

5.4 Qualité des eaux souterraines

(1) Qualité des eaux souterraines de la couche aquifère dans la latérite

Selon les résultats des analyses de qualité d'eau, les eaux souterraines de la couche aquifère dans la latérite sont fortement contaminées par les coliformes dérivés des activités humaines. Elles contiennent aussi une forte concentration en Mn et Fe, qui sont apportés par les couches de latérite, et les nitrates dépassent la norme de l'OMS à certains puits.

Il a ainsi été conclu, du point de vue hygiénique, que les eaux souterraines de la couche aquifère dans la latérite étaient inadaptées comme eau potable et ne pouvaient pas être utilisées pour l'alimentation en eau urbaine.

(2) Qualité des eaux souterraines de la couche aquifère dans le socle

Comme indiqué au Chapitre 4.4, des coliformes ont été détectés dans tous les échantillons d'eau prélevés de la couche aquifère du socle, et les concentrations de Fe et Mn dépassent les normes de l'OMS à la plupart des forages puisant sur la couche aquifère du socle.

Comme le montre la carte hydrogéologique (voir Figure 5.1.1), la qualité des eaux souterraines de la couche aquifère du socle s'améliore avec les zones très perméables dans lesquelles la qualité de l'eau souterraine est conforme aux normes de l'OMS, sauf pour les coliformes. On suppose que l'eau souterraine fraîche s'écoule le long des failles. L'eau souterraine stagne dans le socle sain non fracturé et reçoit des dissolutions d'ions Mn et Fe au contact des couches pendant longtemps.

La recharge d'eau est à l'origine contaminée par les coliformes, parce que la zone de recharge est la zone urbaine fortement peuplée de Bangui. C'est pourquoi la stérilisation est requise pour l'emploi comme eau potable, même pour l'eau souterraine de la couche aquifère du socle. Il est aussi à noter que le monitoring régulier de la qualité de l'eau souterraine devra être assuré après le commencement de l'exploitation des eaux souterraines, parce que la détérioration de leur qualité peut être accélérée par le développement urbain additionnel de Bangui.

(3) Chimie hydrogéologique

La Fig. 5.4.1 montre une forte corrélation entre la concentration des ions principaux. A savoir, une forte corrélation entre $\text{Na} - (\text{SO}_4 + \text{CL})$ et $(\text{Ca} + \text{Mg}) - \text{HCO}_3$, est clairement détectée avec des coefficients de corrélation supérieurs à 0,9.

Comme le montre la Fig. 5.4.1, les eaux souterraines peu profondes peuvent être classées en type $\text{Na} - \text{SO}_4 - \text{Cl}$ et les eaux souterraines profondes en type $\text{Ca} - \text{Mg} - \text{HCO}_3$. Ces deux eaux souterraines modifient leur concentration ionique de manière

linéaire et successive.

La Fig. 5.4.2 montre la composition des ions principaux tracée sous forme de diagramme de Piper et Diagramme de Durov. La relation entre la composition des principaux ions des eaux souterraines peu profonde et profonde est également indiquée sur ces diagrammes. Comme le montrent les diagrammes triangulaires, les principales modifications de cations de Na à Ca + Mg et les principales modifications d'anions de Cl à HCO₃ des eaux souterraines peu profondes aux eaux profondes sont en relation successive.

Les diagrammes rectangulaires indiquent la composition des principaux ions en combinaison avec les cations et anions. La composition de SO₄, HCO₃ comme anions et Mg, Na comme cations est indiquée dans le diagramme de Piper. Le diagramme de Durov montre la composition Cl, HCO₃ comme anion et Na, Ca comme cation. Le diagramme triangulaire de Durov montre plus clairement la corrélation de la composition des ions principaux parce que les ions SO₄ et Mg n'ont pas de corrélation particulière avec les autres ions principaux de la zone d'étude.

Comme le montrent le diagramme triangulaire de Durov, la relation linéaire se situe dans le changement de composition des ions principaux de Na + Cl dans la partie peu profonde à Ca + HCO₃ dans la partie profonde.

Le changement de la composition d'ions principaux est supposée causée par des échanges ioniques entre les eaux souterraines et les couches pendant l'infiltration des eaux souterraines de la partie peu profonde à la partie profonde. Ce phénomène, qui est un changement successif de la composition des ions principaux en relation linéaire de la partie peu profonde à la partie profonde, permet de conclure que les eaux souterraines profondes sont originaires des eaux souterraines peu profondes de la zone de l'étude.

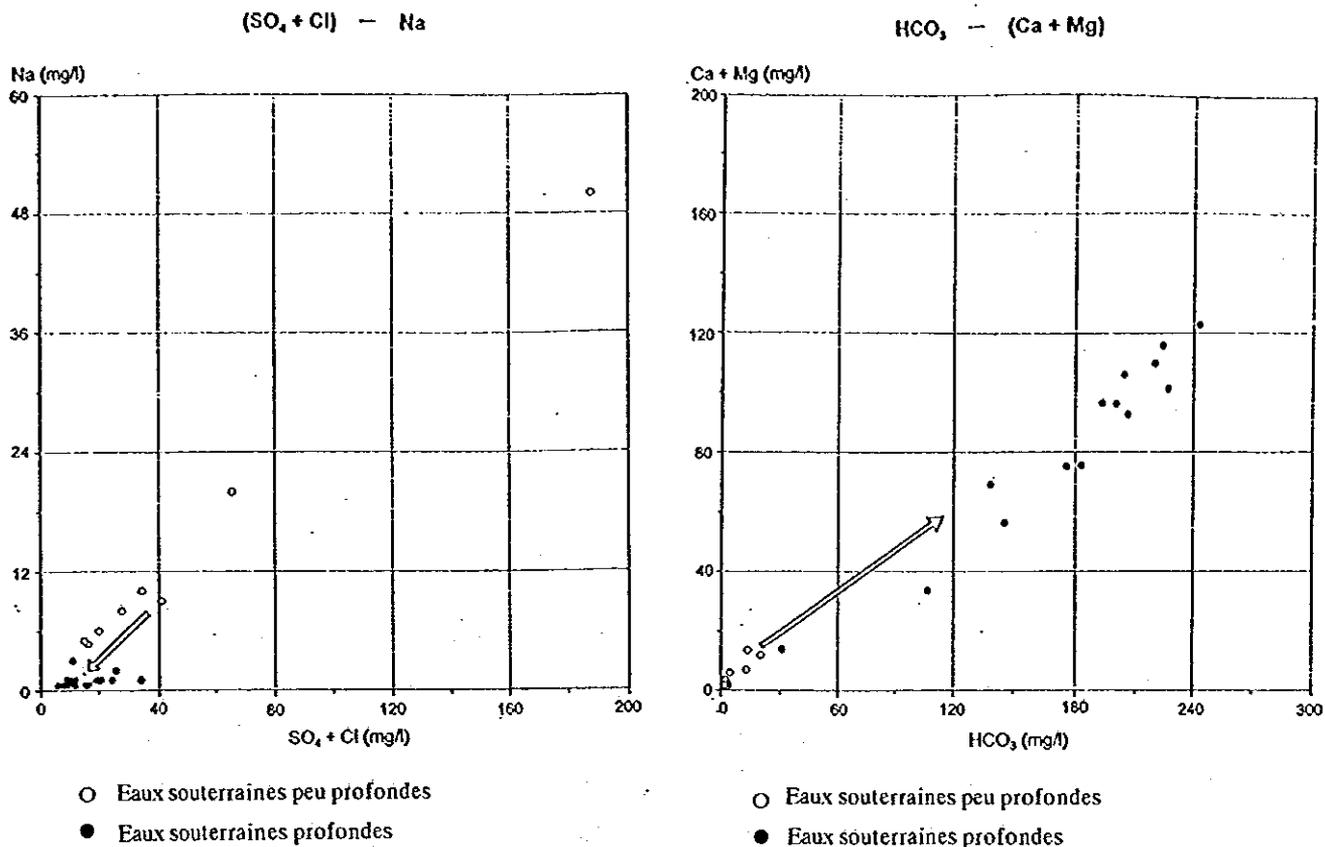


Fig. 5.4.1 Corrélation entre la concentration des ions principaux de l'eau souterraine

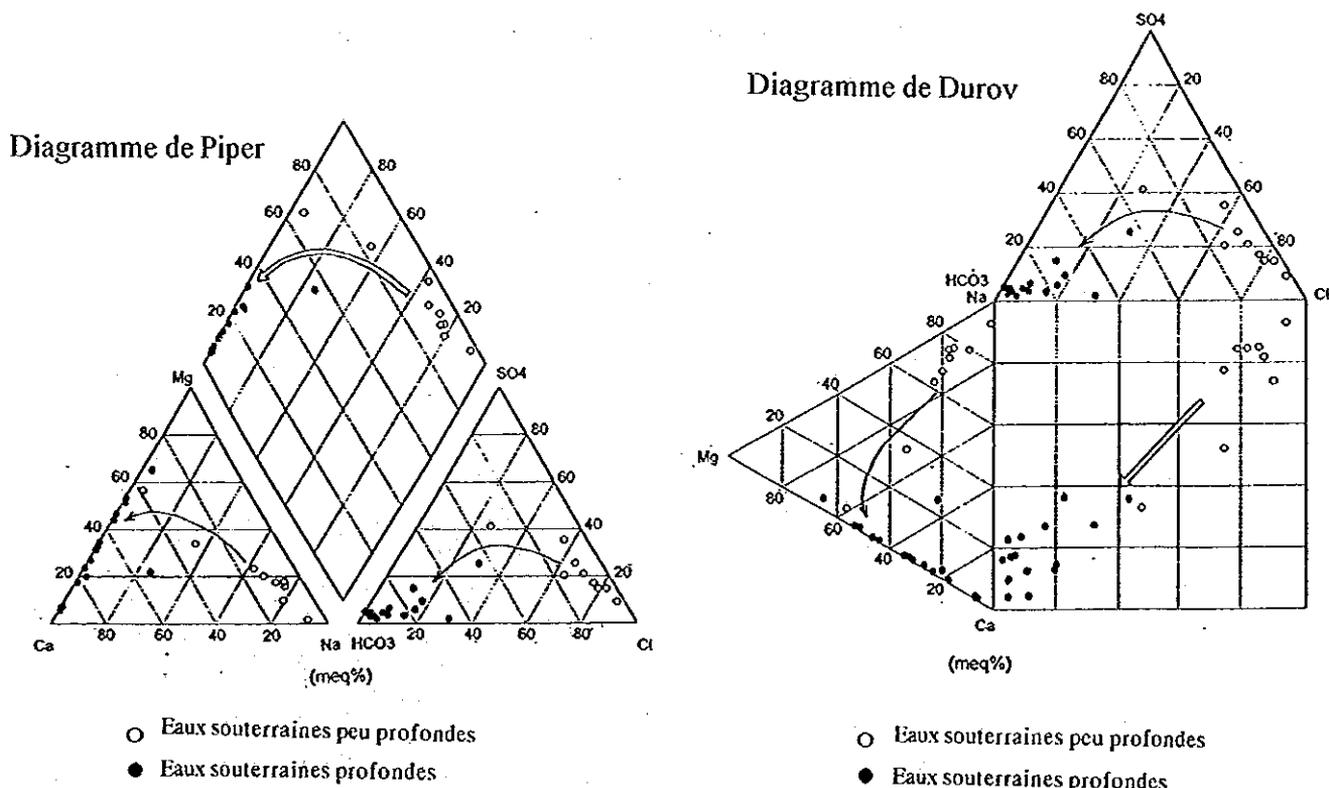


Fig. 5.4.2 Composition des principaux ions d'eau souterraine

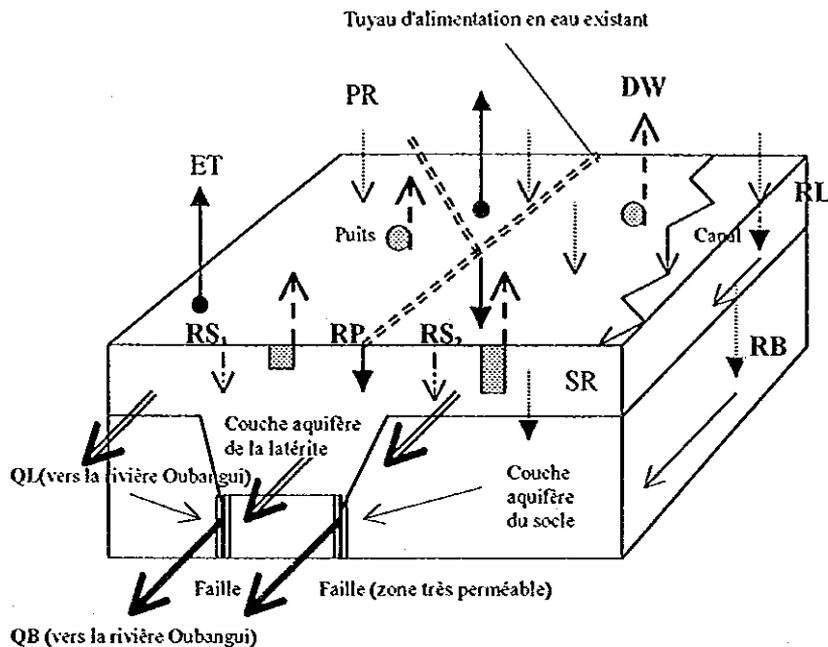
5.5 Equilibre des eaux souterraines

L'examen de l'équilibre des eaux souterraines a été réalisé sur le bassin d'eau souterraine cible situé dans la zone de Bangui. Les deux autres bassins d'eau souterraine ne semblent pas prometteurs pour l'alimentation en eau urbaine, vu l'absence de toute zone très perméable (faille), comme le montre la Figure 5.1.1.

