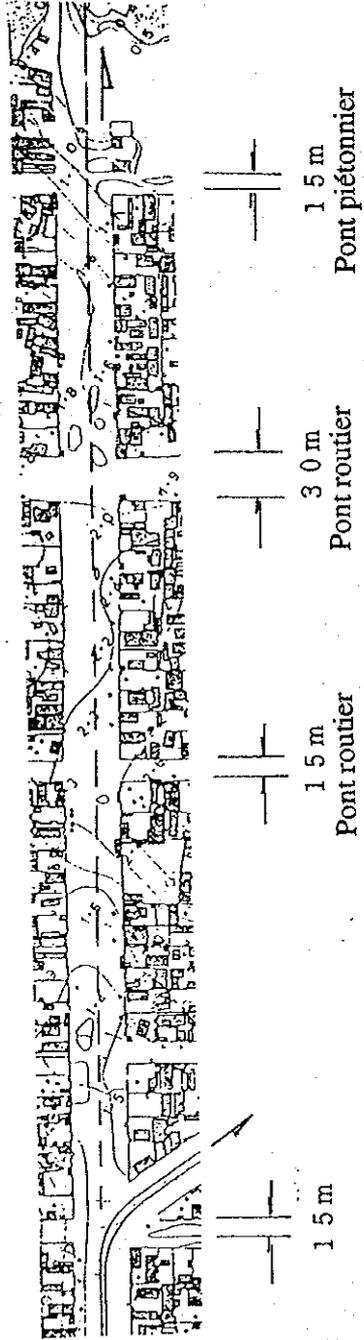
Cette étude a été faite les 28 (ve) et 29 (sa) juillet. Les Tableaux 2-13 et 2-14 en donnent les résultats.

Les routes qui croisent les nouveaux canaux sont toutes des routes non recouvertes, même les routes principales, d'une largeur de 15 à 30 m. Le revêtement de ces routes n'est pas prévu dans le Programme d'aménagement des routes de Cotonou.

Ces routes servent surtout comme routes pour les activités quotidiennes des riverains et comme route d'accès au marché (surtout dans la zone B).

Si l'on considère le volume du trafic horaire, il y a en période de trafic important 10 camions/heure et 30 voitures/heure.

Route croisant le nouveau canal A



Route croisant le nouveau canal B

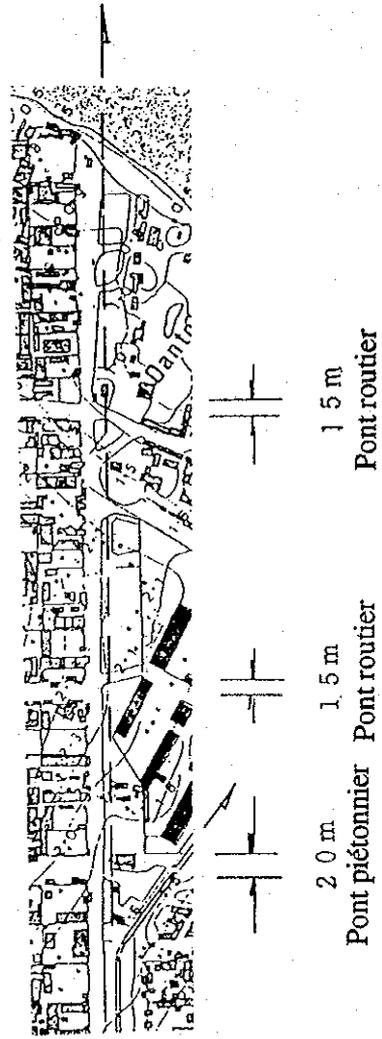


FIGURE 2-8 EMLACEMENT DE CONSTRUCTION DES PONTS

Tableau 2-13 Résultats de l'étude du volume du trafic (zone A)

Date de l'étude: 28 juillet 1994 (ve)

	Horaire	Camions	Voitures	Motocyclettes et bicyclettes	Piétons
A1	6-8	8	19	800	825
	8-10	3	14	695	625
	10-12	2	28	1.145	1.350
	12-14	1	60	475	1.100
	14-16	6	37	500	1.050
	16-18	23/43	62/220	1.465/5.080	3.080/ 8.030
	A2	6-8	1	16	450
	8-10	-	25	550	2.750
	10-12	3	31	360	1.480
	12-14	2	41	350	1.980
	14-16	6	38	360	2.310
	16-18	5/17	34/185	300/2.370	1.770/12.510
	A3	6-8			
	8-10				
	10-12	21	34	531	1.293
	12-14	11	47	851	1.144
	14-16	9	54	294	465
	16-18	9/60	25/160	583/2.259	927/ 3.829

Tableau 2-14 Résultats de l'étude du volume du trafic (zone B)

Date de l'étude: 29 juillet 1994 (sa)

	Horaire	Camions	Voitures	Motocyclettes et bicyclettes	Piétons
A1	6-8	1	10	900	850
	8-10	2	14	270	300
	10-12	-	16	535	1.080
	12-14	4	37	590	900
	14-16	2	36	475	820
	16-18	8/17	36/149	560-3.330	760/4.710
	A2	6-8	-	25	505
	8-10	3	49	585	2.490
	10-12	1	37	415	2.010
	12-14	2	39	425	1.680
	14-16	3	35	285	1.980
	16-18	6/15	33/218	230/2.445	1.390/11.630
	A3	6-8	4	-	610
	8-10	11	13	500	885
	10-12	20	30	925	1.760
	12-14	21	30	220	625
	14-16	12	28	446	821
	16-18	9/77	22/123	290/2.991	715/5.841

e. Etude des constructions à démolir

On a étudié les constructions à démolir en cas d'aménagement des canaux et routes le long du réseau primaire des zones A et B. Il s'agit de constructions illégales construites sur des terrains publics (routes et canaux), dont on a étudié les caractéristiques. La limite entre terrains public et privé se trouve à 2 m des bâtiments des terrains privés, vers la route, et les constructions à l'intérieur font l'objet de la démolition.

Voici les résultats de l'étude:

Le long du réseau primaire de la zone A	Côté droite	Côté gauche
Béton	104 m ³	215 m ³
Briques	740 m ³	322 m ³
Le long du réseau primaire de la zone B	Côté droite	Côté gauche
Béton	100 m ³	59 m ³
Briques	401 m ³	62 m ³

Les Tableaux 2-5 et 2-16 donnent les détails de ces constructions.

f. Projet routier concernant la zone du projet

La Figure 2-9 indique la zone A/B de l'étude, l'état et les projets pour les routes environnantes. La surface des routes compte pour environ 46% dans l'utilisation des terres de la zone de l'étude, dont seule une partie est revêtue. La longueur des routes revêtues dans la zone de l'étude est comme suit.

Routes pavées	Zone A: 0,55 km	Zone B: 0,60 km
Routes bitumées	Zone A: 2,30 km	Zone B: 1,60 km

Le projet des routes de Cotonou comprend 3 phases, dont les différences sont comme suit.

- Phase I: La conception et le plan sont achevés, et le financement est décidé. Les travaux sont commencés, ou bien vont commencer bientôt (1995 compris). La portée des travaux est petite, et les travaux devraient tous se terminer en 3 à 6 mois.
- Phase II: Le plan et la conception sont achevés. Le financement n'est pas décidé.
- Phase III: Fait partie du programme général, mais l'étude n'a pas été faite. Les travaux devraient être réalisés pour l'an 2000 ou 2005.

Les routes des vieux quartiers de Cotonou ont été aménagées pendant la colonisation française, un espace suffisant a été prévu même pour les routes non revêtues, et les nouveaux travaux à effectuer sont le revêtement des chaussées et trottoirs, ainsi que l'aménagement des fossés d'évacuation.

Comme indiqué au paragraphe des installations d'évacuation existantes, il n'y a pratiquement pas de fossés d'évacuation pour les routes non revêtues dans la zone de l'étude, et pour cette raison, dans les zones où le sol est plus bas que les environs, l'inondation se déclare facilement, et dure longtemps. Dans ce type de zone, les travaux routiers amélioreront considérablement la situation, et auront un grand effet sur le volume d'écoulement dans la partie aval. Par conséquent, il est nécessaire de considérer la cohérence entre le projet d'évacuation et le projet routier dans ces zones.

Le projet de routes pour la zone de l'étude est comme suit:

- Phase I:	(routes en construction)	Zone A 1,65 km	Zone B néant
- Phase II:		Zone A 1,95 km	Zone B néant
- Phase III:		Zone A 0,65 km	Zone B 0,2 km

(7) Etude du matériel

On a effectué une étude sur place à l'atelier de réparation de Cotonou de la Direction du matériel des travaux publics du Ministère des travaux publics et des transports, en tant qu'étude de base pour faire une proposition de fourniture de matériel, incluant une étude de pertinence du matériel de construction et du matériel de maintenance requis par le Gouvernement Béninois auprès du Gouvernement Japonais.

(a) Matériel de la Direction du matériel des travaux publics, Ministère des Travaux publics

La Direction du matériel des travaux publics dispose d'un atelier à Cotonou équipé de grands engins de construction, tels que camion benne, bulldozer, chargeur sur pneus, compacteur sur pneus, etc. ainsi que petit camion, véhicule de réparation des routes, compresseur, bétonnière, différents types de pompes, du petit matériel, et du matériel de maintenance. Ce matériel est principalement utilisé pour la construction ou la maintenance des routes, et les types (français, américain, japonais, italien, allemand) et quantités sont variables. Mais, bien que le matériel soit important, les pièces de rechange font défaut, et beaucoup de véhicules ne fonctionnent pas à cause des bases techniques pour l'entretien insuffisantes. Le Tableau 2-17 donne la liste du matériel en état de fonctionnement du Ministère des travaux publics et des transports et de son atelier de Cotonou.