(1) Système d'écoulement de l'eau souterraine dans le bassin d'eau souterraine cible

Les eaux souterraines dans la zone de l'Etude tirent leur origine des pluies (précipitations), et l'eau de pluie infiltrée recharge d'abord la couche aquifère dans la latérite. L'eau rechargée dans la couche aquifère dans la latérite est puisée par des puits pour l'usage familial, se transforme en eaux usées et est drainée vers les canaux d'égout. Certaines des eaux usées s'infiltrent et rechargent à nouveau la couche aquifère dans la latérite, agent de contamination en coliformes et nitrate. La plupart des eaux usées sont finalement drainées vers la rivière Oubangui. Les fuites du système d'alimentation en eau existant sont aussi une ressource importante pour la recharge des eaux souterraines, en particulier dans le bassin d'eau souterraine cible où l'urbanisation est développée.

Une partie de l'eau souterraine dans la couche aquifère dans la latérite s'infiltré et recharge la couche aquifère du socle. L'eau souterraine s'écoulant des deux couches aquifères s'écoule finalement dans la rivière Oubangui. La figure suivante schématise le système d'écoulement de l'eau souterraine dans le bassin d'eau souterraine cible.



- Où :
- PR: Précipitations
 - RB: Recharge de la couche aquifère du socle
 - RP: Recharge des fuites du tuyau
 - DW: Débit des forages/puits existants
 - QB: Ecoulement de la couche aquifère du socle
 - ET: Evapotranspiration
 - RL: Recharge de la couche aquifère de la latérite
 - RS₁: Recharge de l'eau souterraine ayant pour origine les eaux usées
 - RS₂: Recharge d'eau puisée ayant pour origine les eaux usées
 - QL: Ecoulement de la couche aquifère du socle
 - SR: Ruissellement

Figure 5.5.1 Schéma indiquant le système d'écoulement de l'eau souterraine

La formule suivante est présentée pour montrer l'équilibre de l'eau souterraine dans la zone de l'Etude.

$$\text{Ecoulement} = \text{QL} + \text{QB} + \text{DW} = \text{Afflux} = \text{RL} + \text{RB} + \text{RP} + \text{RS}_1 + \text{RS}_2$$

(2) Estimation de l'écoulement des couches aquifères

1) Ecoulement de la couche aquifère dans la latérite vers la rivière Oubangui (QL)

L'écoulement d'eau souterraine de la couche aquifère dans la latérite vers la rivière Oubangui a été estimée par calcul de la déperdition dans la section E-E (voir la Figure 5.1.2) qui est située près de la rivière Oubangui et perpendiculaire à l'écoulement de l'eau souterraine, en appliquant la formule suivante.

$$QL = A \times P \times G \times 365$$

où QL: Ecoulement de la couche aquifère dans la latérite vers la rivière Oubangui (m³/an)

A : Surface de la couche aquifère dans la latérite, 460.000 m²

P : Perméabilité de la couche aquifère de la latérite dans la section E-E, 0,5 m/jour

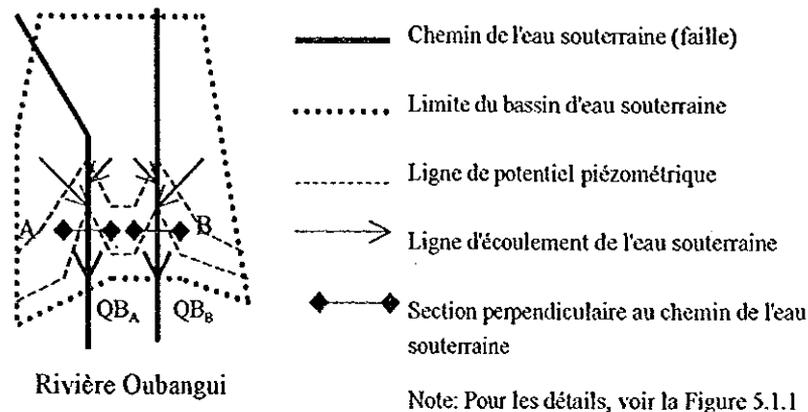
Note: La perméabilité de la couche aquifère de la latérite dans la section E-E est supposée plus grande que celle dans d'autres zones parce qu'elle est très riche en sable et en graviers autour de la section E-E comme le montre la Figure 5.1.2.

G: Gradient de l'eau souterraine de la couche de la latérite dans la section E-E, 10/2.500

Par conséquent, $QL = 335.800 \text{ m}^3/\text{an} \cong 0,34 \text{ MCM}/\text{an}$

2) Ecoulement de la couche aquifère dans le socle vers la rivière Oubangui (QB)

L'écoulement de la couche aquifère dans le socle vers la rivière Oubangui a aussi été estimé par calcul de la déperdition sur le chemin des eaux souterraines (failles) qui accumulent pratiquement l'eau souterraine de la couche aquifère du socle dans le bassin d'eau souterraine. L'écoulement de l'eau souterraine s'écoulant des failles a été calculé de la manière et avec la formule suivantes.



$$QB = QB_A + QB_B$$

$$QB_A = L_A \times T_A \times G_A \times 365$$

$$QB_B = L_B \times T_B \times G_B \times 365$$

où: QB : Écoulement de la couche aquifère dans le socle vers la rivière Oubangui (m^3/an)

QB_A, QB_B : Écoulement passant par les sections perpendiculaires aux chemins d'eau souterraine A, B

L_A, L_B : Largeur des chemins d'eau souterraine, $L_A = 1.500$ m, $L_B = 1.300$ m

T_A, T_B : Transmissibilité des chemins d'eau souterraine, $T_A = 500$ $m^2/jour$, $T_B = 500$ $m^2/jour$

Note: La transmissibilité de la couche aquifère du socle le long des chemins de l'eau souterraine a été estimée sur la base des résultats des essais de pompage.

G_A, G_B : Gradient de l'eau souterraine le long des chemins d'eau souterraine, $G_A = 0,002$, $G_B = 0,002$

Par conséquent, $QB_A = 547.500$ m^3/an et $QB_B = 474.500$ m^3/an

Aussi: $QB = QB_A + QB_B = 1.022.000$ $m^3/an \approx 1,02$ MCM/an

3) Débit des forages/puits existants (DW)

a. Débit des forages

Seulement 22 forages sont actuellement opérationnels dans la zone de l'Étude et leur débit annuel total d'eau souterraine est d'environ 0,24 MCM, d'après l'étude d'inventaire des forages effectuée. Le débit et la population desservie par les forages sont résumés comme suit:

Tableau 5.5.1 Débit d'eau souterraine des forages

	Nombre de forages	Débit (m ³ /jour)	Population desservie	Taux de consommation par tête (l/jour/tête)
Domestique	21	170(0,06MCM/an)	24.000	7,1
Industriel	1	500(0,18MCM/an)	--	--
Total	22	670(0,24MCM/an)	24.000	--

Bien qu'un forage à usage industriel soit utilisé dans la zone de l'usine de Bangui SCB (MOCAF) dans le district de Bimbo, cette zone est en dehors du bassin d'eau souterraine cible, aussi le débit du forage SCB n'a-t-il pas été pris en considération pour cet examen.

Seulement un forage puise dans la couche aquifère du socle (Bangui FOYER CHARITE). Son débit est estimé à environ 0,003 MCM/an (3.000 m³/an), un débit jugé négligeable pour l'examen de l'équilibre d'eau souterraine. Par conséquent, le débit de la couche de la latérite par forage a été estimé à 0,06 MCM/an (170 m³/jour) dans le bassin d'eau souterraine cible.

b. Débit des puits traditionnels

Il y a un grand nombre de puits traditionnels et beaucoup de gens s'appuient encore sur ces puits traditionnels dans la zone de l'Étude. Les caractéristiques suivantes dans l'usage des puits ont été présumées via l'étude de cinquante puits:

- 1) Aucun puits n'est utilisé dans le District I parce que toutes les maisons et immeubles ont des branchements particuliers.
- 2) L'eau des puits est principalement utilisée pour la lessive, le nettoyage et le bain, complétant l'eau obtenue aux fontaines publiques dans les zones équipées.
- 3) Dans les zones non desservies par le système d'alimentation en eau existant (Bimbo 4, Bimbo 5 et Bimbo 7), la consommation moyenne d'eau des puits par tête est d'environ 30 l, d'après l'étude par interview et questionnaire réalisée (voir la section 3.2.3).
- 4) Dans la zone desservie par les fontaines publiques, la consommation moyenne d'eau des puits par tête est estimée à environ 23 l, d'après l'analyse de l'utilisation de l'eau par la population de la section 3.2.3 (District I, District II, District III, District IV, District V, District VI).
- 5) Dans la zone, les maisons desservies et non-desservies sont mélangées, la consommation moyenne d'eau des puits par tête est estimée à environ 27 l dans les deux zones (District VIII et Bimbo 2).

Le tableau suivant montre le débit via les puits estimé de la couche aquifère dans la latérite, basé sur les points ci-dessus.

Tableau 5.5.2 Débit d'eau souterraine via les puits estimé

District	Population en 1998	Consommation d'eau souterraine par tête (l)	Débit supposé (m ³ /jour)
I	15.688	0	0
II	8.163	23	1.878
III	125.851	23	2.517
IV	44.005*	23	880
V	154.676	23	3.094
VI	78.275	23	1.566
VIII	66.279	27	1.790
Bimbo 1	2.750*	23	55
Bimbo 2	3.000	27	81
Bimbo 4	1.000*	30	30
Bimbo 5	1.500*	30	45
Bimbo 7	1.500	30	45
Total estimé			
Arrondi	620.000	--	13.197 m ³ /jour

Note: Voir la Section 6.2 pour la population de chaque district.

* : Moitié de la population de la zone

Sur la base du calcul ci-dessus, on estime qu'environ 13.200 m³/jour (env. 4,82 MCM/an) d'eau souterraine sont pompés de la couche aquifère de la latérite par des puits traditionnels dans le bassin d'eau souterraine cible.

c. Débit total des puits/forages existants

Comme indiqué dans les paragraphes "a" et "b", le débit total des puits/forages existants dans le bassin d'eau souterraine cible se résume comme suit:

Tableau 5.5.3 Débit total des puits/forages

Couche aquifère	Forages	Puits	Total
Latérite	0,06 MCM/an	4,82 MCM/an	4,88 MCM/an
Socle	Négligeable	0	Négligeable
Total	0,06 MCM/an	4,82 MCM/an	4,88 MCM/an

Par conséquent, l'exploitation actuelle des eaux souterraines est concentrée sur la couche aquifère de la latérite dans le bassin d'eau souterraine cible, et le volume pompé est estimé à environ 4,88 MCM/an comme l'indique le tableau ci-dessus.

(2) Estimation de la venue d'eau aux couches aquifères (RL + RB, RP, RS₁ et RS₂)

1) Recharge due aux précipitations (RL + RB)

Comme les couches aquifères de la latérite et du socle sont hydrauliquement connectées et que les deux sont considérées comme une couche aquifère, la recharge des

deux est examinée en utilisant le modèle de fluctuation du niveau des eaux souterraines.

Les modèles de fluctuation du niveau des eaux souterraines des deux se ressemblent, et présentent une relation évidente avec les précipitations comme le montre la Figure 5.3.3. Dans ce cas, la recharge des couches aquifères peut être présumée à partir du taux d'abaissement naturel de la couche aquifère pendant les jours sans pluie (jours sans recharge). La théorie de cette estimation est comme suit.

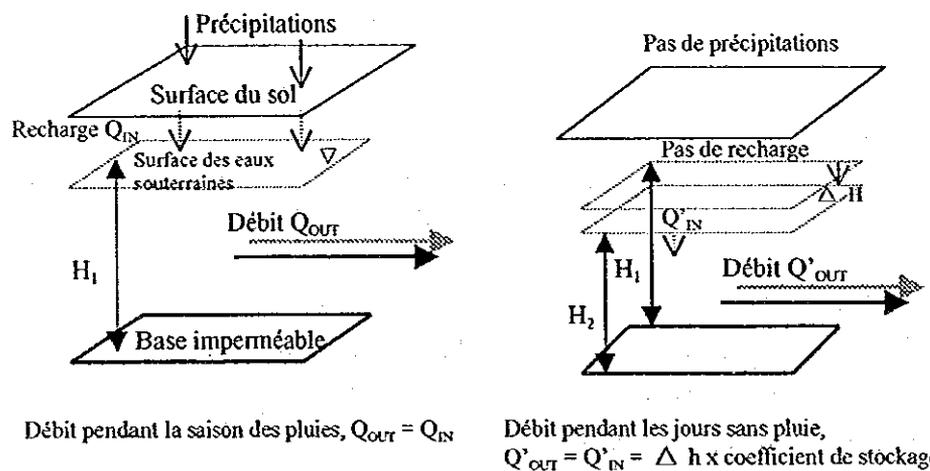


Figure 5.5.2 Concept de base de l'estimation de la recharge des eaux souterraines

Comme le montre la Figure 5.5.2, le débit d'eau souterraine (Q_{OUT}) est presque égal à la recharge par les précipitations (Q_{IN}) au milieu de la saison des pluies. Au contraire, le débit, soutenu par la réduction du stockage de la couche aquifère les jours sans pluie de la saison sèche, est estimé à partir du taux d'abaissement du niveau des eaux souterraines (ΔH) et du coefficient de stockage de la couche aquifère. Comme la profondeur d'abaissement du niveau ($H_1 - H_2$) est bien moins importante que la hauteur totale de la couche aquifère (H_1), elle est jugée négligeable, et le débit est presque le même pendant la saison des pluies et les jours sans pluie de la saison sèche. C'est pourquoi, la recharge peut être estimée avec la formule suivante.

$$Q = Q_{IN} = Q_{OUT} = Q'_{OUT} \quad (\text{voir Figure 5.5.2})$$

$$= \Delta H \times S \times A$$

où:

- ΔH : Taux d'abaissement du niveau de l'eau souterraine
- Q : Recharge de la couche aquifère par infiltration d'eau de pluie
- S : Coefficient de stockage de la couche aquifère
- A : Surface du bassin d'eau souterraine

Le taux d'abaissement du niveau de l'eau souterraine pendant la saison sèche (ΔH) est supposé de 0,5 m/mois, selon l'observation continue de niveau piézométrique des forages de prospection (Voir la figure 5.3.4). La valeur pour la couche aquifère de la latérite devrait être utilisée pour le coefficient de stockage de la couche aquifère parce que la partie fluctuation du niveau d'eau souterraine reste dans cette couche aquifère. Le coefficient de stockage de la couche aquifère est de 1×10^{-2} parce que la couche aquifère dans la latérite est riche en matériaux argileux. La surface du bassin d'eau souterraine cible situé dans la zone de Bangui est de 47 km^2 . Vu les conditions ci-dessus, la recharge annuelle des couches aquifères (couches aquifères dans la latérite et dans le socle) dans le bassin d'eau souterraine cible a été estimé comme suit:

$$\begin{aligned} Q &= \Delta H \times S \times A = 0,5 \text{ m/mois} \times (1 \times 10^{-2}) \times 47 \text{ km}^2 \times 12 \\ &= 2.820.000 \text{ m}^3/\text{an} \\ &\approx 2,82 \text{ MCM/an} \end{aligned}$$

Comme les précipitations annuelles dans la zone de Bangui sont approximativement de 1.400 mm, on estime qu'environ 4% des précipitations s'infiltrent dans le sol pour recharger les eaux souterraines du bassin d'eau souterraine cible. La valeur de 4% est jugée raisonnable comme taux d'infiltration dans la zone de l'Etude, comme tenu de l'état de la surface, recouverte d'une épaisse couche d'argile latéritique et où beaucoup de canaux de drainage ont été excavés.