Tableau 2-15 Constructions à démolir (zone A)

	No	Type	Emplacement	Nbre d'emplacements	Surface ou volume	Total	
Côté gauche	1	Construction en briques	Aval du pont n°11	1	24m ²	321,95m ²	
	2	"	Aval du pont n°10	2	123m ²		
	3	"	Amont du pont n° 7	1	25m ²		
	4	"	Amont du pont n° 4	2	59m ²		
	5	"	Aval du pont n°4	3	50,75m ²		
	6	"	Amont du pont n° 2	1	25,2m ²		
	7	Construction en béton	Aval du pont n°10	1	15m ²		
	8	"	Amont du pont n° 4	3	122,4m ³		
Côté droite	9	Construction en briques	Aval du pont n°10	1	86,7m ³	215,1m ³	
	10	"	Aval du pont n°4	1	6m ³		
	11	Construction en briques	Aval du pont n°10	2	328m ²		740m ²
	12	"	Aval du pont n°8	1	180m ²		
	13	"	Amont du pont n° 7	1	27m ²		
	14	"	Amont du pont n° 3	1	18m ²		
	15	"	Amont du pont n° 2	2	160m ²		
	16	"	Aval du pont n°2	1	6m ²		
	17	"	Amont du pont n° 1	1	21m ²		
	18	Construction en béton	Aval du pont n°10	2	60m ³		
19	"	Aval du pont n°6	3	21,6m ³			
20	"	Amont du pont n° 5	1	2m ³			
21	"	Aval du pont n°5	1	16,5m ³	104,1m ³		
22	"	Amont du pont n° 1	1	4m ³			

Tableau 2-16 Constructions à démolir (zone B)

	No	Type	Emplacement	Nbre d'emplacements	Surface ou volume	Total	
Côté gauche	1	Construction en briques	Amont du pont n° 3	2	50m ²	62m ²	
	2	"	Amont du pont n° 5	1	12m ²		
	3	Construction en béton	Amont du pont n° 3	3	34,8m ³		
	4	"	Amont du pont n° 5	1	3,6m ³		
Côté droite	5	"	Aval du pont n° 5	1	21m ³	59,4m ³	
	6	Construction en briques	Aval du pont n° 1	1	60m ²		
	7	"	Aval du pont n° 2	1	66m ²		
	8	"	Amont du pont n° 3	3	63,2m ²		
	9	"	Aval du pont n° 3	1	36m ²		
	10	"	Amont du pont n° 4	2	16,9m ²		
	11	"	Amont du pont n° 5	1	50m ²		
	12	"	Aval du pont n° 5	2	109m ²		401,1m ²
	13	Construction en briques	Aval du pont n° 2	1	50m ³		
	14	"	Aval du pont n° 3	1	2,88m ³		
	15	"	Amont du pont n° 3	6	47,6m ³		100,48m ³

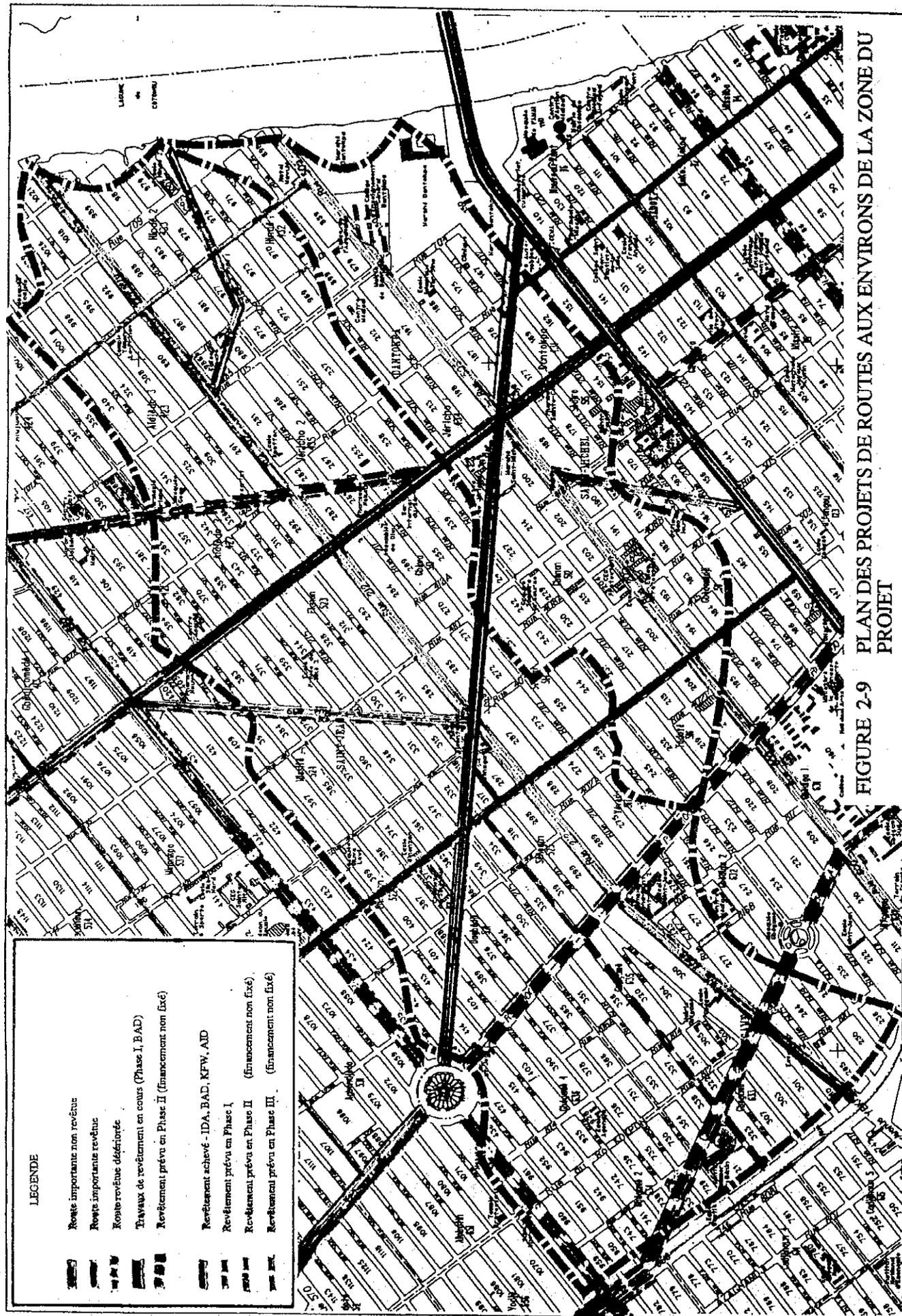


FIGURE 2-9 PLAN DES PROJETS DE ROUTES AUX ENVIRONS DE LA ZONE DU PROJET

(b) Atelier de réparation de Cotonou du Ministère des travaux publics et des transports

L'atelier de réparation de Cotonou du Ministère des travaux publics et des transports (transféré en 1951) se trouve sur un terrain d'environ 40.000 m² à environ 4 km du centre de Cotonou. Il y a des ateliers de réparation pour les différents moteurs pour les engins lourds, les véhicules, les voitures, un atelier de carrosserie, un atelier de machines-outils, et un bureau pour chaque section. 125 employés s'y occupent de la réparation et de la maintenance des véhicules et du matériel.

Il n'y a pas de manuel pour la réparation ou la maintenance dans cet atelier, les véhicules sont contrôlés toutes les 200 à 300 heures (bulldozers, chargeurs sur pneus) et les véhicules de déplacement (camions bennes, porte-chars, etc.) tous les 5.000 km; on remplace alors le filtre à huile, et les autres filtres et les nettoie, effectue la lubrification et les contrôles. Mais le budget de fonctionnement et de maintenance est insuffisant, et la gestion du stock est très réduite, les pièces d'usure et pièces de rechange à remplacement fréquent sont insuffisantes, et la réparation des véhicules et matériels exige beaucoup de temps.

Cet atelier assure à titre payant la réparation du matériel des autres ministères et entreprises privées, et le Ministère des travaux publics et des transports loue du matériel (avec opérateur) à prix très bas pour les travaux routiers dans les différentes régions, et ne peut pas louer de matériel pour les travaux publics d'autres ministères par manque de matériel.

Tableau 2-17 Matériel du Ministère des Travaux Publics et des Transports

Dénomination	Caractéristiques	Nombre (unités)	Nombre en fonctionnement (unités)
Camion benne	Charge utile de 5 m ³ et 7 m ³	95	47 (11)
Bulldozer	14 - 27 t (type véhicule)	16	8 (1)
Niveleuse	2,7 m (largeur de lame)	26	21 (2)
Chargeur sur pneus	1,8 à 3,1 m ³ (capacité du godet)	9	8 (2)
Rouleau à pneus	7 t - 9 7 (type véhicule)	12	9 (1)
Rouleau à pneus	4 t (type véhicule) remorque	14	14 (3)
Petit rouleau vibrant	650 kg (type véhicule)	15	13 (7)
Tracteur agricole	65 ps	44	Inconnu (5)
Remorque 1 essieu	3 m (pour tracteur agricole ci-dessus)	45	Inconnu (1)
Camion citerne	6 - 11 m ³ (eau, carburant)	24	22 (7)
Remorque citerne	2,5 m 20 m	11	Inconnu (1)
Camion	Charge de 4 - 8 t	5	2 (1)
Camion atelier, camion citerne à carburant		15	14 (5)
Remorque		7	4 (3)
Camion atelier de réparation des routes		7	6 (2)
Bétonnière	0,30 m ³	17	14 (4)
Compresseur	2 m ³ / m - 3,5m ³ / m	6	Inconnu (2)
Générateur	33 kVA	9	8 (1)
Appareil à souder à moteur		5	Inconnu (2)
Motopompe	3	15	Inconnu (6)
Véhicules de soutien		37	Inconnu (24)

Note: Les chiffres () indiquent le nombre de véhicules de l'atelier de réparation de Cotonou du Ministère des Travaux Publics et des Transports en état de fonctionner.

2.3.4 Aperçu des installations et du matériel

Les travaux et le matériel à fournir pour le projet ont été définis comme suit sur la base de l'étude du contenu de la requête du paragraphe 2.2

Les 3 principaux éléments sont:

- a. Réfection des installations principales des réseaux primaires existants
- b. Construction de nouveaux réseaux primaire et secondaire
- c. Fourniture de matériel pour la maintenance des installations d'évacuation.

1) Travaux des installation d'évacuation

- Réhabilitation des réseaux primaires existants

(zone A: longueur totale: 2.419 m, dont 597 m à remplacer et 95 emplacements à réhabiliter, zone B: longueur totale de 1.364 m, dont 300 m à remplacer et 50 emplacement à réhabiliter)

- Travaux de berge sur les deux côtés des réseaux primaires existants (zone A: 4.089 m², zone B: 1.144 m²)
- Revêtement des trottoirs le long des réseaux primaires existants (zone A: 2.900 m, zone B: 1.000 m)
- Revêtement des routes le long des réseaux primaires existantes (zone B: 550 m)
- Construction d'un nouveau réseau primaire (zone A: 1.554 m, zone B: 998 m)
- Construction ou remplacement de réseau secondaire (zone A: 1.525 m, zone B: 250 m)
- Revêtement de trottoirs le long des nouveaux réseaux primaires (zone A: 2.200 m, zone B: 1.100 m)
- Revêtement des routes le long des nouveaux réseaux primaires (zone B: 350 m)
- Construction de dalots (zone A: 7 emplacements, zone B: 7 emplacements)
- Aménagement de la surface de la route (zone A: 69.940 m², zone B: 5.000 m²)

2) Fourniture de matériel

Chargeur hydraulique sur pneus (1 unité de 0,7 m³), camion benne (1 unité, 11 t, 5 unités de 4 t), pick-up (1 unité), bétonnière (1 unité de 0,3 m³), marteau piqueur (1 unité), vibreur pour béton (2 unités), compresseur (1 unité), motopompe (1 unités), pièces de rechange (1 lot), équipement de sécurité (20 lots), petit matériel (20 lots)

2.3.5 Projet de maintenance

Après l'achèvement des travaux dans la zone du projet, pour le projet de maintenance, il faudra mettre au clair le contenu de la maintenance, ainsi que le personnel, le matériel et le frais généraux requis pour cette maintenance. En voici les détails.

1) Maintenance des installations d'évacuation des eaux pluviales

Les éléments de la maintenance et des quantités nécessaires au maintien du bon fonctionnement des installations d'évacuation des eaux pluviales sont comme suit.

- Evacuation du sable des réseaux d'évacuation des eaux pluviales (2 fois par an, une fois avant chaque saison des pluies)

Réseaux primaires	585 m ³ /an
<u>Réseaux secondaires</u>	<u>65 m³/an</u>
Total	650 m ³ /an

(d'après les données locales, on a calculé un volume d'écoulement de terre sablonneuse de 4 m³/ha/an et une surface de route non recouverte de 164 ha)

- Réfection des dégâts sur les canaux d'évacuation 10 emplacements/an
- Aménagement de la route longeant le réseau secondaire 3.600 m²/an

- Coupe de l'herbe le long du réseau primaire (4 fois par an) 4 x 7.400 m²/an
- Evacuation de la terre et du sable des trous d'homme 2 x 460 emplacements/an

2) Maintenance du matériel

Le Tableau 2-18 indique le matériel de maintenance, et le Ministère propose d'établir un atelier dans l'atelier du Ministère des Travaux publics et des Transports, pour la maintenance du matériel. (Voir Figure 2-10.)

Si ce matériel n'est utilisé que pour les zones A et B, il ne sera pas employé tout le temps, et il est évident qu'il doit être utilisé pour l'ensemble de la ville de Cotonou.

3) Personnel nécessaire

- | | |
|---|--|
| a) Personnel nécessaire pour la maintenance des installations | Employé assistant : 1
Technicien travaux publics : 1
Ingénieur assistant : 2 |
| b) Personnel nécessaire pour la maintenance du matériel | Employé assistant : 1
Gestionnaire du dépôt: 1
Mécanicien: 1
Aide: 2
Opérateur d'engin: 1
Chauffeur : 4 |

L'affectation du personnel ci-dessus a été abordée au paragraphe a) ci-dessus, le projet de recrutement (4 personnes) de la Direction de l'Urbanisme et de l'Assainissement assurera ce personnel, et pour b) on changera l'affectation des techniciens assistants, ouvriers spécialisés actuels du Ministère, ou bien on engagera du nouveau personnel.

4) Frais

Les frais occasionnés par l'exécution du projet de maintenance ci-dessus ont été estimés comme suit:

- Maintenance des installations d'évacuation des eaux pluviales
30.418.160,- F CFA (frais de personnel: 16.020.000,- FCFA)
- Maintenance du matériel
19.680.000,- F CFA (frais de personnel: 7.140.000,- FCFA)

Tableau 2-18 Liste du matériel de maintenance

No	Désignation	Spécification	Qté	Remarques	Durée d'usage
1	Pelle hydraulique sur pneus	Type hydraulique 0,7 m ³ 150 PS	1	Transport de la terre et du sable, creusement (type pelle hydraulique houe arrière)	5
2	Rouleau vibrant	Vibration manuelle 1,7 t 5,0 PS	1	Compactage des fondations de la chaussée	5
3	Camion benne	Charge utile 11 ton 335 PS Moteur diesel	1	Classe 10,5 t	4
4	Camion benne	Charge utile 4 ton 184PS Moteur diesel	5		4
5	Tracteurs bennes	Charge utile 2 ton 18,6 PS	2	Transport de la terre-sable (spécifications transporteur sur roues à benne)	5
6	Pick-up (double cabine)	Cylindrée 2000 cc 5 places 4WD	1	Transport du personnel de supervision	4
7	Bétonnière	Transportable 0,3m ³ , mélange	1	Classe 0,3 m ³	5
8	Marteau piqueur	Poids 30kg dia. cylindre 45 mm	1	Broyage du béton (marteau piqueur)	5
9	Vibreux pour béton	Haute fréquence, dia. 45mm	2	Bétonnage (vibreux à moteur de type tige)	4
10	Compresseur	Débit 2,0 m ³ /min 19 PS	1	Source d'énergie pour marteau piqueur (compresseur à moteur portable)	7
11	Equipements de sécurité			Protection des ouvriers	
	Casque		20		
	Gants		20		
	Habit protège corps		20		
12	Petit matériel			A usages divers	
	Pelles		20		
	Barre à mine	l = 90cm	20		
	Houes		20		
	Traîneaux pour transport pavés	Route caoutchouc	20		
13	Tondeuse	Porté sur l'épaule dia. couteau 230 mm 0,8 PS	5		5
14	Motopompe	Dia. d'orifice 80mm hauteur de relevage 20m 5kW	4	Evacuation provisoire lors des travaux (motopompe polyvalente)	5

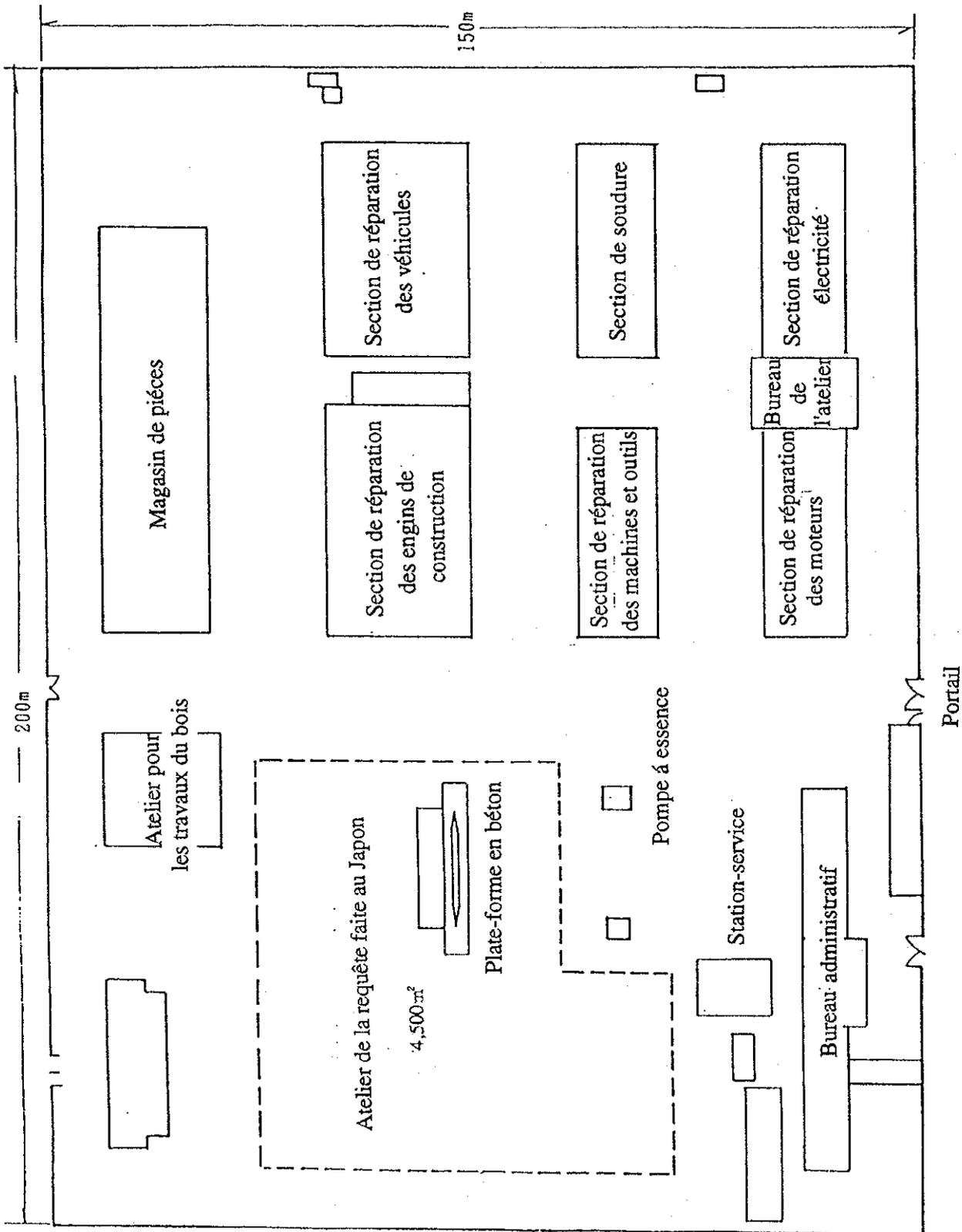
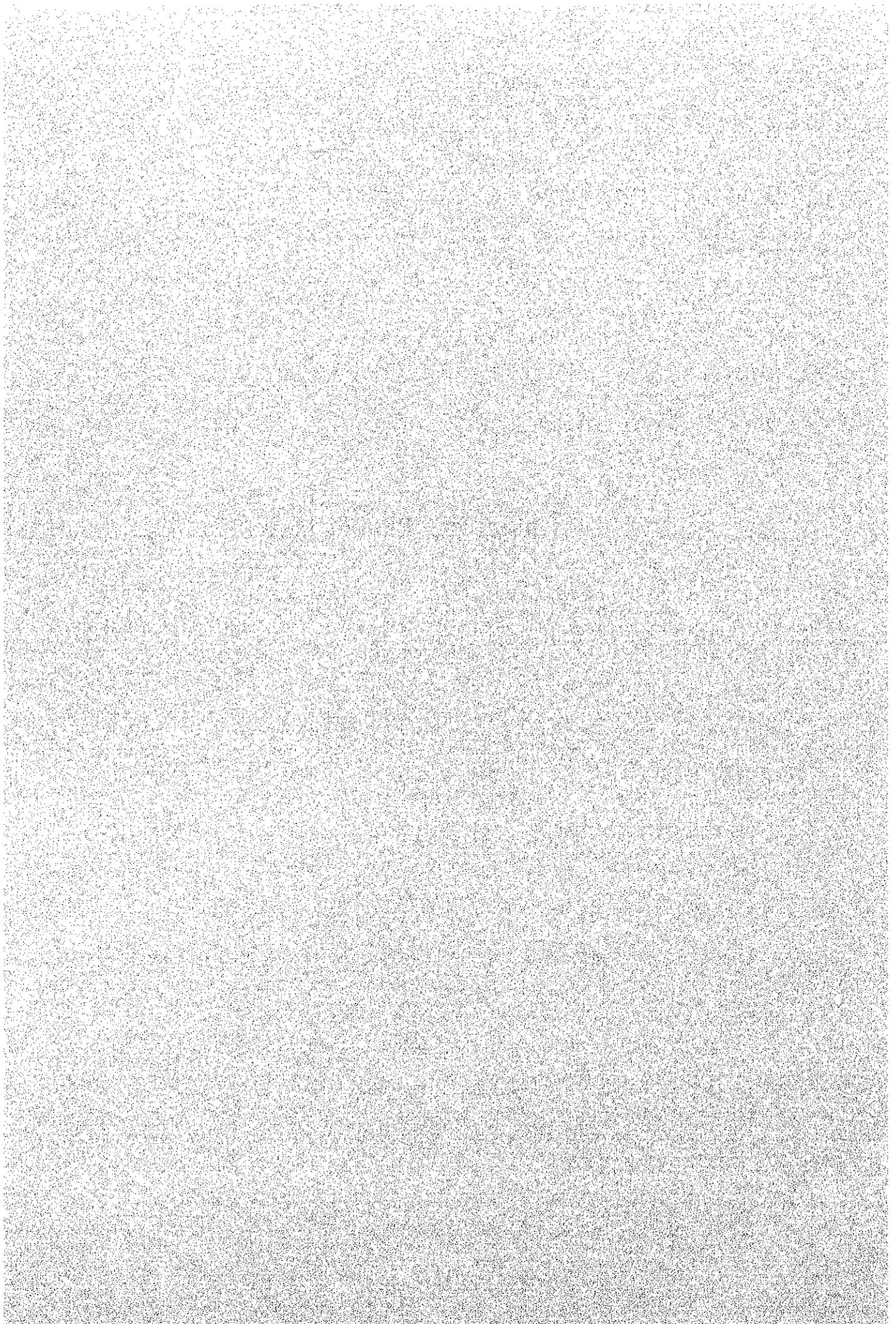