2) Recharge des fuites du système d'alimentation en eau existant

On dit que les fuites des tuyaux d'eau existants constituent une part importante de la recharge des eaux souterraines en zone urbaine. On suppose que les fuites du système d'alimentation en eau existant peuvent être importantes à Bangui.

Bien que ses informations détaillées concernant les fuites du système d'alimentation en eau de Bangui ne soient pas disponibles, on suppose que le taux de fuite est d'environ 35%, vu le taux de fuite moyen urbain dans le monde.

Comme le volume d'eau produit est estimé à environ 8,58 MCM/an (23,500 m^3/jour) sur la base des relevés actuels de la station de traitement en 1988, les fuites du système d'alimentation en eau existant devraient être d'environ 3,00 MCM/an.

3) Recharge par infiltration des eaux usées (RS^1 et RS^2)

Il est certain que les eaux souterraines reçoivent des recharges des eaux usées, parce qu'elles sont contaminées par les coliformes et l'ammoniac, des agents contaminants manifestement produits par les activités humaines.

Comme décrit dans le paragraphe a, le taux d'infiltration des eaux de pluies dans la zone de l'Etude est estimé à environ 4%, le même taux est donné pour le taux

d'infiltration des eaux usées. Le résultat du calcul est comme suit:

$$\begin{aligned}
 RS &= RS_1 + RS_2 \\
 &= (WS_1 + WS_2) \times 0,04 \\
 &= (4,88 \text{ MCM/an} + 5,58 \text{ MCM/an}) \times 0,04 \\
 &= 0,20 \text{ MCM/an (RS}_1\text{)} + 0,22 \text{ MCM/an (RS}_2\text{)} \\
 &= 0,42 \text{ MCM/an}
 \end{aligned}$$

où:

- RS : Recharge annuelle totale des eaux usées
- RS₁ : Recharge des eaux usées ayant pour origine des eaux souterraines
- RS₂ : Recharge des eaux usées ayant pour origine d'eau puisée (de la rivière Oubangui)
- WS₁ : Consommation d'eau souterraine, 4,88 MCM/an (voir le Tableau 5.5.3)
- WS₂ : Consommation d'eau puisée
- RS₂ = Eau produite - fuites d'eau = 8,58 MCM/an - 3,00 MCM/an = 5,58 MCM/an (voir la section 2))

On suppose que 0,42 MCM/an d'eaux usées s'infiltrer annuellement dans le bassin d'eau souterraine cible.

(3) Equilibre des eaux souterraines dans le bassin d'eaux souterraines cible

Le débit et la venue d'eau des eaux souterraines calculés dans les sections (1) et (2) sont résumés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 5.5.4 Débit et venue d'eau des eaux souterraines

Débit (MCM/an)		Venue d'eau (MCM/an)	
Débit de la couche aquifère de la latérite (QL)	0,34	Recharge par les précipitations (RL + RB)	2,82
Débit de la couche aquifère du socle (QB)	1,02	Recharge par les fuites du système d'alimentation en eau existant (RP)	3,00
Décharge des puits (DW)	4,88	Recharge par infiltration d'eaux usées (RS ₁ + RS ₂)	0,42
Total	6,24	Total	6,24

Comme le débit coïncide avec la venue d'eau comme le montre le tableau ci-dessus, il est jugé que le résultats du calcul de l'équilibre des eaux souterraines est presque acceptable.

L'équilibre des eaux souterraines dans le bassin d'eaux souterraines cible peut être schématisé comme suit.

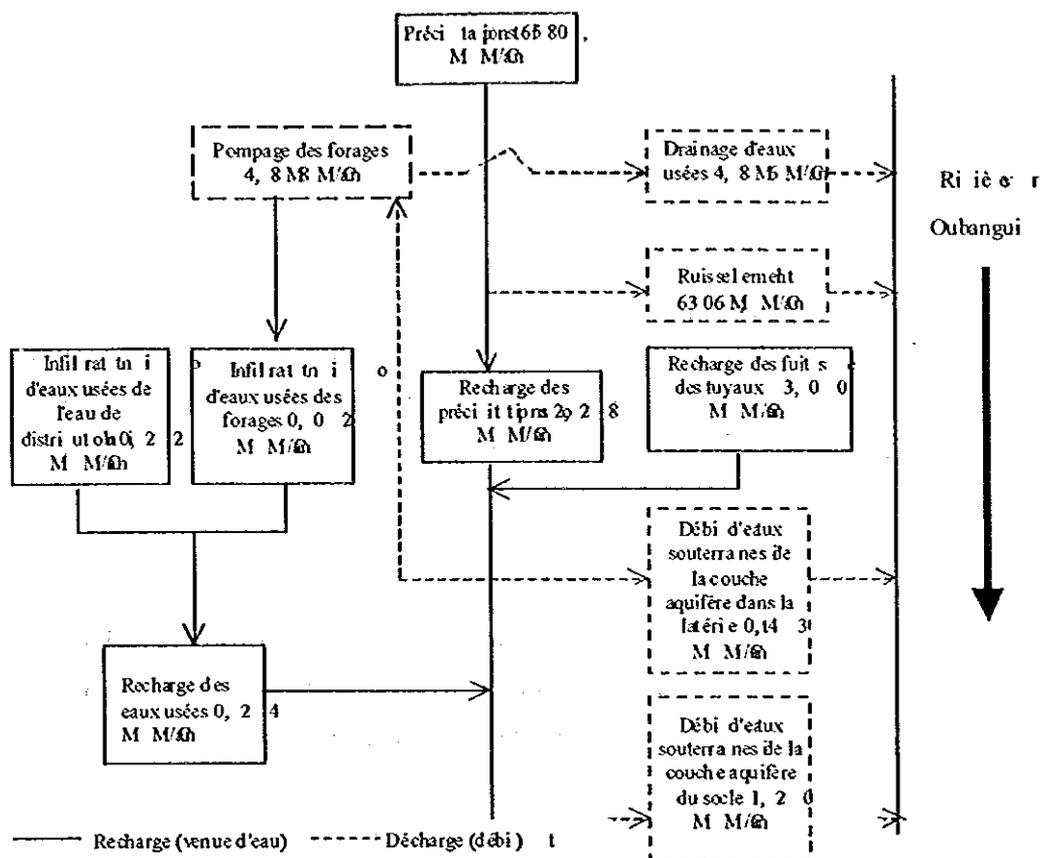


Figure 5.5.3 Equilibre schématisé des eaux souterraines dans le bassin d'eaux souterraines cible

5.6 Simulation numérique sur les eaux souterraines

L'objectif de la simulation numérique sur les eaux souterraines de ce chapitre est de formuler un modèle hydrogéologique pour la simulation future après l'exploitation des eaux souterraines. La simulation de reproduction du niveau des eaux souterraines actuel est faite dans ce chapitre pour la formulation d'un modèle hydrogéologique du bassin d'eaux souterraines cible. La simulation de l'état futur du niveau des eaux souterraines sera abordée dans la section 7.1.1 pour l'estimation du potentiel des eaux souterraines du bassin d'eaux souterraines cible.

La simulation numérique des eaux souterraines est réalisée sur la couche aquifère du socle parce que la couche aquifère dans la latérite n'est pas adaptée en termes de faible productivité et de qualité d'eau détériorée.

(1) Programme de simulation

Modflow, utilisé pour la simulation numériques des eaux souterraines, est construit sur la base de la méthode du comparateur, et a été appliqué dans des domaines divers pour la déperdition et la contamination des eaux souterraines.

(2) Conditions de base pour la simulation numérique

1) Modèle de grille et état des limites

Le modèle de grille est formé à un espacement de 160 m, comme le montre la Figure 5.6.1. La limite non-flux est placée le long de la limite du bassin d'eaux souterraines cible et la limite de charge constante le long de la rivière Oubangui, comme le montre la Figure 5.6.1.

2) Recharge

Le débit de la couche aquifère du socle a été estimé à 1,0 MCM/an sur la base du résultat de l'examen de l'équilibre des eaux souterraines (voir Figure 5.5.3), la même valeur est défini comme recharge de la couche aquifère du socle.

3) Epaisseur de la couche aquifère

Sur la base du résultats des forages de reconnaissance, 30 m est défini comme épaisseur de la couche aquifère du socle.

4) Distribution de la perméabilité

Une valeur de perméabilité élevée est définie le long du chemin des eaux souterraines (failles) et une perméabilité faible dans les autres zones, conformément aux résultats des essais de pompage.

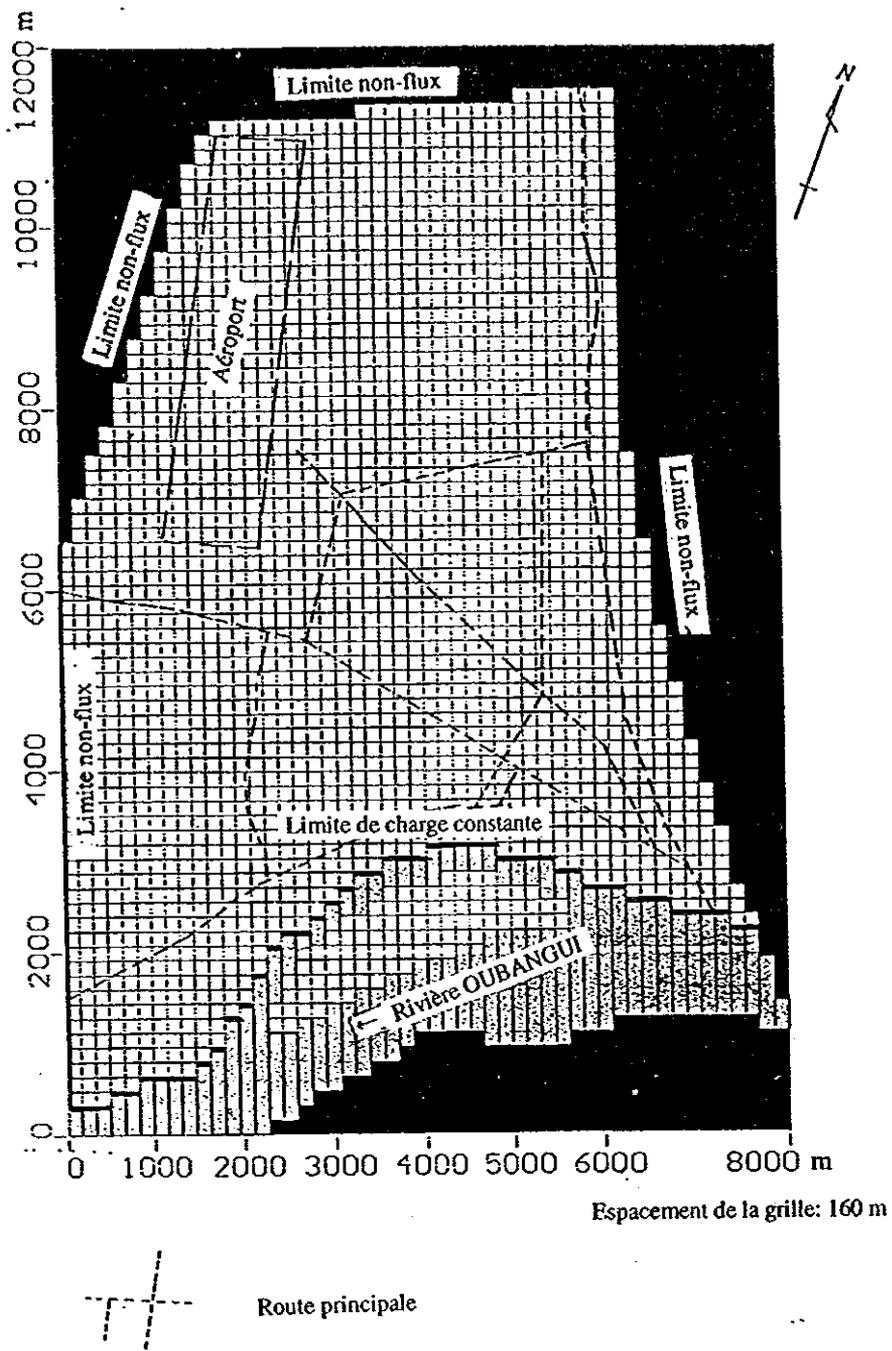


Figure 5.6.1 Modèle de grille et état de la limite pour la simulation des eaux souterraines