FIGURE 2-10 PLAN DE L'ATELIER DU MINISTRE DES TRAVAUX PUBLICS ET DES TRANSPORTS

Chapitre 3 Plan de base



Chapitre 3 Plan de base

3-1 Orientation de la conception

Le présent projet prévoit la réhabilitation et la construction d'installations d'évacuation des eaux pluviales dans les zones A et B de Cotonou, en République du Bénin, dans la cadre de la Coopération financière non-remboursable.

Le réseau d'évacuation des eaux pluviales de la ville de Cotonou a été aménagé sur la base du Plan directeur établi avec l'aide française en 1963. Par ailleurs, ce Plan directeur a été revu avec l'aide de la Banque Mondiale en 1984, mais les travaux de modification n'ont pas pu être réalisés faute de moyens financiers. La requête déposée auprès du Japon se fonde sur ce contenu. D'autre part, actuellement une révision d'un Plan directeur à zone objet élargie est en cours avec l'aide de la Banque Africaine de Développement.

Par conséquent, le présent projet devra être cohérent avec ces Plans directeurs existants, et les orientations de base ont été définies comme suit:

- 1) La zone objet du projet étant limitée, on utilisera une formule rationnelle pour l'écoulement des eaux pluviales.
- 2) Pour les nouveaux canaux d'écoulement des eaux, on établira un type canal à ciel ouvert pour faciliter la maintenance, par exemple l'élimination de la terre, du sable et des déchets.
- 3) Actuellement, des travaux de même type sont réalisés dans cette zone (travaux de construction de canaux d'évacuation, travaux de revêtement de routes/fossé latéral), et les types de canaux d'écoulement et les normes de revêtement des routes/trottoirs seront conformes à ceux desdits travaux.
- 4) Pour l'exécution du projet d'évacuation des eaux pluviales dans cette zone, il faudra un ajustement au programme du plan d'aménagement des routes (travaux de revêtement et fossés d'évacuation).
- 5) Les sociétés locales ont une grande expérience de ce type de travaux, et possèdent le matériel afférent, le projet sera donc réalisé en utilisant efficacement les sociétés locales pour les travaux.

- 6) Bien qu'une partie du matériel nécessaire pour les travaux du projet soit composée de produits importés, tout le matériel est disponible sur place, et l'approvisionnement en matériel se fera en principe sur place.
- 7) Le niveau technique de la Direction de l'Urbanisme et de l'Assainissement, organisme d'exécution du projet, concernant la maintenance ne pose pas de problème, mais elle manque de moyens financiers. Mais jusqu'à présent, elle a assuré des travaux de maintenance avec l'aide financière d'organismes internationaux, et l'on estime qu'elle pourra encore dans l'avenir obtenir la part manquante grâce à cette aide.
- 8) Les installations du projet sont des canaux d'évacuation des eaux pluviales, et si l'on considère le maintien des fonctions, les possibilités d'exécution pendant la saison des pluies, la période des travaux sera considérablement limitée par la saison des pluies. Et vu l'envergure des travaux, il est jugé pertinent de prévoir des travaux en 3 phases.

3-2 Etude des conditions de la conception

- (1) La précision de la conception sera que le coût des travaux calculé sera maintenu à $\pm 10\%$ d'écart avec le coût des travaux calculé dans la conception détaillée.
Toutefois, la monnaie du Bénin a été dévaluée en février dernier, et l'on peut penser qu'après cela, les prix et les frais de personnel ont considérablement augmenté.
Par ailleurs, les conditions topographiques qui servent de base à la conception des installations (en particulier des réseaux secondaires) du projet sont anciennes, il faudra tenir compte de leur révision au cours de la conception détaillée.
- (2) Les précipitations du projet seront celles du Plan directeur de 1985 et du Plan directeur en cours d'établissement. La probabilité sera de 1/1 an.
- (3) Le débit du projet, qui servira de base à la définition des dimensions des installations, sera établi par calcul selon la formule de Manning, sans tenir compte de l'effet d'accumulation dans le bassin fluvial.
- (4) Les conditions d'utilisation du sol seront celles de la fin de la Phase 3 du Programme de revêtement des routes de la zone du projet (année objet: 2005). Le taux de revêtement est d'environ 15% dans cette zone (pourcentage des routes en surface: 46%), et le taux de surface non inondée dans les zones résidentielles étant de 70%, cela fait un taux de surface non inondée total d'environ 45%.
- (5) Le niveau d'eau extérieur au projet (niveau d'eau de la lagune) est considéré de +0,7 m (niveau d'eau moyen du lac).

Le niveau d'eau extérieur au projet devient maximum lors du débordement de la rivière Ouémé, ce qui arrive généralement en septembre. En fait, les pluies importantes surviennent à des périodes différentes dans le nord et le sud du Bénin, et on ne considère pas que l'inondation de Cotonou et le débordement de la rivière Ouémé sont simultanés (comme dans le Plan directeur actuel).

- (6) Les critères de conception des installations du projet sont comme suit.
- Normes techniques du contrôle des débris du fleuve du Ministère de la construction (proposition)
 - Orientation de la conception des installations d'égout et explication
 - Normes techniques des bassins d'ajustement de lutte contre le désastre (proposition)

3.3 Plan de base

3.3.1 Sites du projet et agencement

(1) Sites du projet

Les zones A et B objets du projet se trouvent au centre de la ville, et les installations d'évacuation sont presque toutes aménagées sur des terrains prévus pour des routes. La surface prévue pour les routes dans cette zone est d'environ 45%, ce qui est un espace suffisant pour des routes urbaines. Mais la plupart de ces routes ne sont pas revêtues (85%), la pénétration des eaux pluviales est renforcée, et l'érosion est importante.

Environ 15% des routes de la zone du projet seront revêtues, projet futur inclus, et sur les routes revêtues, les réseaux secondaires traitent l'eau évacuée par les routes et les environs.

Les réseaux primaires se situent au centre des routes de 40 m dans les zones A et B, et des canaux à ciel ouvert ou conduites sont installés. En particulier, dans la zone A, dans beaucoup de secteurs, les berges sont plus élevées que les canaux, et l'accotement des routes et la chaussée sont très érodés.

Par ailleurs, les réseaux secondaires sont généralement enterrés sur le côté des routes (largeur de 15 à 40 m). En dehors des conduites enterrées sous des routes revêtues, la pénétration de terre-sable dans les installations d'évacuation est très importante.

Sur les routes non revêtues, la chaussée est souvent inégale par manque de maintenance, et comme il existe des dépressions éparpillées, les conditions d'évacuation des eaux sont très mauvaises.

(2) Agencement

Les nouveaux réseaux primaires seront installés au centre des routes (routes de 40 m pour les deux zones) comme les réseaux primaires existants, dans les parties amont et aval.

Cependant, dans la partie aval du réseau de la zone B, des constructions publiques (école) coupent partiellement la route, et il faudra penser à un autre tracé à cet endroit.

D'autre part, dans la partie amont, le réseau primaire existant se situe pratiquement au centre de la route (conduite), mais pour utiliser tel quel ce canal, lors de la sélection du tracé du nouveau canal, il faudra effectuer des ajustements au moment du plan détaillé, après confirmation de la hauteur et de l'emplacement des installations existantes.

Les nouveaux réseaux secondaires seront installés sur le côté de la route, de manière à éviter les arbres et les installations existantes.

Pour la section où une école primaire est construite le long du réseau secondaire AG5 (voir la Figure 2-5), on choisira en principe un tracé évitant les bâtiments. Ainsi, on installera un nouveau canal en utilisant environ 3 m d'espace libre.

Comme indiqué au paragraphe 2-2, pour les parties centrale et amont des réseaux primaires existants, on empêchera l'érosion et l'affaissement du talus par la stabilisation de berge, que le canal soit réhabilité ou non, et améliorera la capacité d'écoulement.

Pour cela, le canal sera à plusieurs sections, la plus petite de 2 m de largeur, ce qui permettra la réhabilitation ou bien l'élargissement du canal dans l'avenir.

3.3.2 Conception des installations

(1) Réseaux primaires

1) Calcul de la capacité d'écoulement actuelle

La capacité d'écoulement actuelle est calculée à partir de la section actuelle et de la pente des canaux. La section actuelle et la pente des canaux peut être estimée à partir du Plan directeur de 1985 et des résultats de l'étude du plan de base de la JICA de 1994.

Dans le Plan directeur de 1985, l'état des canaux en béton était indiqué comme suit.

	Zone A	Zone B
Largeur à la base	2.0 - 4.5 m	1.5 m
Profondeur d'eau	1.25 m	1.0 m - 1.25 m
Talus	1 : 1	1 : 1

Par ailleurs, les relevés effectués lors de l'étude du plan de base indiquent que la profondeur d'eau moyenne des canaux en béton était de 1,3 m environ dans les deux zones A et B. De plus, d'après les documents collectés au moment de l'étude, la largeur à la base des canaux était de 4,0 à 2,5 m dans la zone A et e 1,5 m dans la zone B.

La pente longitudinale des canaux mesurée a été de 1/2015 pour la zone A et de 1/1075 pour la zone B. La pente longitudinale des canaux a été calculée à partir de la hauteur de paroi des canaux parce qu'on a estimé que de la terre et du sable étaient déposés dans la base.

Vu les points ci-dessus, le tableau ci-dessous indique la capacité d'écoulement actuelle des zones A et B calculée à partir de la section et de la pente des canaux.

Section de calcul de la capacité d'écoulement et capacité d'écoulement

	Zone A		Zone B	
Pente des canaux	1/2015		1/1075	
Profondeur d'eau	1,25 m		1,25 m	
Pente du talus	1 : 1		1 : 1	
	Largeur à la base	Capacité d'écoulement	Largeur à la base	Capacité d'écoulement
Largeur à la base et capacité d'écoulement	P0~P23:4,0 m P23~P27:3,5 m P27~P31:3,0 m P31~P36:2,5 m	5,3 m ³ /s 4,7 m ³ /s 4,1 m ³ /s 3,5 m ³ /s	P0~P23:1,5 m	2,6 m ³ /s
Niveau d'eau extérieur	+0,7 m		+0,7 m	

2) Calcul du débit

Les emplacements de calcul du débit sont l'embouchure des canaux existants et des nouveaux canaux prévus dans les rivières, les points de séparation des nouveaux canaux, les points de départ des canaux à ciel ouvert (Figure 3-1). Les conditions de calcul du débit sont indiquées ci-dessous, et le Tableau 3-1 indique les résultats du calcul de débit.

- Surface d'accumulation d'eau

La surface d'accumulation d'eau des canaux existants jusqu'aux embouchures a été ajustée sur celle du Plan directeur de 1985, et la surface d'accumulation d'eau à

chaque point de calcul a été calculée avec un planimètre à partir du bassin de la carte topographique au 1/5000e.

Tableau 3-1 Résultats des calculs de débit

Zone	Point de calcul	Surface d'accumulation d'eau (ha)	Longueur max. de canal (m)	Intensité des pluies au temps de concentration (mm/h)	Débit (m ³ /s)	Remarques
Zone A	A1	300,5	3.580	28,75	12,02	Après la construction des nouveaux canaux
	A1	35,1	835	65,47	3,19	
	A2	229,0	2.745	37,42	11,90	
	A3	118,0	1.160	57,89	9,50	
Zone B	A4	265,4	3.615	28,36	10,45	Après la construction des nouveaux canaux
	B1	117,6	2.265	42,40	6,95	
	B1	18,4	500	61,13	1,56	
	B2	90,0	1.765	47,96	6,00	
	B3	47,0	900	63,63	4,15	
	B4	99,2	2.345	41,60	5,73	

Figure 3-1 Points de calcul du débit



	Zone A	Zone B
Embouchure de canal existantes	300,5ha	117,6ha
Embouchure de canal prévue	265,4ha	99,2ha
Point de séparation des nouveaux canaux	229,0ha	90,0ha
Point de départ des canaux à ciel ouvert	118,0ha	47,0ha

- Méthode de calcul du débit

On a utilisé la méthode rationnelle. Pour calculer le temps de concentration de l'inondation, on a utilisé un temps d'écoulement nécessaire de 30 minutes (zone résidentielle plate: norme ASCE) et une vitesse d'écoulement de 0,8 m/s (vitesse moyenne lors de l'inondation dans les canaux existants).

- Intensité des pluies

On a utilisé la force des pluies établie par le CIEH (Comité d'étude hydrologique africain). La courbe d'intensité des pluies établie par le CIEH indique les valeurs suivantes pour l'intensité des pluies à 60 min. et 30 min.

60 min.: 52 mm/h

30 min.: 82 mm/h

- Probabilité des pluies

On a défini une probabilité de 1/1 an en combinant le Plan directeur de 1985 et le projet actuellement en cours.

- Taux de débit

Le taux de débit f a été défini à $f=0,5$ compte tenu des conditions dans le bassin et du revêtement des routes dans l'avenir.

3) Estimation des réseaux primaires actuels

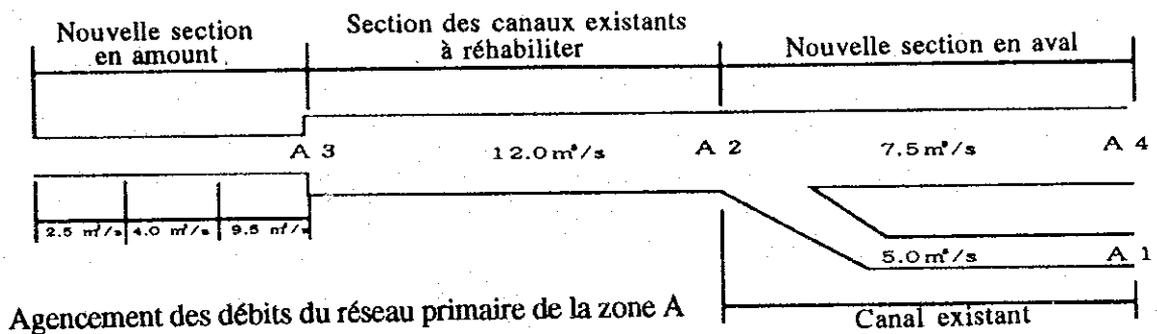
Comme le montre le Tableau 3-1, si la capacité d'écoulement des réseaux primaires est estimée uniquement à partir des canaux en béton, le débit du projet n'est pas atteint dans les zones A et B. Dans une partie des zones, il y a de l'espace entre le dessus du canal en béton et le fondement des deux berges, et l'on suppose que l'inondation utilise cet espace pour s'écouler.

Mais, en tout cas, il est difficile d'assurer l'écoulement de l'inondation objet du projet avec la section actuelle. En particulier, dans la partie aval, il n'y a pas d'espace libre entre le haut du canal en béton et le fondement des deux berges, ce qui se traduit par un problème d'inondation.

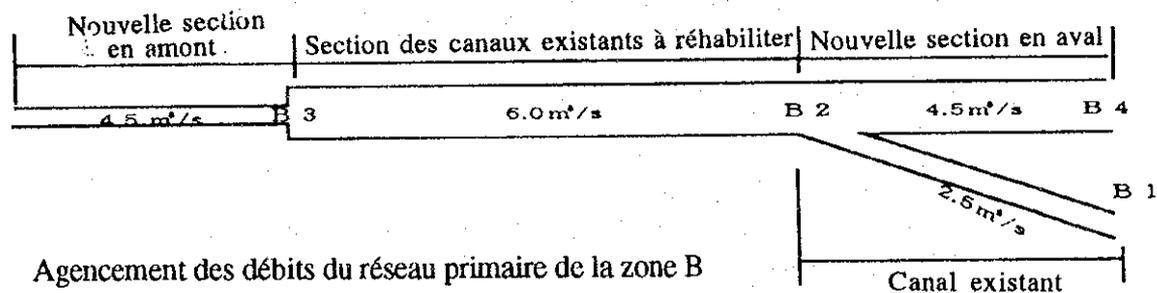
4) Conception du réseau primaire

- Agencement des débits du projet

Suite au calcul du débit, l'agencement des débits du projet du réseau primaire a été défini comme l'indique la figure ci-après.



Agencement des débits du réseau primaire de la zone A



Agencement des débits du réseau primaire de la zone B

La réhabilitation des canaux existants ne pouvant pas permettre l'écoulement du débit d'inondation, ni réduire les dégâts dus au débordement, on construira de nouveaux canaux. Ce qui permettra de réduire la charge sur la partie aval des canaux existants, assurera l'écoulement sûr du volume d'inondation du projet, et réduira les dégâts dus au débordement.

- Plan horizontal

Le plan horizontal des canaux a été ajusté sur celui des canaux existants. Par conséquent, pour les nouvelles sections, de nouveaux canaux seront installés dans la partie centrale de Rue 512 pour la zone A et de Rue 505 pour la zone B.

- Plan longitudinal

La pente longitudinale des canaux existants a été utilisée pour la nouvelle section en aval, conformément aux installations existantes. Par ailleurs, pour la partie supérieure (partie de conduite transformée en caniveau à ciel ouvert de caniveau), on utilisera une pente longitudinale ajustée à la pente du fondement pour réduire les travaux de creusement, rendra plus efficace la section de passage de l'eau, mais il faudra définir le niveau d'eau de conception en tenant compte d'évacuation d'eau des parties basses en arrière du canal.

- Plan sectionnal

La section des nouveaux canaux en aval sera de forme trapézoïdale comme pour la partie aval des canaux existants dans les zones A et B pour assurer la cohérence avec les canaux existants. S'il y a de la place entre le haut du canal en béton et la surface de la route, on exécutera un mur de soutènement pour protéger l'accotement et éviter l'écoulement de la terre et du sable.

Dans les section de canaux existants, on utilisera les canaux existants tels quels, sans les élargir. Mais, un mur soutènement sera construit pour protéger l'accotement et éviter l'écoulement de la terre et du sable.

La section des nouveaux canaux en amont sera de type rectangulaire permettant l'écoulement du débit du projet. S'il y a de l'espace entre le haut du canal en béton et la route, on exécutera un mur de soutènement pour protéger l'accotement et éviter l'écoulement de la terre et du sable.

Les Figures 3-2 et 3.6 indiquent le plan horizontal, le plan longitudinal et la coupe standard du réseau primaire des zones A et B.

(2) Réseaux secondaires

1) Zone objet du projet des réseaux secondaires

Les zones objets du projet des réseaux secondaires sont celles remplissant les conditions ci-dessous.

- Zone où la profondeur d'inondation est de plus de 30 cm
- Zone où l'inondation dure plus de 2 jours

Compte tenu des conditions topographiques, de l'état des installations existantes, des dégâts dus à l'inondation (profondeur d'inondation, période d'inondation), on a établi des priorités I à III pour les réseaux secondaires du projet. La Figure 3-7 indique le plan des réseaux secondaires prévus.

2) Surface d'accumulation d'eau

On a défini une surface d'accumulation des eaux maximale de 10 ha pour les réseaux secondaires. mais, elle pourra être augmentée en cas de nécessité. Le Tableau 3-2 indique la surface d'accumulation des réseaux secondaires.

3) Calcul du débit

On a calculé le débit en supposant une surface d'accumulation d'eau de 5 ha, 10 ha et 15 ha. Le Tableau 3-3 donne les résultats des calculs.

4) Conception des réseaux secondaires

- Plan horizontal

Les réseaux secondaires seront en principe installés aux emplacements topographiquement les plus bas dans la zone d'évacuation des eaux pluviales, le long de l'un des côtés des routes. De plus, les réseaux secondaires du projet seront de type caniveau à ciel ouvert pour faciliter la maintenance.

- Plan longitudinal

Le plan longitudinal des canaux sera en principe conforme à la topographie. Mais, comme il n'existe pas de relevés topographiques pour la zone du projet, le plan devra être réétudié au moment de la conception détaillée.

- Plan sectionnal

Les réseaux secondaires actuels de Cotonou sont des canaux de 70, 90 et 110 cm. Pour assurer la conformité avec les installations existantes, la largeur des canaux sera ajustée à celles indiquées ci-dessus, avec une largeur minimale de 60 cm.

Pour ce projet, les calculs de débit ont été effectués en supposant une vitesse d'écoulement de 1 à 2m/s au moment de l'inondation dans les réseaux secondaires, et la section de réseau secondaire ci-dessous a été définie par surface d'accumulation d'eau.