(3) Essai de simulation numérique

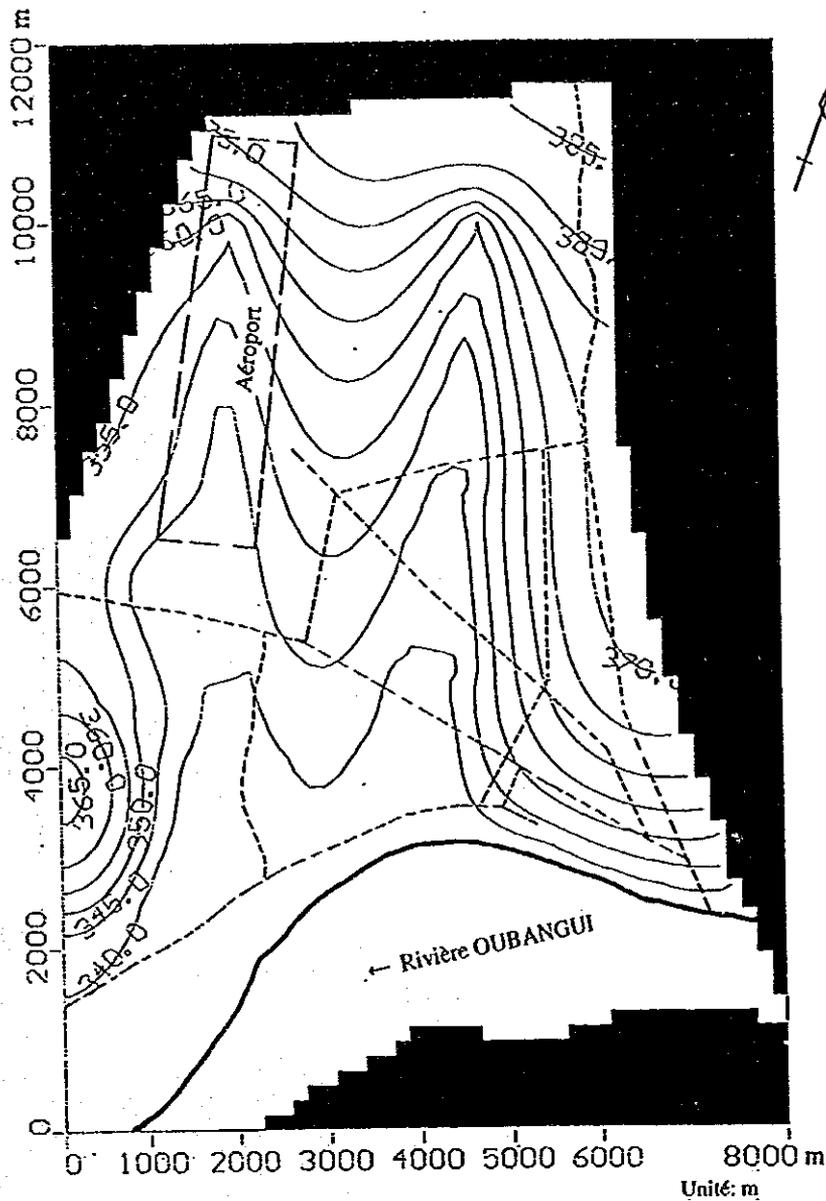
La simulation numérique des eaux souterraines a été faite par expérimentation systématique en changeant de volume de recharge et de distribution de la perméabilité jusqu'à ce que la courbe de niveau des eaux souterraines actuelle soit reproduite avec une précision satisfaisante.

(4) Résultats de la simulation de reproduction du niveau d'eaux souterraines actuel

La courbe de niveau des eaux souterraines finalisée est indiquée sur la Figure 5.6.2. En comparant la courbe reproduite par simulation avec la courbe réelle indiquée sur la Figure 5.1.1, on constate que la courbe de niveau reproduite coïncide pratiquement avec la courbe réelle.

La distribution de la perméabilité finale de la couche aquifère du socle est indiquée sur la Figure 5.6.3, sur laquelle des zones fortement perméables apparaissent le long des chemins des eaux souterraines (failles) présumés. La distribution de la perméabilité finale concorde avec les résultats des essais de pompage mentionnés dans la section 4.3.

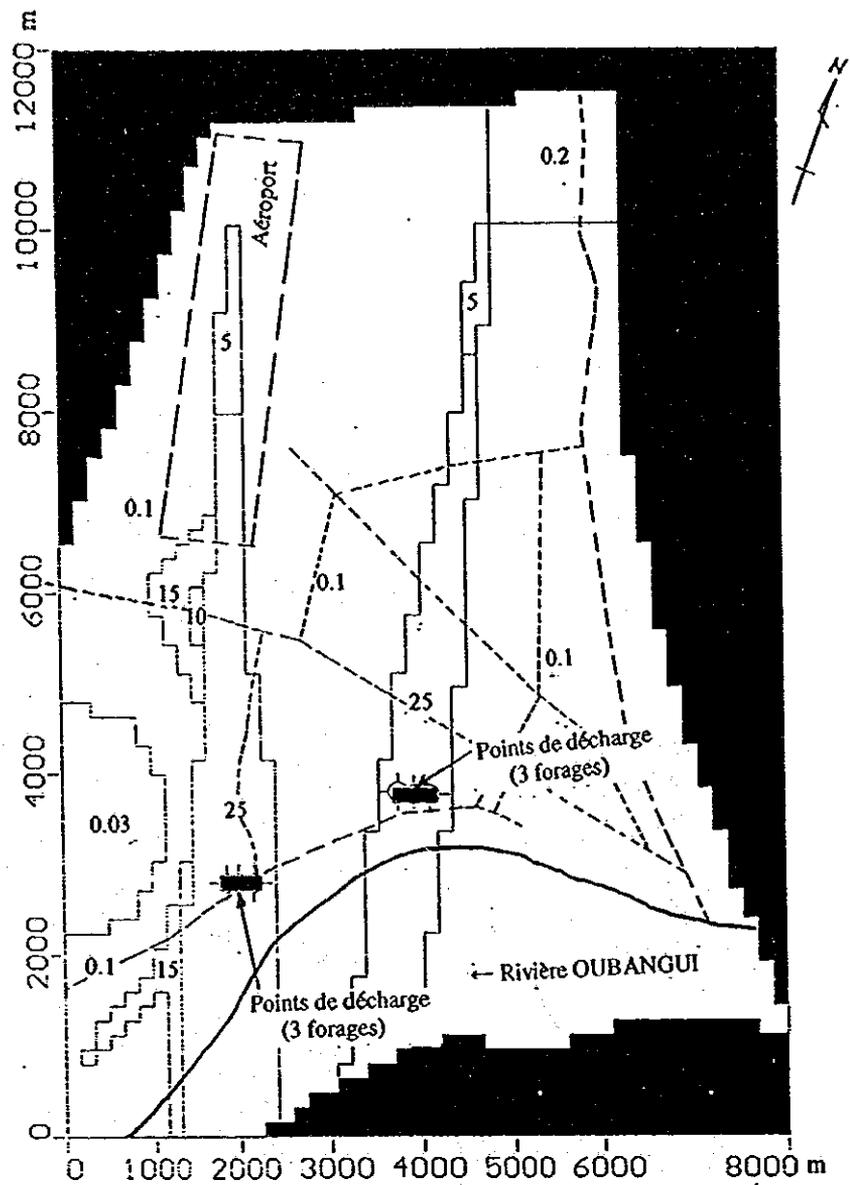
La recharge finale est de 1,0 MCM/an et la courbe de niveau ressemblant le plus à la courbe réelle peut être reproduite avec cette recharge.



Note: La recharge de la couche aquifère du socle est de 1.000.000 m³/an.

— 340.0 — Courbe de niveau de la surface piézométrique des eaux souterraines réapparue de la couche aquifère du socle mesurée en janvier 1999 en mètres.

Figure 5.6.2 Courbe de niveau des eaux souterraines actuelles reproduite de la couche aquifère du socle



Unité: m/jour

Note: L'épaisseur de la couche aquifère est de 30 m.

Figure 5.6.3 Distribution de la perméabilité de la couche aquifère du socle obtenue avec les essais de simulation

Chapitre 6 Potentiel des eaux de surface pour le plan d'alimentation en eau

La rivière OUBANGUI et la rivière M'POKO peuvent être des sources d'eau pour le système d'alimentation en eau dans la zone du Projet. La zone de l'étude est entourée par la rivière M'POKO au nord, à l'ouest et au sud. Bien qu'il reste encore beaucoup de forêts et de terres agricoles autour de la rivière, le flux est graduellement contaminé par les déchets, les eaux sales et le drainage due à la vie des hommes. L'urbanisation sera la première cause de la contamination de la rivière dans le future. Dans le système hydraulique de la rivière M'POKO, la rivière M'BALI, l'un de ses principaux affluents, se jette dans la M'POKO près de la partie ouest de la zone de l'Etude. La rivière M'BALI est actuellement non contaminée et il n'y a pas d'activité particulière pouvant provoquer la pollution de son eau dans le futur. C'est pourquoi, il est fortement recommandé que la rivière M'BALI soit une source d'eau pour l'alimentation en eau de la zone de l'Etude dans l'avenir. L'emplacement pour l'installation de prise a été sélectionné sur la rive droite de la rivière M'BALI à environ 1 km en amont du confluent des deux rivières.

1) Rivière OUBANGUI

La station de prise d'eau existante, qui permet une prise d'environ $0,30 \text{ m}^3/\text{sec.}$, construite sur la rive droite de la rivière OUBANGUI en 1964, est utilisée par la SODECA pour l'alimentation en eau depuis lors. L'installation de prise existante se compose de 4 pompes verticales centrifuges et une pompe de type flottant. Au moment du débit minimum en avril 1990 ($227 \text{ m}^3/\text{sec.}$, probabilité 40 ans), la prise d'eau a été poursuivie avec la pompe flottante. Le volume de prise de $0,87 \text{ m}^3/\text{sec.}$ proposé dans le plan directeur de cette étude est négligeable puisque le débit en période de sécheresse est de $227 \text{ m}^3/\text{sec.}$. La rivière OUBANGUI, qui a un volume et un niveau d'eau suffisants comme source d'eau, peut répondre aux besoins d'eau domestique dans l'avenir.

2) Rivière M'POKO

Le barrage de BOALI a été construit en novembre 1990 sur la rivière M'BALI pour stabiliser à $20 \text{ m}^3/\text{sec.}$ l'écoulement d'eau aux centrales hydroélectriques de BOALI I et II, d'une capacité totale de 18,85 MW, situées à environ 5 km en aval du barrage. Ces centrales, qui alimentent la ville de BANGUI, ont respectivement été créées en 1953 et 1976. Le barrage a une capacité de stockage de 258 millions de m^3 , et permet de stocker l'eau pluviale de la saison des pluies. Après une certaine période d'essai opérationnel, l'exploitation du barrage a commencé en août 1991 et $20 \text{ m}^3/\text{sec.}$ ont pu être fournis aux centrales constamment en saison sèche.

Au barrage de BOALI, on a étudié l'équilibre d'eau ou la fonction de contrôle/ajustement du débit. Comme l'a montré la simulation d'équilibre d'eau du barrage sur 35 ans de 1964 à 1998, aucune pénurie d'eau n'est apparue dans le cas du débit de base de 20 m³/sec. Pour un débit de 25 m³/sec. la pénurie est apparue pour 2 années (106 jours en 1988 et 37 jours en 1990) et l'intervalle de récurrence a été estimé à 15-20 ans. Le Tableau 6.1.1 et les Figures 6.1.1 et 6.1.2 montrent les résultats de l'équilibre d'eau du barrage de BOALI.

Le débit annuel minimum à BOALI de la rivière M'BALI a également été étudié. Sur la base des données de venue d'eau du barrage (débit journalier à la station de mesure de BOALI ICOT), le débit a été calculé pour la période de 1985 à 1998, dans les cas avec ou sans barrage. Le débit annuel minimum et la probabilité de non-excès ont été calculés comme suite. Dans le cas sans barrage, le débit minimum probable pour une période de retour de 5 ans a été de 7,1 m³/sec. Dans le cas avec le barrage, la valeur minimale pour une probabilité de 20 ans a été de 20,4 m³/sec.

Ce qui précède permet de conclure que la fonction d'ajustement du barrage de BOALI devrait stabiliser le débit de la rivière M'BALI. Si le débit de base de 20 m³/sec. est fourni aux centrales électriques par le barrage, il n'y aura pas de problème d'eau en prélevant 0,87 m³/sec, le volume requis en 2015 dans le plan directeur de cette étude.

Débit annuel minimum de la rivière M'BALI à BOALI

Année	vec barrage sans barrage		Période de retour	avec barrage sans barrage	
	m ³ /sec	m ³ /sec		m ³ /sec	m ³ /sec
1985	36,9	24,6	50	17,9	0,8
1986	24,6	6,7	30	19,2	1,6
1987	23,9	5,7	20	20,4	2,4
1988	20,2	0,3	10	22,8	4,3
1989	27,0	10,2	5	25,8	7,1
1990	23,7	5,4	2	32,0	15,1
1991	35,1	22,0			
1992	36,0	23,3			
1993	29,6	14,0			
1994	34,2	20,7			
1995	42,3	32,5			
1996	42,1	32,2			
1997	44,3	35,4			
1998	34,2	20,7			

Tableau 6.1.1 Résumé de l'équilibre d'eau du barrage de BOALI

Année	Qb = 25 m ³ /s						Qb = 20 m ³ /s			
	Vmin	WLmin	Vmin-r	Qo-min	Période quand Qo < Qb	V insu- ffisant	Vmin	WLmin	Vmin-r	Qo-min
	(MCM)	(m)	(%)	(m ³ /s)	(jour)	(MCM)	(MCM)	(m)	(%)	(m ³ /s)
1964	216	570.72	84	25.0			240	571.64	93	20.0
1965	254	572.16	99	25.0			259	572.33	101	23.0
1966	249	571.96	96	25.0			259	572.31	100	20.9
1967	251	572.04	97	25.0			259	572.33	100	22.3
1968	260	572.36	101	26.1			260	572.36	101	26.1
1969	260	572.36	101	25.5			260	572.36	101	25.5
1970	262	572.42	101	32.3			262	572.42	101	32.3
1971	212	570.55	82	25.0			242	571.72	94	20.0
1972	165	568.52	64	25.0			216	570.72	84	20.0
1973	51	561.22	20	25.0			135	567.06	52	20.0
1974	68	562.74	26	25.0			160	568.27	62	20.0
1975	137	567.13	53	25.0			199	570.03	77	20.0
1976	249	571.95	96	25.0			259	572.31	100	20.7
1977	205	570.26	79	25.0			244	571.77	94	20.0
1978	154	567.99	60	25.0			214	570.63	83	20.0
1979	155	568.08	60	25.0			216	570.73	84	20.0
1980	145	567.57	56	25.0			199	570.04	77	20.0
1981	172	568.87	67	25.0			218	570.78	84	20.0
1982	171	568.81	66	25.0			218	570.78	84	20.0
1983	57	561.82	22	25.0			121	566.29	47	20.0
1984	63	562.35	25	25.0			141	567.36	55	20.0
1985	76	563.34	29	25.0			152	567.89	59	20.0
1986	19	557.17	7	25.0			100	565.01	39	20.0
1987	3	552.61	1	25.0			83	563.87	32	20.0
1988	3	552.67	1	0.1	106	179	6	554.15	2	20.0
1989	51	561.21	20	25.0			111	565.70	43	20.0
1990	3	552.80	1	4.8	37	47	53	561.45	21	20.0
1991	62	562.23	24	25.0			138	567.22	54	20.0
1992	125	566.47	48	25.0			174	568.93	67	20.0
1993	141	567.36	55	25.0			205	570.26	79	20.0
1994	129	566.70	50	25.0			195	569.85	76	20.0
1995	125	566.47	48	25.0			204	570.24	79	20.0
1996	162	568.40	63	25.0			217	570.75	84	20.0
1997	210	570.46	81	25.0			249	571.95	96	20.0
1998	138	567.19	53	25.0			205	570.27	79	20.0
Moyenne	143	566.20	55	24.0			191	569.19	74	20.9
min.	3	552.61	1	0.1			6	554.15	2	20.0

Résultat de l'équilibre d'eau du barrage de Boali

$Q_b = 20 \text{ m}^3/\text{sec}$

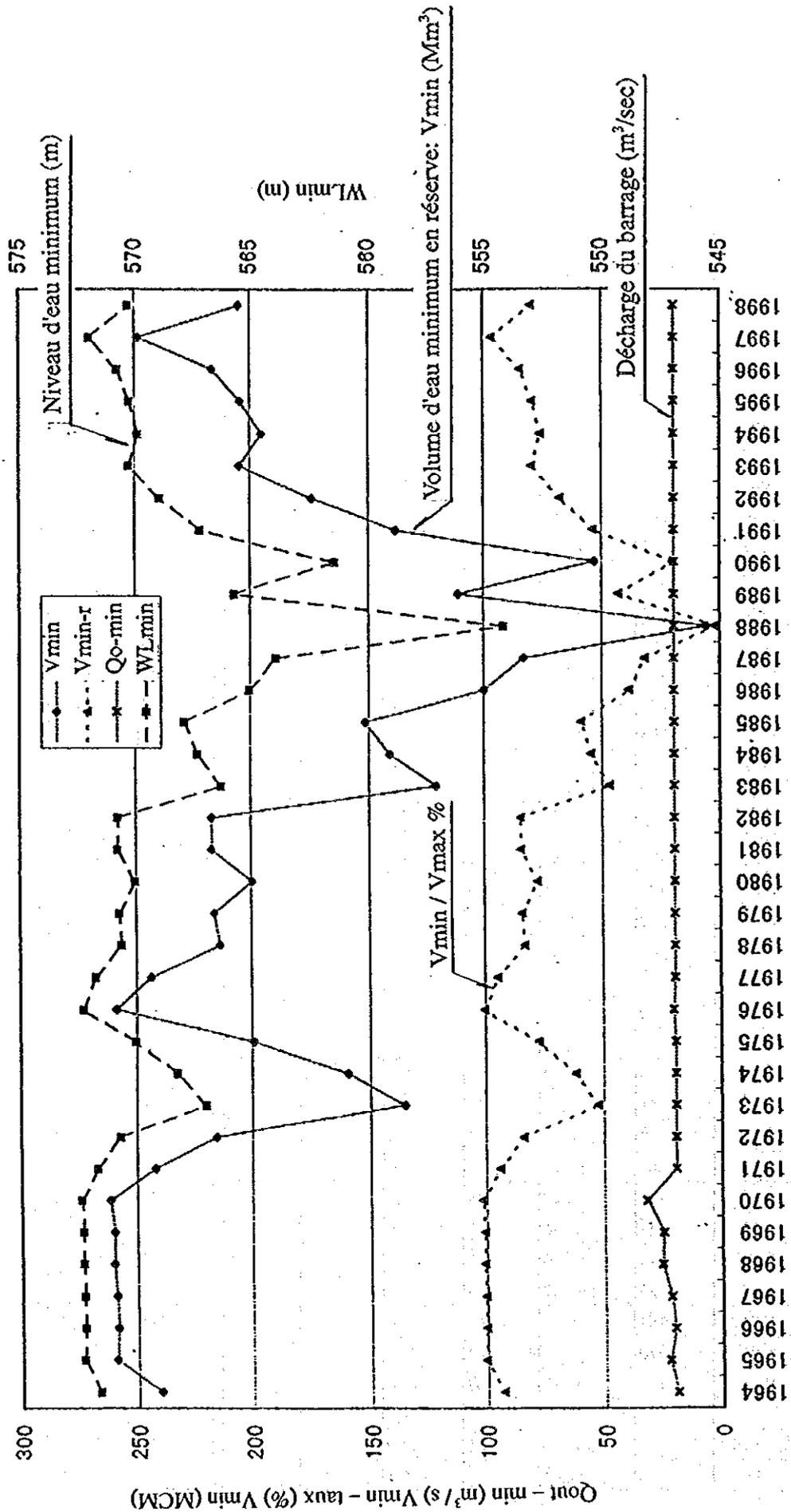


Figure 6.1.1 Résultat de l'équilibre d'eau du barrage de BOALI ($Q_b = 20 \text{ m}^3/\text{sec}$)

Résultat de l'équilibre d'eau du barrage de Boali

$Q_b = 25 \text{ m}^3/\text{sec}$

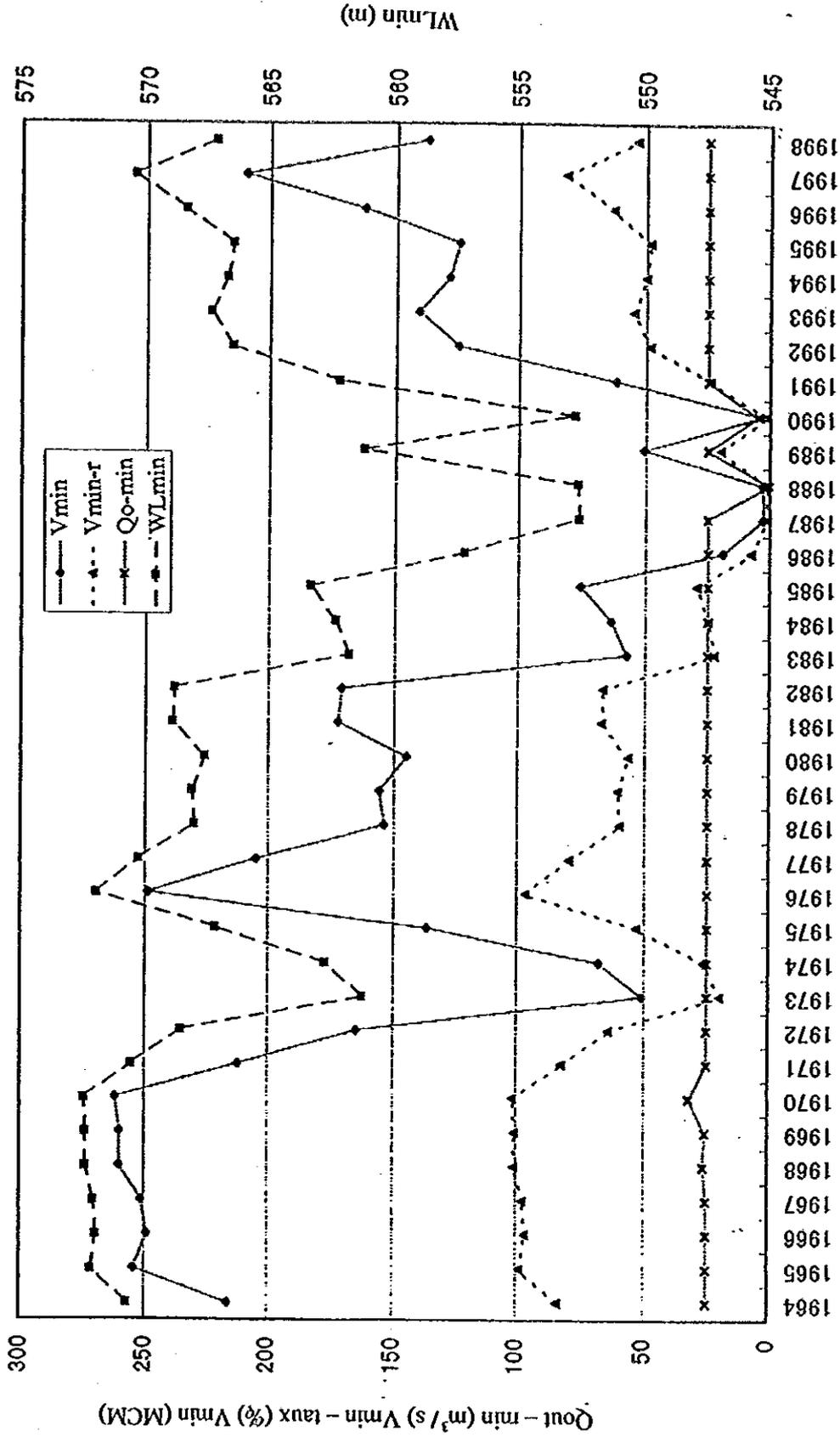


Figure 6.1.2 Résultat de l'équilibre d'eau du barrage de BOALI ($Q_b = 25 \text{ m}^3/\text{sec}$)



Chapitre 7 Etablissement du Plan directeur

7.1 Formulation de la méthodologie pour le Plan directeur

7.1.1. Déroulement de l'étude du Plan directeur

L'étude du Plan directeur sera exécutée conformément à cet organigramme

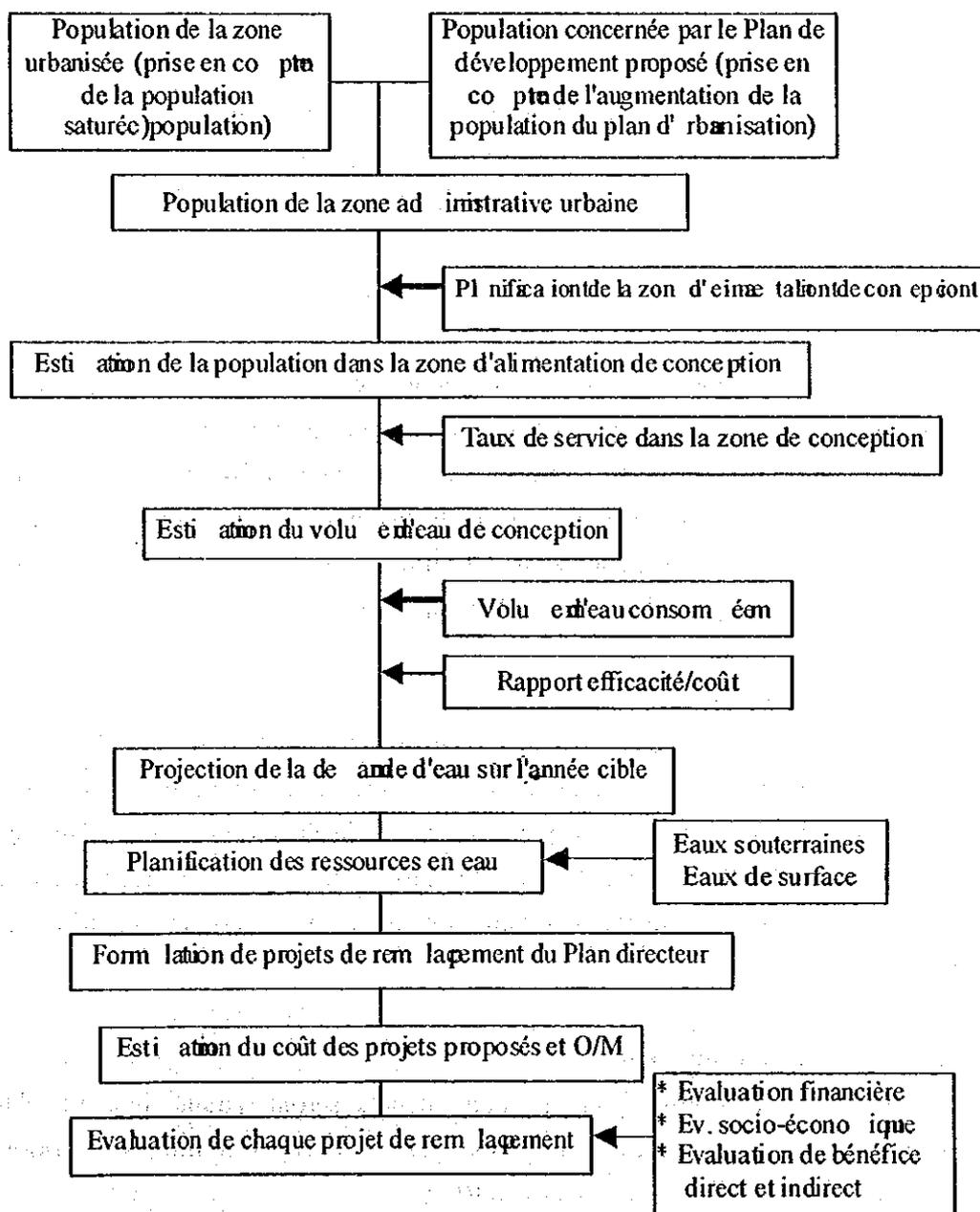


Figure 7.1.1 Organigramme du Plan directeur

7.1.2 Politique du Plan directeur

Les conditions ci-dessous doivent être appliquées comme politique de base du Plan directeur.