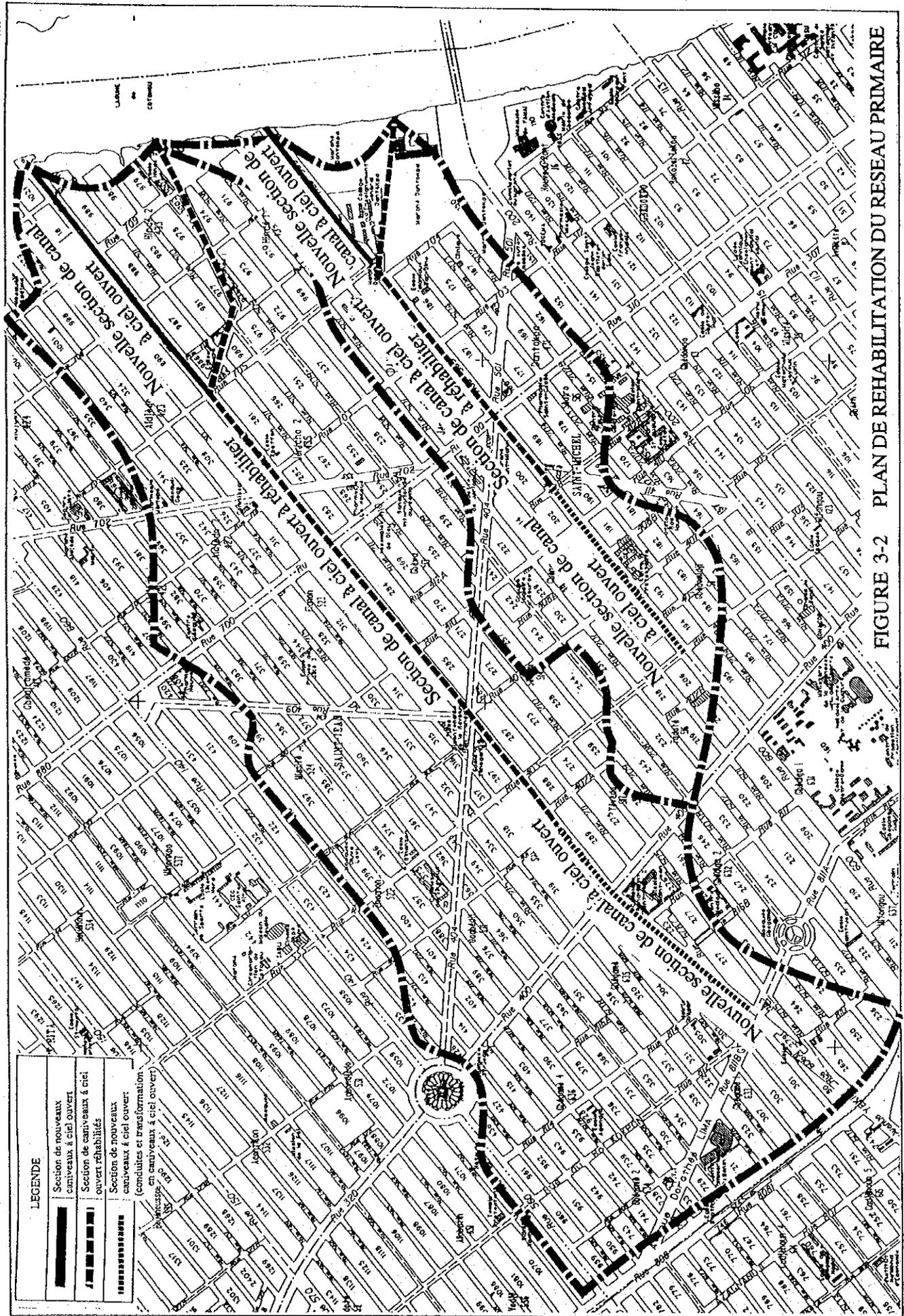
Section de réseau secondaire par surface d'accumulation d'eau

Surface d'accumulation d'eau ~10ha 10 ha ~ 15 ha 15 ha ~

Section (largeur x profondeur d'eau) 0.6 m x 0.7 m 0.9 m x 0.8 m 1.1 m x 1.2 m

Sur cette base, la Figure 3-8 donne le plan des réseaux secondaires de la zone B et le Tableau 3-2 la largeur des canaux des différents réseaux secondaires et le prolongement des canaux. Toutefois, pour les réseaux secondaires, la conception

devra être révisé sur la base des données de mesure réelles obtenues lors de la conception détaillée.



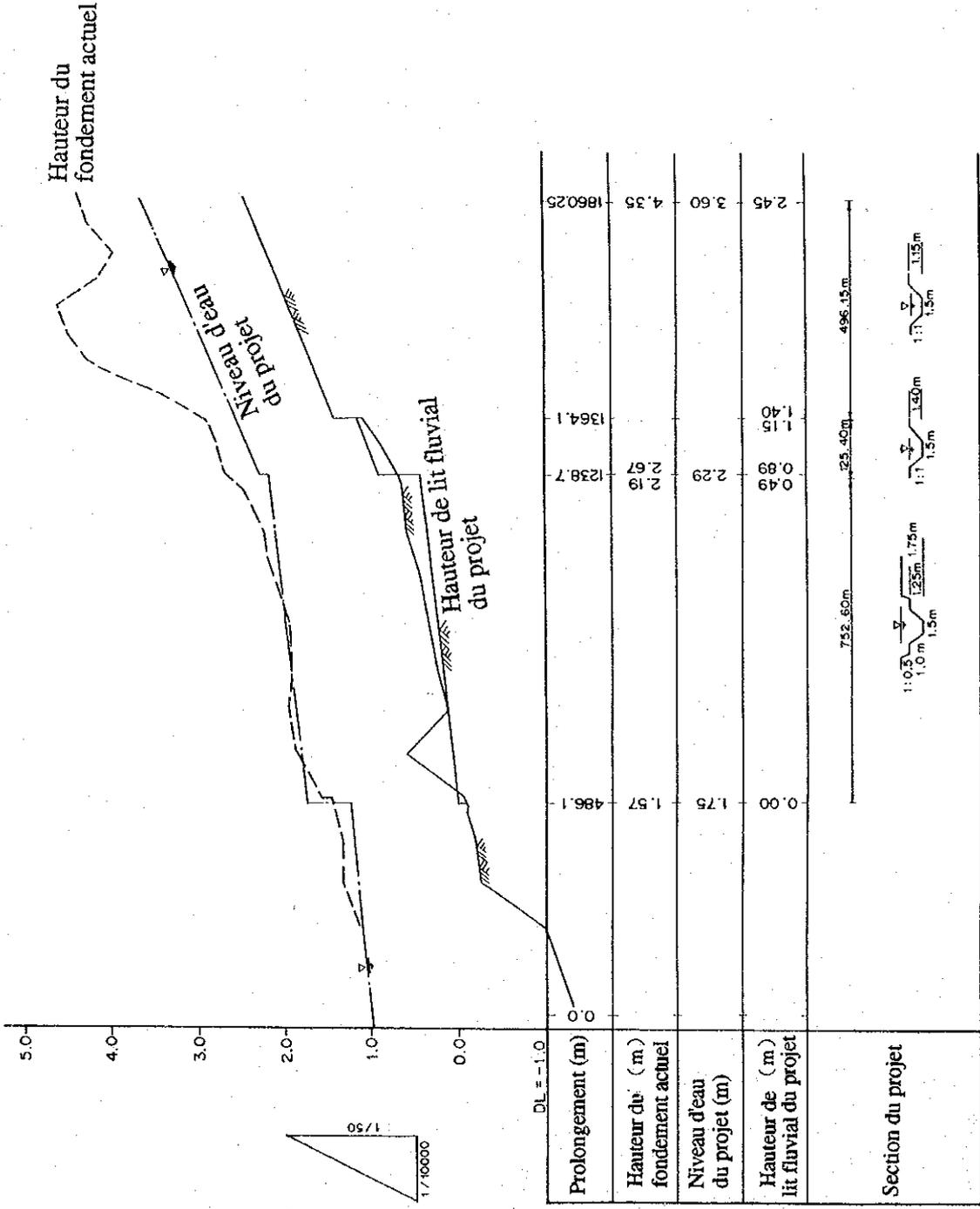
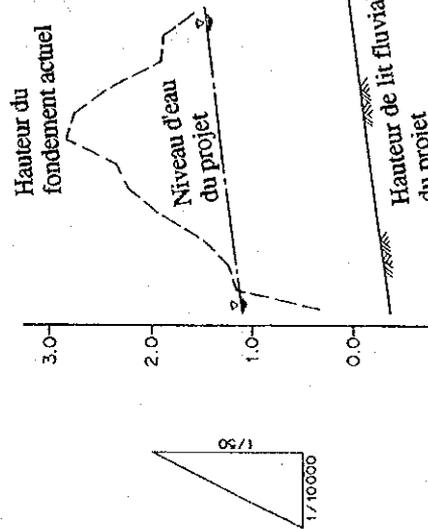


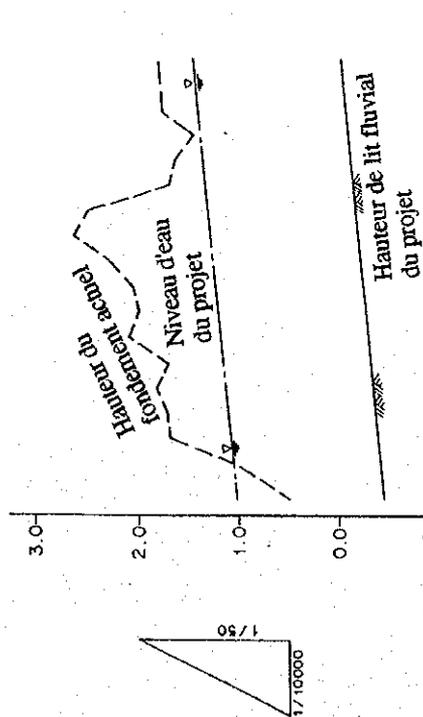
FIGURE 3-4 COUPE LONGITUDINALE DU RESAEU PRIMAIRE (ZONE B)

ZONE B



DL = -1.0	
Prolongement (m)	0.00
Hauteur du fondement (m)	1.52
Niveau d'eau du projet (m)	1.75
Hauteur de lit fluvial du projet (m)	0.00
Section du projet	

ZONE A



DL = -1.0	
Prolongement (m)	0.00
Hauteur du fondement (m)	0.51
Niveau d'eau du projet (m)	1.27
Hauteur de lit fluvial du projet (m)	-0.43
Section du projet	