1) Année cible

L'année cible finale du plan directeur sera 2015. 2005, l'année cible à court terme, correspond à la cible de l'étude de faisabilité à effectuer à l'étape suivante.

2) Source d'alimentation en eau

La source d'eau est l'eau souterraine et l'eau de surface, dont la qualité a été analysée et le potentiel évalué, pour être utilisée dans la première étape de cette Etude.

La qualité de l'eau fournie sera conforme aux grandes lignes internationales de l'OMS.

3) Zone cible

La zone cible principale sera constituée par les zones périphériques de Bangui, dont certaines sont situées en dehors de la zone d'alimentation en eau actuelle, et d'autres, même à l'intérieur de cette zone, qui ne peuvent pas être alimentées d'une quantité d'eau adéquate à pression adaptée. Dans le cas où les canalisations actuelles ne permettent pas de faire face à la demande en eau future, le remplacement des réseaux de canalisations existants sera considéré dans le Plan directeur.

4) Installations à proposer

Les installations de production d'eau seront appliquées selon le type de source d'eau. Chaque composant des plans possibles devra être adapté au niveau technique des ingénieurs locaux et aussi considéré du point de vue de la facilité et de l'économie du fonctionnement et de la maintenance. Les installations de distribution, les branchements particuliers et les fontaines publiques seront conçus selon les critères actuellement appliqués.

5) Matériaux de construction

Les matériaux à utiliser pour la construction seront autant que possible sélectionnés parmi les produits locaux. Si des matériaux importés sont utilisés, la priorité sera donnée à ceux ordinairement distribués en RCA.

7.2 Etude du Plan directeur

7.2.1 Projection de la population desservie

1) Population actuelle dans la zone de l'Etude

En 1998, le troisième recensement officiel a été effectué en République Centrafricaine, 10 ans après le seconde de 1988. Le recensement de l'an dernier s'est bien déroulé, et la totalisation/classification des données est actuellement effectuée par le Ministère de l'Economie, du Plan et de la Coopération Internationale, et devrait se terminer vers la fin 1999.

Le Centre de statistiques du Ministère a fourni un dossier de travail en cours pour l'estimation de la population de Bangui, de Bimbo (centre ville et banlieue) et d'autres districts du pays à l'équipe d'Etude de la JICA. D'après le Centre, le taux de croissance démographique annuel de l'ensemble du pays est estimé à 2,25%. Ce chiffre n'est pas irréaliste en comparaison des estimations, par exemple celles faites par le FMI (2,6% en 1977)¹ ou le CIA (2,05% en 1997)².

La zone de conception comprend l'ensemble de la ville de Bangui, dont l'urbanisation progresse, sauf dans la zone de collines situées dans la partie Est de Bangui, et trois sous-districts de Bimbo-centre, Kokolo et Begoua dans le district de Bimbo qui appartient à la préfecture d'Ombella Mpoko. Ces trois sous-districts sont adjacents à la zone urbanisée de Bangui, c'est pourquoi ils sont placés dans la catégorie urbaine dans le district. (Voir Figure 7.2.1.)

La population de la zone de conception est estimée comme le montre le Tableau 7.2.1 ci-dessous.

1 : FMI, République Centrafricaine: Annexe statistique (1998), p. 3

2 : Center Intelligence Agence (CIA) des Etats-Unis, Livre des faits du monde: République Centrafricaine 1998.

Tableau 7.2.1 Population estimée de la zone de l'Etude sur la base du recensement

Zone	Population du recensement de 1988			Population estimée en 1998			Augmentation de la population Taux (%)
	Total	Zone urbaine	Zone rurale	Total	Zone urbaine	Zone rurale	
1 Ville de BANGUI							
D-I	10.724	10.724	-	15.688	15.688	-	3,88
D-II	55.801	55.801	-	81.631	81.631	-	3,88
D-III	86.029	86.029	-	125.851	125.851	-	3,88
D-IV	60.162	60.162	-	88.011	88.011	-	3,88
D-V	105.732	105.732	-	154.676	154.676	-	3,88
D-VI	53.507	53.507	-	78.275	78.275	-	3,88
D-VII	34.428	34.428	-	50.365	50.365	-	3,88
D-VIII	45.307	45.307	-	66.279	66.279	-	3,88
Total	451.690	451.690	-	660.776	660.776	-	3,88
2 Préfecture d'OMBELLA & MPOKO							
District de BIMBO	69.176	10.751	58.425	158.350	23.022	135.328	7,91
Préfecture d'OMBELLA & MPOKO	150.865	10.751	140.114	291.792	49.390	242.402	7,91
3 Autre préfecture	2.085.871	524.095	1.110.086	1.746.349	655.049	1.091.300	-
4 République Centrafricaine	2.688.426	986.536	1.701.890	3.359.693	1.365.215	1.994.478	2,25

(Source: Ministère de l'Economie, du Plan et de la Coopération Internationale)

La maire du district de Bimbo a confirmé que la population totale de ces trois sous-districts, inclus dans la zone de l'Etude, était de 25.000 à la fin 1998.



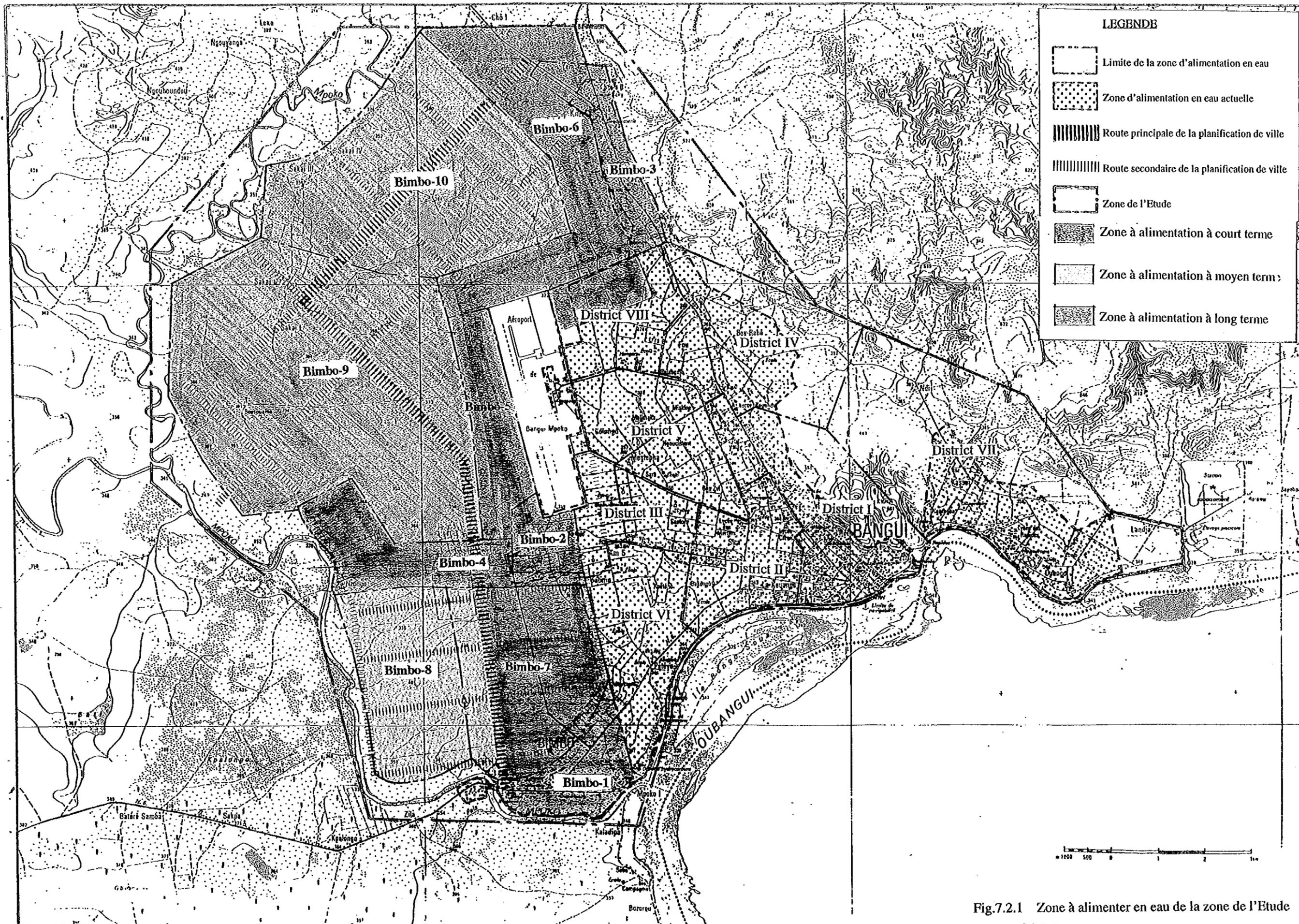


Fig.7.2.1 Zone à alimenter en eau de la zone de l'Etude

Le taux de croissance démographique de Bangui a été estimé un peu plus élevé (3,88%/an) et celui de Bimbo beaucoup plus élevé (7,91%/an) que celui des autres districts du pays. La raison exacte pour laquelle les autorités centrafricaines utilisent ces taux n'est pas théoriquement expliquée, mais selon l'interview faite à la mairie de Bimbo ou au Ministère de l'Economie, du Plan et de la Coopération Internationale, l'afflux de population à Bimbo a considérablement augmenté au cours des dernières années (principalement parce que les zones résidentielles de Bangui sont pratiquement saturées et que les personnes migrant des zones rurales ne peuvent pas se permettre d'habiter en ville).

2) Caractéristiques de la zone de l'Etude

La zone d'alimentation en eau de conception comprend la zone urbanisée de Bangui, et les trois sous-districts de Bimbo située à l'Est de la rivière Mpoko, qui devrait s'urbaniser rapidement dans l'avenir. La ville de Bangui se subdivise en huit districts administratifs. Et il est considéré pratique pour les travaux d'estimation de diviser les sous-districts de Bimbo en 10 zones, de B1 à B10, compte tenu de la progression de l'urbanisation dans chacune d'elles.

Les caractéristiques de chaque zone sont comme suit.

a) Zone d'alimentation en eau existante (zone présentement urbanisée)

La zone d'alimentation en eau publique (SODECA) existante couvre presque toute la ville de Bangui, sauf la zone de collines qui s'étend du Nord-ouest au Sud-est dans la partie Est de la ville, et quelques parties du sous-district de Bimbo où l'urbanisation progresse rapidement. La ville de Bangui comprend 8 districts administratifs, dont quelques-uns où la densité de population atteint la limite. Dans ces zones, sans rénovation drastique de la politique d'urbanisation, par exemple la reconstruction des maisons actuelles pratiquement toutes sans étage à des tours, la densité de population ne devrait plus augmenter. La partie-moitié Nord du district VIII de Bangui n'est pas couverte par le système d'alimentation en eau actuel. Dans la zone de B-1, B-2 et B-3 de Bimbo, le service d'eau est partiellement assuré par les canalisations posées dans les rues principales. Mais l'eau fournie est de mauvaise qualité et la pression est faible; le service est aussi parfois interrompu pendant la saison sèche.

b) Zone non alimentée

La moitié Ouest de la zone de l'Etude, sauf B-1, B-2 et B-3 de Bimbo, est en dehors de la zone alimentée. A cause de l'emplacement des installations principales, telles que station d'épuration et réservoirs, situés dans la partie Est de Bangui, l'extension de la zone d'alimentation vers l'Ouest et le Nord pose des problèmes de manque de volume d'eau et de pression. Dans quelques zones aux environs de Bangui

sans alimentation en eau publique, la demande d'eau augmente assez rapidement sous l'effet d'une croissance brutale de la population. La situation dans toute la zone de Bimbo dans la zone de l'Etude, qui devrait être intégrée à Bangui dans l'avenir, se résume comme suit.

i) B4, B5 et B6 de Bimbo (zone semi-urbaine)

Dans ces zones, la population augmente presque autant qu'à Bangui, et elle est obligée de s'approvisionner à des puits traditionnels insalubres. Un système d'alimentation en eau hygiénique est hautement requis.

ii) B7 de Bimbo (zone pilote du plan d'urbanisation)

Dans cette zone, un projet pilote d'urbanisation est en cours, dont le but principal est d'absorber l'augmentation rapide de la population qui provoque des implantations irrégulières et le développement d'un bas quartier dans la ville de Bangui. Alors que le Gouvernement Centrafricain et la Municipalité de Bangui donnent la première priorité à l'exécution de ce plan, le projet n'a pas encore suffisamment progressé à cause de la difficulté de trouver des ressources financières adéquates. La vente des terrains et la construction de maisons sont partiellement en cours et les nouveaux venus ont commencé à s'installer malgré l'absence d'alimentation en eau. Le service d'alimentation en eau est hautement requis ici.

iii) B8, B9 et B10 (zone du plan de développement urbain futur)

Ces zones, couvertes par le plan de développement, sont encore non développées et peu peuplées. Mais il y a un potentiel pour des migrations de population dans l'avenir. Comme le programme de réalisation du plan n'est pas encore clair pour ces zones, le besoin de service d'alimentation en eau passe après celui de la zone B7.

3) Estimation de la population de la zone de l'Etude

La population sera estimée dans les deux zones suivantes.

a) Zone présentement urbanisée

Pour les zones urbanisées existantes, l'augmentation naturelle de la population et l'augmentation de la population par petits lotissements doivent être considérées. La croissance de la population dans ces zones a été projetée en utilisant 3,88% comme taux de croissance annuel pour Bangui et 7,91% pour Bimbo, compte tenu du résultat des recensements de 1988 et 1998. Pour les districts III et V de Bangui, la population ne devrait pas augmenter parce que ces zones sont déjà développées et un potentiel pour rénover en tours n'est pas prévu. C'est pourquoi la densité de population saturée de ces zones a été estimée à 250 hab./ha, en ajoutant une petite marge à la densité de population actuelle en 1998.

b) Zone périphérique

Dans la zone périphérique de Bangui, l'augmentation de la population suite à l'exécution du nouveau plan d'urbanisation doit être prise en compte.

B7 est classées zone haute priorité pour le développement d'urgence, c'est pourquoi la densité de population désignée saturée doit être adoptée conformément au plan d'urbanisation comme suit.

- i) 20% de la zone de conception est assignée pour l'espace pour les routes
- ii) 10% sont prévus pour des espaces publics de jardins, centres communautaires etc.
- iii) les 70% restants sont une zone résidentielle d'habitations à vendre.
- iv) La densité de population de conception est 8 personnes pour 600 m² (20 x 30 m)

Par conséquent, la densité de population de conception peut être calculée à 100 personnes à l'ha par le calcul suivant.

$$\text{Zone résidentielle à l'ha: } 10.000 \text{ m}^2 \times 0,7 = 7.000 \text{ m}^2$$

$$\text{Densité de population de conception: } 8 \text{ personnes} \times (7.000 \text{ m}^2 / 600 \text{ m}^2) = 93 \text{ habitants}$$

$$= \text{environ } 100 \text{ habitants/ha}$$

c) Estimation de la population

Les conditions pour l'estimation de la population de conception sont résumées comme suit conformément aux conditions ci-dessus.

* Période d'estimation: 1998 - 2015

* Méthode d'estimation:

Si la densité de population atteint la densité de population saturée dans chaque district avant 2015, on considérera que la densité de la zone a atteint la densité saturée en 2015. Alors, les populations avant 2015 pourront être calculées en adoptant une tendance d'augmentation linéaire entre 1998 et 2015.

* Densité saturée de la zone de l'Etude:

Toute la ville de Bangui et B1, B2, B3	: 250 hab./ha
B4, B5 et B6	: 150 hab./ha
B7, B8, B9 et B10	: 100 hab./ha

Le Tableau 7.2.2 et la Figure 7.2.2 résumant les résultats de l'estimation de la population.

Tableau 7.2.2. Estimation de la population de la zone de l'Etude

1) Bangui

District	Surface Km2	Population du district (habitants)					
		1988	1998	2005	2010	2015	Saturé
D-I	5.46	10,724	15,688 (28.7)	20,478 (37.5)	24,771 (45.4)	29,965 (54.9)	136,500
D-II	5.47	55,801	81,631 (149.2)	104,327 (190.7)	120,539 (220.4)	136,750 (250.0)	136,750
D-III	5.1	86,029	125,851 (246.8)	126,530 (248.1)	127,015 (249.0)	127,500 (250.0)	127,500
D-IV	5.51	60,162	88,011 (159.7)	108,492 (196.9)	123,121 (223.4)	137,750 (250.0)	137,750
D-V	6.4	105,732	154,676 (241.7)	156,868 (245.1)	158,434 (247.6)	160,000 (250.0)	160,000
D-VI	6.69	53,507	78,275 (117.0)	102,175 (152.7)	123,597 (184.7)	149,975 (224.2)	167,250
D-VII	7.76	34,428	50,365 (64.9)	65,743 (84.7)	79,527 (102.5)	96,499 (124.4)	194,000
D-VIII(1)	3.2	22,307	32,624 (102.0)	42,586 (133.1)	51,514 (161.0)	62,508 (195.3)	53,000
D-VIII(2)	3.02	23,000	33,655 (111.4)	43,931 (145.5)	53,141 (176.0)	64,483 (213.5)	102,500
Total	48.61	451,690	660,776 (135.9)	771,131 (158.6)	861,658 (177.3)	965,430 (198.6)	1,215,250

2) Sous-districts de Bimbo

District	Surface Km2	Population du district (habitants)					
		1988	1998	2005	2010	2015	Saturé
B-1	3.5	-	6,000 (17.1)	10,223 (29.2)	14,959 (42.7)	21,888 (62.5)	87,500
B-2	2.1	-	4,000 (19.0)	6,815 (32.5)	9,972 (47.5)	14,592 (69.5)	52,500
B-3	3.4	-	3,500 (10.3)	5,963 (17.5)	8,726 (25.7)	12,768 (37.6)	85,000
B-4	6.3	-	3,000 (4.8)	5,112 (8.1)	7,479 (11.9)	10,944 (17.4)	94,500
B-5	5	-	1,500 (3.0)	2,556 (5.1)	3,740 (7.5)	5,472 (10.9)	75,000
B-6	11.4	-	2,500 (2.2)	4,260 (3.7)	6,233 (5.5)	9,120 (8.0)	171,000
B-7	9	-	1,000 (1.1)	1,704 (1.9)	2,493 (2.8)	3,648 (4.1)	90,000
B-8	12.6	-	500 (0.4)	852 (0.7)	1,247 (1.0)	1,824 (1.4)	126,000
B-9	33.4	-	1,500 (0.4)	2,556 (0.8)	3,740 (1.1)	5,472 (1.6)	334,000
B-10	20.6	-	1,500 (0.7)	2,556 (1.2)	3,740 (1.8)	5,472 (2.7)	206,000
Total	107.3	10,751	25,000 (2.3)	42,596 (4.0)	62,328 (5.8)	91,199 (8.5)	1,321,500

Note: () est la densité de population dans chaque zone. (hab./ha).

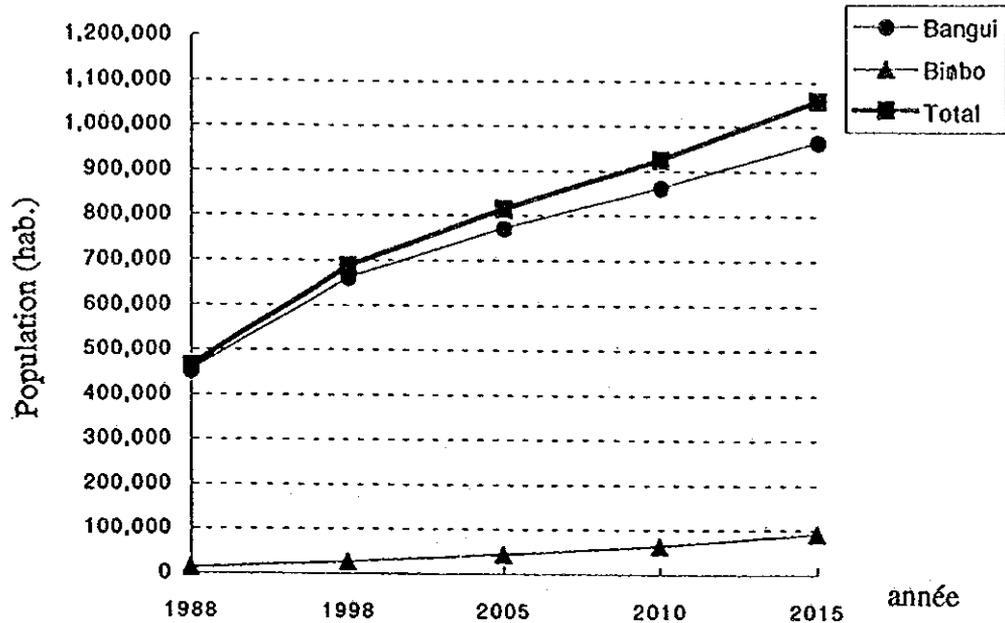


Figure 7.2.2 Estimation de la population

7.2.2 Estimation de la demande en eau

1) Conditions de projection de la demande en eau

Les conditions de la projection de la demande en eau future sont comme suit, compte tenu des points précédents.

a) Année cible de l'étude

L'année cible finale est 2015 pour le Plan directeur. L'année 2005, à mi-chemin entre 1998 et l'année cible finale, est l'année cible à court terme.

b) Taux de couverture de l'alimentation en eau

* Toute la ville de Bangui et B1, B2 et B3:

Vu l'état actuel du service d'alimentation en eau de la SODECA, le taux de couverture sera supposé de 30% de 1998 à 2000. En 2005, ce taux devrait atteindre 50%, grâce à l'exécution d'un projet de réparation du réseau de canalisations de distribution existant qui commencera en 1999 avec l'aide financière de la AFD¹⁾. Vu la situation économique difficile dans la zone de Bangui, il est difficile de prévoir que le taux de couverture dans la Ville de Bangui, qui est actuellement d'environ 30%, ce qui est beaucoup plus bas que les capitales des pays voisins, augmentera à un niveau aussi élevé en environ 15 ans.

Il est donc supposé que le taux de couverture de l'eau devrait atteindre 60% en 2015, niveau que le Gouvernement de RCA visait officiellement dans la zone urbaine pour l'an 2000.

*B4, B5, B6 et B7:

Le service d'alimentation en eau pourra démarrer à condition que le projet à court terme soit achevé en 2004. Le taux de couverture devrait alors être de 30% en 2004, et devrait augmenter linéairement jusqu'à 60% en 2015.

* B8, B9 et B10:

Supposant que ces zones soient graduellement développées après l'achèvement du projet à court terme et que l'installation du réseau de canalisations de distribution se fasse rapidement après 2009, sur la base d'un programme possible de l'exécution du projet. Dans ce cas, le taux de couverture de 30 et 60% du service de fourniture d'eau est respectivement prévu dans ces zones en 2009 et 2015.

La Figure 7.2.3 résume les taux de couverture pour chaque zone.

1) Etude de suivi pour le 4ème projet, voir Chapitre 3, Section 3.2.5.

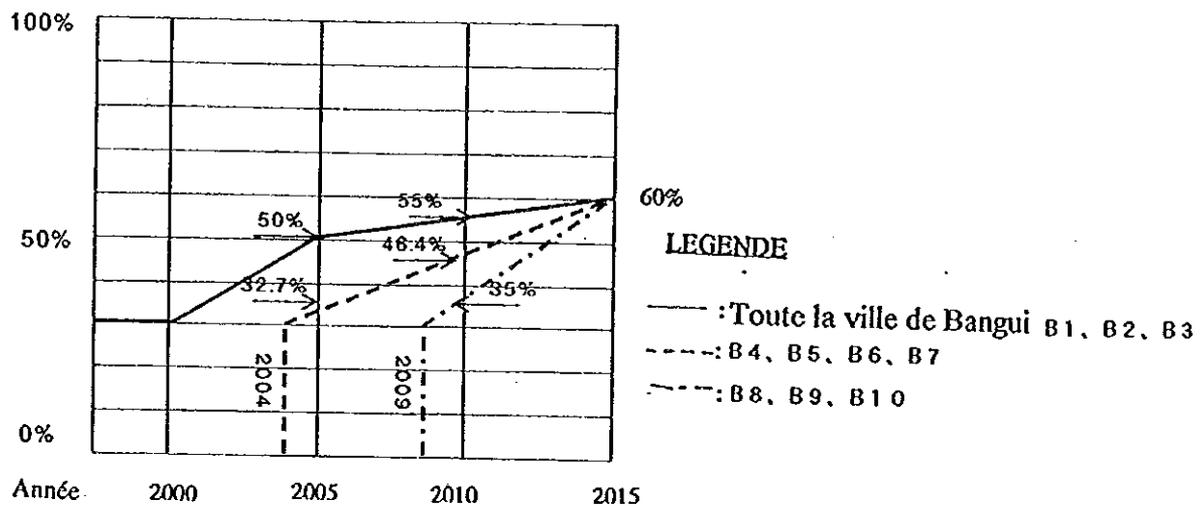


Figure 7.2.3 Taux d'alimentation en eau de chaque zone

c) Proportion d'utilisateurs des fontaines publiques et des branchements particuliers

D'après l'analyse de l'état du service d'eau de la SODECA effectuée dans la section 3.2.3, 31% de la population desservie l'est par branchement particulier et 69% par fontaine publique. Vu ces résultats, les systèmes d'alimentation en eau pour la population desservie sont supposés comme suit.

* Bangui: La proportion d'utilisateurs de branchements particuliers et de fontaines publiques restera telle quelle dans l'avenir. Le Tableau 7.2.3 indique le pourcentage de chaque catégorie.

* B1 à B7: Les besoins en eau sont les plus élevés dans cette zone, et il n'y a pas de service d'alimentation en eau public. Vu le niveau de vie des habitants, la proportion des utilisateurs de fontaines publiques devrait être supérieure à la moyenne de l'étape initiale du projet. C'est pourquoi, le taux de fontaines publiques est estimé à 85% et devrait diminuer graduellement à 70% en 2010.