FIGURE 3-5 COUPE LONGITUDINALE DU NOUVEAU RESAEU PRIMAIRE EN AVAL

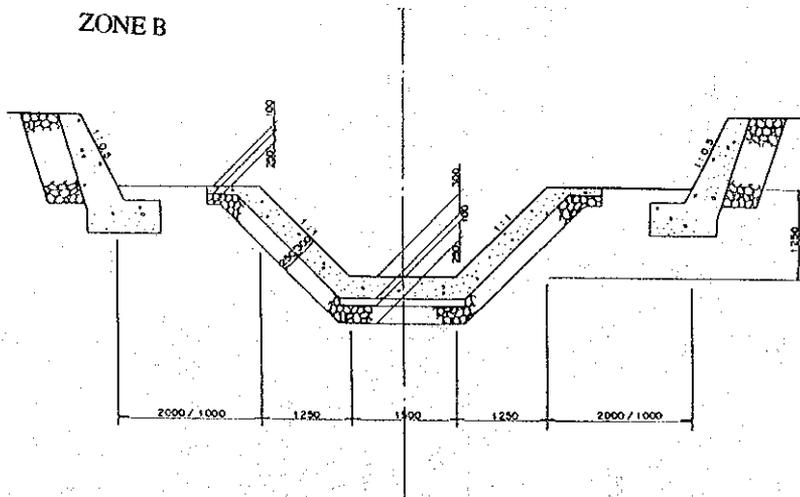
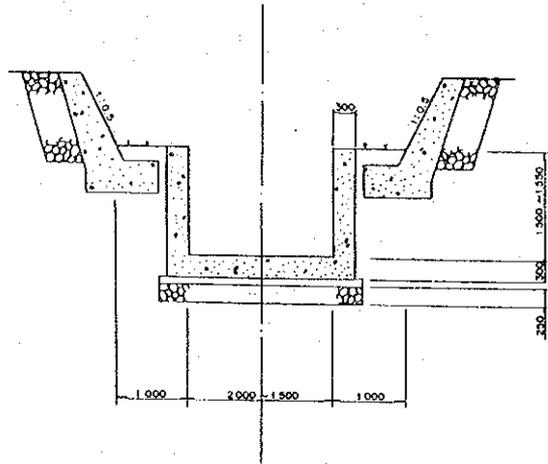
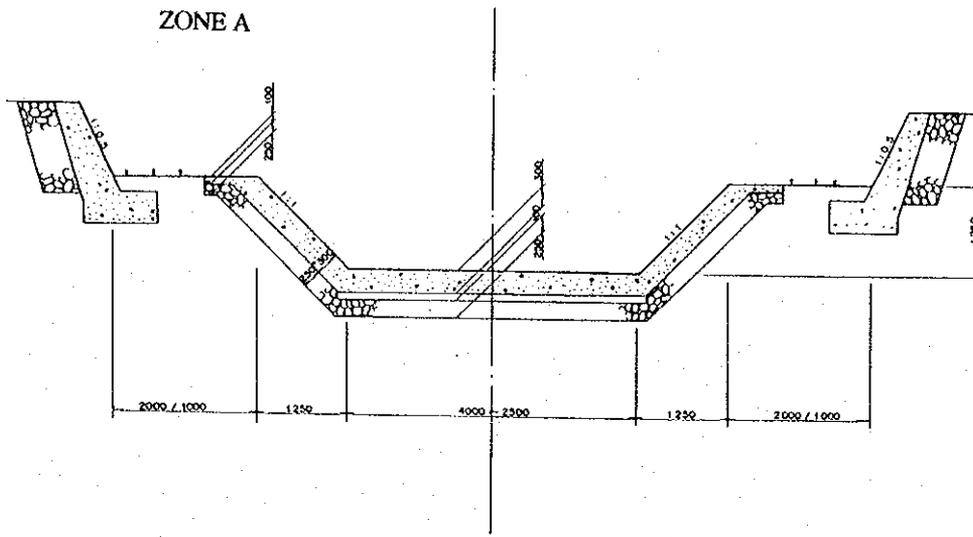


FIGURE 3-6 SECTION STANDARD DU NOUVEAU REAEAU PRIMAIRE

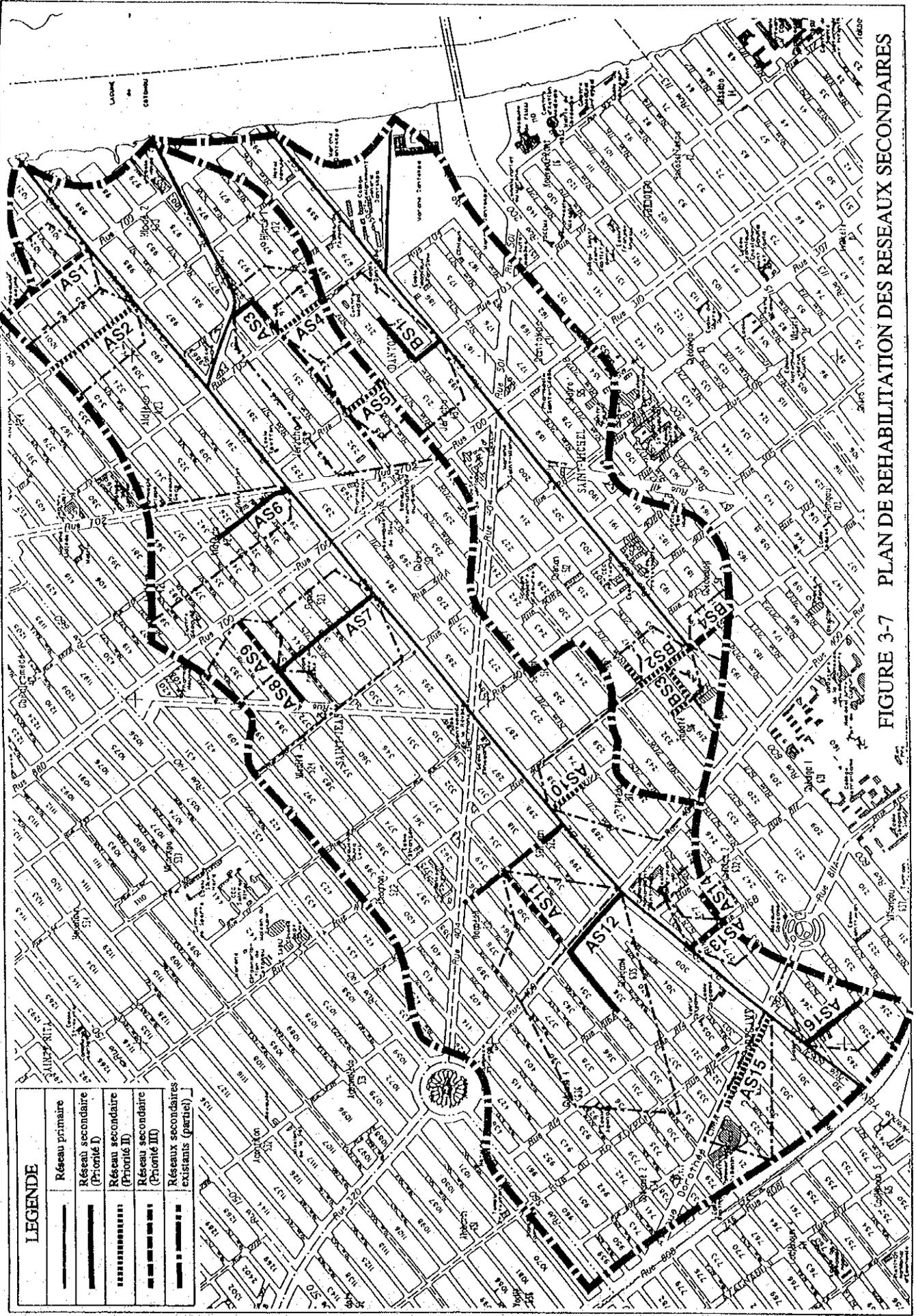


FIGURE 3-7 PLAN DE REHABILITATION DES RESEAUX SECONDAIRES

LEGENDE	
	Réseau primaire
	Réseau secondaire (Priorité I)
	Réseau secondaire (Priorité II)
	Réseau secondaire (Priorité III)
	Réseaux secondaires existants (partiel)

Tableau 3-2 Détails des réseaux secondaires

Zone	Code de canal d'évacuation	Surface d'accumulation d'eau (ha)	Degré de priorité	Prolongement des canaux (m)	Largeur de canal (m)	Profondeur d'eau du projet (m)
Zone A	AS1	5,6	III	250	0,6	0,7
	AS2	6,6	II	300	0,6	0,7
	AS3	18,1	I	140	1,1	1,2
	AS4	3,5	II	150	0,6	0,7
	AS5	4,4	II	150	0,6	0,7
	AS6	6,8	I	250	0,6	0,7
	AS7	13,7	I	350	0,9	0,8
	AS8	3,4	I	120	0,6	0,7
	AS9	2,6	III	180	0,6	0,7
	AS10	8,8	II	120	0,6	0,7
	AS11	6,9	III	270	0,6	0,7
	AS12	17,6	I	450	1,1	1,2
	AS13	6,4	III	130	0,6	0,7
	AS14	3,2	III	100	0,6	0,7
	AS15	4,2	II	300	0,6	0,7
	AS16	7,8	I	215	0,6	0,7
Zone B	BS1	8,4	I	250	0,6	0,7
	BS2	9,8	II	280	0,6	0,7
	BS3	7,4	II	200	0,6	0,7
	BS4	3,8	III	100	0,6	0,7

Tableau 3-3 Tableau d'évaluation du débit

Surface d'accumulation d'eau (ha)	Temps de concentration de l'inondation (min.)	Intensité des pluies pendant la survenance de l'inondation (mm/h)	Débit (m ³ /s)
5	40	75,0	0,52
10	45	68,5	0,95
15	45	68,5	1,43

(3) Constructions de traversée des routes

En principe, les nouveaux réseaux primaires seront construits au centre des routes existantes (largeur de 40 m) dans les zones A et B, et les parties qui croiseront d'autres routes nécessiteront des constructions de traversée des routes. Les caractéristiques de ces constructions seront définies selon l'importance/le trafic des routes concernées.

- En cas de traversée d'une route principale revêtue, la longueur de la construction sera équivalente à la largeur de la route.
- Pour les routes non revêtues, si l'on considère une largeur de 7 m pour les routes principales et autres, et 2 m d'accotement de chaque côté, il faudra une construction de 11 m de longueur.
- La construction aura une largeur de 3 m si le trafic est très réduit, ou bien compte tenu du trottoir pour les piétons dans le cas d'un croisement en T.

La construction sera faite en dalots compte tenu de la portée des canaux (10 m max. par section), de l'état du sol de fondation (valeur N de 25 à 35 pour la couche portante à environ 6 m de profondeur), de la disponibilité de matériel de travaux sur place (poseur de sonnettes) et de la facilité d'élargissement dans l'avenir.

La Figure 3-9 et le Tableau 3-4 indiquent l'emplacement des constructions et les caractéristiques du projet.

(4) Revêtement des trottoirs et chaussée

Quand la différence entre le haut de la paroi du canal et le niveau du sol est de plus de 30 cm environ, on stabilisera la berge par un talus de protection, et simultanément, en principe, on aménagera le trottoir et pavera la route pour stabiliser l'accotement et éviter l'érosion de la surface de la route.

La largeur du trottoir sera de 2,00 m le long des canaux A et B. Dans la requête, il est de 1,5 m le long du canal B, mais comme dans la partie aval, le nombre de piétons est important sur les deux côtés, et que des arbres seront plantés à 10 m d'intervalle sur le trottoir, on prévoit un trottoir de 2 m de large. On prévoit de rehausser ce trottoir de 15 cm par rapport à la chaussée, et d'installer un fossé d'écoulement en U de 30 x 30 cm le long du trottoir pour évacuer l'eau de la chaussée. L'eau accumulée dans le fossé latéral sera évacuée dans le réseau primaire par un regard d'égout placé tous les 20 m. Par ailleurs, en ce qui concerne le revêtement de la chaussée, il ne sera en principe pas assuré parce qu'il n'a pas été reconnu nécessaire pour l'évacuation des eaux pluviales. Toutefois, le trafic est très important sur le côté gauche en aval du canal B, et les ornières dans la routes sont terribles, une partie du revêtement sera assurée. La Figure 3-10 indique l'espace à aménager du trottoir et de la chaussée.

Tableau 3-4 Liste des projets de dalots

Construction n°	Emplacement	Application	Route actuelle (m)	Hauteur x largeur (m)	Longueur (m)	Remarque
Canaux A						
A 1	RUE 110	Trottoir	15		3	Nouvelle partie en aval
A 2	RUE 709	Chaussée	30		7+4	Nouvelle partie en aval
A 3	RUE 108	Chaussée	* 15		7+4	Nouvelle partie en aval
A 4	RUE 401	Chaussée	15		7+4	Nouvelle partie en amont
A 5	RUE 816B	Chaussée	** 40		40	Nouvelle partie en amont
A 6	RUE 400	Trottoir	15		3	Nouvelle partie en amont
A 7	RUB 811B	Chaussée	** 40		40	Nouvelle partie en amont
Canaux B						
B 1	RUB 708	Chaussée	* 15		7+4	Nouvelle partie en aval
B 2	RUB 707	Chaussée	15		7+4	Nouvelle partie en aval
B 3	RUB 705	Trottoir	20		3	Nouvelle partie en aval
B 4	RUB 410	Chaussée	20		7+4	Nouvelle partie en amont
B 5	RUB 408B	Chaussée	20		7+4	Nouvelle partie en amont
B 6	RUB 407	Chaussée	20		7+4	Nouvelle partie en amont
B 7	RUB 403	Chaussée	** 20		20	Nouvelle partie en amont

Note) * : Route principale non revêtue

** : Route principale revêtue

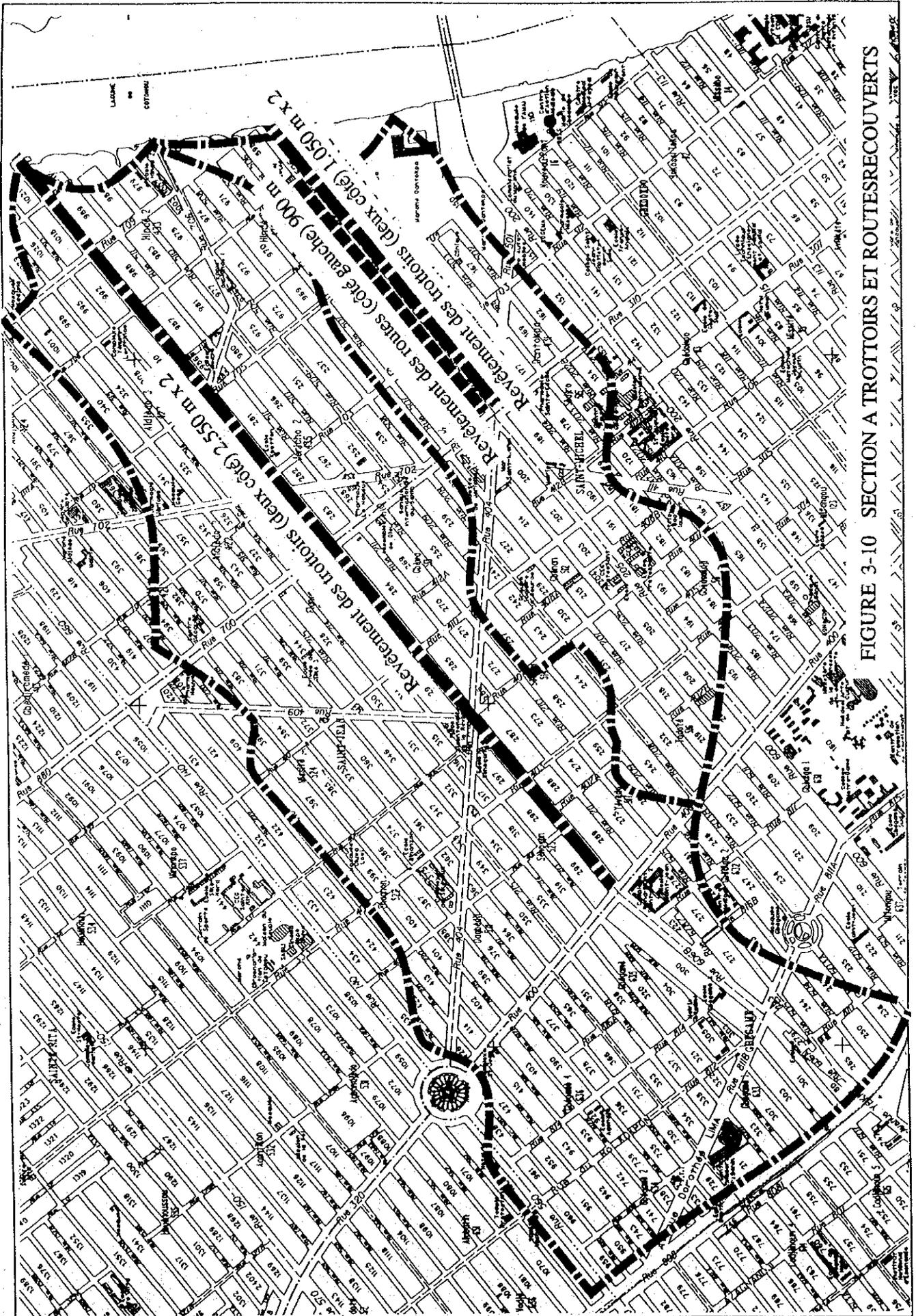


FIGURE 3-10 SECTION A TROTTOIRS ET ROUTES RECOURTES

3.3.3 Projet du matériel

Le matériel minimum pour assurer efficacement la maintenance après l'achèvement des installations d'évacuation des eaux pluviales a été sélectionné. Les Tableaux 3-5 et 3-6 indiquent le matériel choisi et les raisons de ce choix.

**Tableau 3-5 Comparaison du matériel de la requête et du matériel prévu (1)
Matériel de maintenance et de réhabilitation des routes**

A. Matériel de maintenance et de réhabilitation des routes

Contenu de la requête				Equipements prévus
Code	Désignation	Qté.	Application	
1	Niveleuse	1	Pour route de 7 m, classe 3,7 m	Le matériel pour la construction et la réfection des routes ne sera pas fourni, parce qu'en principe les travaux concernant les routes ne seront pas assurés. Toutefois, dans la section de la zone B où le trafic est très important, on assurera le pavage de la chaussée, mais les travaux seront assurés avec le matériel de la société locale exécutante.
2	Bulldozer	1	Elimination de la terre, classe 25 t, 250 HP	
3	Chargeur sur pneus	1	Pour le chargement du matériaux, 1,5-1,7 m ³	
4	Camion benne	5	Pour le transport du matériel, classe 10,5 t	
5	Camion citerne	1	Arrosage d'eau, 10 m ³	
6	Compacteur sur pneus	1	Compactage des fondations de la chaussée, classe 7-14 t	
7	Camion point à temps	1	Réparation du revêtement d'asphalte	
8	Pick-up (double cabine)	1	Transport du personnel de supervision	
9	Porte-chars	1	Transport du bulldozer	
10	Répandeuse	1	Réparation des routes revêtues	
11	Camion gravillonneur	1	Réparation des routes revêtues	
12	Rouleau vibrant	2	Compactage des fondations de la chaussée	
13	Vibreux béton	1	Bétonnage	
14	Compresseur	1	Source d'énergie pour le vibreur béton	
15	Bétonnière	2	Classe 0,3 m ³	
16	Equipement pour fabrique pavés			
	Table aux vibrantes	4		
	Moules à pavés	4		
	Traîneaux pour transport pavés	4		
	Casque + protège-tympan	25		
	Gants	25		
17	Tracteurs bennes	2	Transport des pavés	
19	Pièces de rechange	1 lot		

Tableau 3-6 Comparaison entre le contenu de la requête et le matériel fourni (2)
Construction et réhabilitation des canaux d'évacuation

B. Construction et réhabilitation des canaux d'évacuation

Code	Désignation	Qté	Application		Qté	
1	Pelle hydraulique sur pneus	1	Transport de la terre et du sable, creusement 0,7 m ³	Comme à gauche	1	
2	Véhicule de battage hydraulique (hydrocureuse)	1	Nettoyage des conduites	-	-	Ne peut pas être utilisée efficacement
			Pour guide manuel de compactage de la chaussée	Rouleur vibreur	1	Maintenance de la chaussée le long du réseau secondaire
3	Camion benne	3	Classe 10,5 t	Comme à gauche	1	Le reste a été transformé en petits camions
				Camion benne de 4 t	5	Pour faciliter le chargement manuel
4	Tracteurs bennes	2	Transport de la terre-sable/déchets	-	-	Inutile
5	Pick-up (double cabine)	1	Transport du personnel de supervision	Comme à gauche	1	
6	Bétonnière	1	Classe 0,3 m ³	Comme à gauche	1	
7	Marteau piqueur	1	Broyage du béton	Comme à gauche	1	
8	Vibreux pour béton	2	Bétonnage	Comme à gauche	2	
9	Compresseur	3	Source d'énergie pour vibreur et marteau piqueur	Comme à gauche	1	
10	Equipements de sécurité		Equipements de protection pour les ouvriers			
	Casques	20		Comme à gauche	20	
	Masques	20		-	-	Impossible de travaux de nettoyage manuels
	Bouteille d'oxygène	20		-	-	Idem
	Gants	20		Comme à gauche	20	
	Habits protège corps (tronc long)	20		Comme à gauche	20	
11	Lots de petits matériels		Pout les travaux ordinaires			
	Pelles	20		Comme à gauche	20	
	Raclettes (2-3 m)	20		-	-	
	Barre à mine(l=90 cm)	20	Pour ouvrir les grilles de regards	Comme à gauche	20	
	Houes (70 cm)	20		Comme à gauche	20	
	Seaux(plas.)	20		-	-	
	Brouettes	20		Comme à gauche	20	
	Coupe-coupe	20		-	-	Remplacement par faucheuse
				Faucheuse	5	Efficace, utilisation à l'autre endroit
12	Lot de pièces de rechange	1 lot		Comme à gauche	1 lot	
13	Motopompes	4	Evacuation provisoire pendant les travaux	Comme à gauche	4	