* B8 à B10: Comme ces zones sont moins peuplées, les besoins de service d'alimentation en eau sont plus faibles dans l'avenir. C'est pourquoi, on présume que l'alimentation en eau potable commencera en 2010, mais à 100% par fontaines publiques.

Le Tableau 7.2.3 résume la proportion des utilisateurs de fontaines publiques et de branchements particuliers sur cette base.

Tableau 7.2.3 Proportion des utilisateurs de fontaines publiques et de branchements particuliers

Année	Ville de Bangui		B1 à B7 à Bimbo		B8 à B10 à Bimbo	
	Branchement particulier	Fontaine publique	Branchement particulier	Fontaine publique	Branchement particulier	Fontaine publique
2005	30%	70%	15%	85%	0%	0%
2010	30%	70%	30%	70%	0%	100%
2015	30%	70%	30%	70%	10%	90%

d) Volume d'eau

Selon les lignes directrices officiellement appliquées à l'alimentation en eau, les unités de consommation d'eau sont supposées comme suit.

Utilisateur de branchement particulier : 70 l/tête/jour

Utilisateur de fontaine publique : 25 l/tête/jour

Vu ces chiffres, le volume d'eau pour chaque zone a été supposé comme suit.

- * Bangui: un volume d'eau unitaire de 70 l/t/j (l/tête/jour) est adopté pour 2005, qui devrait augmenter linéairement à 100 l/t/j par la suite. Le volume pour les fontaines publiques restera le même qu'aujourd'hui.
- * B1 à B7: Vu le besoin élevé du service d'alimentation en eau dans cette zone, le volume unitaire des branchements particuliers sera supposé identique à celui de Bangui. Pour les fontaines publiques, le niveau devrait être inférieur à celui d'aujourd'hui en 2005, compte tenu du niveau des revenus; mais il devrait atteindre la moyenne en 2015.
- * B8 à B10: Compte tenu de la progression de l'urbanisation dans ces zones, du point de vue gestionnaire, il est difficile de prévoir que la demande en eau dans ces zones augmentera à un niveau suffisant pour installer un système d'eau courante jusqu'en 2005. Comme la demande en eau devrait atteindre le niveau primaire en 2010, les unités des utilisateurs de branchements particuliers et des utilisateurs de kiosque en 2010 sont estimés respectivement à 70 l/cpd et 10 l/cpd. Ces valeurs devraient alors augmenter à 85 l/cpd et 17,5 l/cpd en 2015.

Le Tableau 7.2.4 résume le volume unitaire par type d'utilisation sur cette base.

Tableau 7.2.4 Volume d'eau unitaire supposé

Anné	Ville de Bangui		B1 à B7 à Bimbo		B8 à B10 à Bimbo	
	Branchement particulier	Fontaine publique	Branchement particulier	Fontaine publique	Branchement particulier	Fontaine publique
2005	70 lit./cpd	25 lit./cpd	70 lit./cpd	10 lit./cpd	Non alimenté	Non alimenté
2010	85 lit./cpd	25 lit./cpd	85 lit./cpd	17,5 lit./cpd	70 lit./cpd	10 lit./cpd
2015	100 lit./cpd	25 lit./cpd	100 lit./cpd	25 lit./cpd	85 lit./cpd	17,5 lit./cpd

e) Taux d'efficacité

Le taux d'efficacité actuel de l'alimentation en eau de la SODECA est estimé à 65%. Compte tenu du projet de réparation du réseau des canalisations de distribution existant qui commencera en 1999 avec l'aide de la AFD, le taux d'efficacité devrait atteindre 75% à Bangui, et B1 à B3 en 2015. De plus, des installations d'alimentation en eau, telles que réseau des canalisations de distribution principales et compteurs d'eau à domicile ou au kiosque, seront nouvellement installés dans les zones B1 à B7. Cela permettra de réduire au minimum les fuites d'eau incontrôlables ou l'eau volée. On suppose donc que le taux d'efficacité atteindra 90% en 2005 dans les zones B4 à B7 et qu'il devrait baisser à 85% en 2015.

Le Tableau 7.2.5 résume le taux d'efficacité pour chaque zone.

Tableau 7.2.5 Taux d'efficacité supposé

Année	Ville de Bangui et B1 à B3	B4 à B7 à Bimbo
1998	65%	0%
2005	69,1%	90%
2010	72,1%	87,5%
2015	75%	85%

f) Taux de charge d'alimentation en eau

En général, le taux de charge de l'alimentation en eau est adopté en fonction des fluctuations saisonnières du volume fourni. Vu le service actuellement assuré par la SODECA, le taux de charge d'alimentation en eau peut être supposé de 80%. Ce taux sera également utilisé pour la projection de la demande en eau.

2) Projection de la demande en eau sur l'année cible

Le Tableau 7.2.6 et la Figure 7.2.4 donnent l'estimation de la demande en eau pour les années cibles en tenant compte des suppositions précitées.

Dans le Tableau 7.2.6, la Zone 1 correspond aux zones B1 à B7 et D-VIII(1) de la ville de Bangui non alimentées en eau courante actuellement, la Zone 2 correspond à B8 à B10 de Bimbo et la Zone 3 couvre des zones dont les habitants reçoivent un service d'eau courante suffisant.

Tableau 7.2.6 Projection de la demande en eau sur l'année cible

Année 2005

District	Population (habitants)	Taux d'alimentation en eau (%)	Population alimentée	Type d'alimentation		Population		Demande (l/jf)		Taux d'efficacité	Production jour. moy. (m3/j)	Taux de charge	Production jour. max. (m3/j)	Zone 1 (m3/j)	Zone 2 (m3/j)	Zone 3 (m3/j)			
				Branchement particulier	Fontaine publique	Branchement particulier	Fontaine publique	Branchement particulier	Fontaine publique										
1. BANGUI																			
D-I	20,478	50.0	10,239	0.30	0.70	3,072	7,167	70.0	25.0	215	179	394	0.69	571	0.80	714	0	0	714
D-II	104,327	50.0	52,164	0.30	0.70	15,649	36,514	70.0	25.0	1,095	913	2,008	0.69	2,911	0.80	3,638	0	0	3,638
D-III	126,530	50.0	63,265	0.30	0.70	18,980	44,286	70.0	25.0	1,329	1,107	2,436	0.69	3,530	0.80	4,413	0	0	4,413
D-IV	108,492	50.0	54,246	0.30	0.70	16,274	37,972	70.0	25.0	1,139	949	2,088	0.69	3,027	0.80	3,783	0	0	3,783
D-V	156,868	50.0	78,434	0.30	0.70	23,530	54,904	70.0	25.0	1,647	1,373	3,020	0.69	4,376	0.80	5,470	0	0	5,470
D-VI	102,175	50.0	51,088	0.30	0.70	15,326	35,761	70.0	25.0	1,073	894	1,967	0.69	2,851	0.80	3,563	0	0	3,563
D-VII	65,743	50.0	32,872	0.30	0.70	9,861	23,010	70.0	25.0	690	575	1,266	0.69	1,834	0.80	2,293	0	0	2,293
D-VIII(1)	42,586	50.0	21,293	0.30	0.70	6,388	14,905	70.0	25.0	447	373	820	0.69	1,188	0.80	1,485	0	0	1,485
D-VIII(2)	43,991	50.0	21,966	0.30	0.70	6,590	15,376	70.0	25.0	461	384	846	0.69	1,226	0.80	1,532	0	0	1,532
Total	771,130	-	385,565	-	-	115,670	269,896	-	-	8,097	6,747	14,844	-	21,513	-	26,892	1,485	0	25,407
2. BINBO																			
B-1	10,223	50.0	5,112	0.15	0.85	767	4,345	70.0	10.0	54	43	97	0.69	141	0.80	176	176	0	0
B-2	6,815	50.0	3,408	0.15	0.85	511	2,896	70.0	10.0	36	29	65	0.69	94	0.80	117	117	0	0
B-3	5,963	50.0	2,982	0.15	0.85	447	2,534	70.0	10.0	31	25	57	0.69	82	0.80	103	103	0	0
B-4	5,112	32.7	1,672	0.15	0.85	251	1,421	70.0	10.0	18	14	32	0.90	35	0.80	44	44	0	0
B-5	2,556	32.7	836	0.15	0.85	125	710	70.0	10.0	9	7	16	0.90	18	0.80	22	22	0	0
B-6	4,260	32.7	1,393	0.15	0.85	209	1,184	70.0	10.0	15	12	26	0.90	29	0.80	37	37	0	0
B-7	1,704	32.7	557	0.15	0.85	84	474	70.0	10.0	6	5	11	0.90	12	0.80	15	15	0	0
B-8	852	0.0	0	0.00	0.00	0	0	0.0	0.0	0	0	0	0.90	0	0.80	0	0	0	0
B-9	2,556	0.0	0	0.00	0.00	0	0	0.0	0.0	0	0	0	0.90	0	0.80	0	0	0	0
B-10	2,556	0.0	0	0.00	0.00	0	0	0.0	0.0	0	0	0	0.90	0	0.80	0	0	0	0
Total	42,597	-	15,958	-	-	2,394	13,564	-	-	168	136	303	-	411	-	513	513	0	0
													21,924	27,405	1,999	0	25,407	27,405	

Année 2010

District	Population (habitants)	Taux d'alimentation en eau (%)	Population alimentée	Type d'alimentation		Population		Demande (l/vj)			Demande totale (m3/j)	Taux d'efficacité	Production jour. moy. (m3/j)	Taux de charge	Production jour. max. (m3/j)	Zone 1 (m3/j)	Zone 2 (m3/j)	Zone 3 (m3/j)
				Branchement particulier	Fontaine publique	Branchement particulier	Fontaine publique	Branchement particulier	Fontaine publique	Branchement particulier								
1. BANGUI																		
D-I	24.771	55.0	13.624	0.30	0.70	4.087	9.537	85.0	25.0	347	238	0.72	814	0.80	1.017	0	0	1.017
D-II	120.539	55.0	66.296	0.30	0.70	19.889	46.408	85.0	25.0	1.691	1.160	0.72	3.959	0.80	4.949	0	0	4.949
D-III	127.015	55.0	69.858	0.30	0.70	20.957	48.901	85.0	25.0	1.781	1.223	0.72	4.172	0.80	5.215	0	0	5.215
D-IV	123.121	55.0	67.717	0.30	0.70	20.315	47.402	85.0	25.0	1.727	1.185	0.72	4.044	0.80	5.055	0	0	5.055
D-V	158.434	55.0	87.139	0.30	0.70	26.142	60.997	85.0	25.0	2.222	1.525	0.72	5.204	0.80	6.505	0	0	6.505
D-VI	123.597	55.0	67.978	0.30	0.70	20.394	47.585	85.0	25.0	1.733	1.190	0.72	4.060	0.80	5.075	0	0	5.075
D-VII	79.527	55.0	43.740	0.30	0.70	13.122	30.618	85.0	25.0	1.115	765	0.72	2.612	0.80	3.265	0	0	3.265
D-VIII(1)	51.514	55.0	28.333	0.30	0.70	8.500	19.833	85.0	25.0	722	496	0.72	1.692	0.80	2.115	2.115	0	0
D-VIII(2)	53.141	55.0	29.228	0.30	0.70	8.768	20.459	85.0	25.0	745	511	0.72	1.746	0.80	2.182	0	0	2.182
Total	861.659	-	473.912	-	-	142.174	331.739	-	-	12.085	8.293	-	28.303	-	35.379	2.115	0	33.264
2. BINBO																		
B-1	14.959	55.0	8.227	0.225	0.775	1.851	6.376	85.0	17.5	157	112	0.72	374	0.80	467	467	0	0
B-2	9.972	55.0	5.485	0.225	0.775	1.234	4.251	85.0	17.5	105	74	0.72	249	0.80	311	311	0	0
B-3	8.726	55.0	4.799	0.225	0.775	1.080	3.719	85.0	17.5	92	65	0.72	218	0.80	272	272	0	0
B-4	7.479	46.4	3.470	0.225	0.775	781	2.689	85.0	17.5	66	47	0.88	130	0.80	162	162	0	0
B-5	3.740	46.4	1.735	0.225	0.775	390	1.345	85.0	17.5	33	24	0.88	65	0.80	81	81	0	0
B-6	6.233	46.4	2.892	0.225	0.775	651	2.241	85.0	17.5	55	39	0.88	108	0.80	135	135	0	0
B-7	2.493	46.4	1.157	0.225	0.775	260	896	85.0	17.5	22	16	0.88	43	0.80	54	54	0	0
B-8	1.247	35.0	374	0.00	1.00	0	374	70.0	10.0	0	7	0.88	7	0.80	9	0	9	0
B-9	3.740	35.0	1.122	0.00	1.00	0	1.122	70.0	10.0	0	20	0.88	22	0.80	28	0	28	0
B-10	3.740	35.0	1.122	0.00	1.00	0	1.122	70.0	10.0	0	20	0.88	22	0.80	28	0	28	0
Total	62.329	-	30.384	-	-	6.247	24.137	-	-	531	422	-	1.238	-	1.548	1.483	65	33.264

29,542

36,927

65

33,264

36,92

Année 2015

District	Population (habitants)	Taux d'alimentation en eau (%)	Population alimentée	Type d'alimentation		Population		Demande (l/h)		Demande totale (m ³ /j)	Taux de défécité	Production moy. (m ³ /j)	Taux de charge (m ³ /j)	Production (jour. max.) (m ³ /j)	Zone 1 (m ³ /j)	Zone 2 (m ³ /j)	Zone 3 (m ³ /j)
				Fontaine publique	Branchem. particulier	Fontaine publique	Branchem. particulier	Fontaine publique	Branchem. particulier								
1. BANGUI																	
D-I	29,965	60.0	17,979	0.30	0.70	5,394	12,585	100.0	25.0	315	539	854	0.80	1,423	0	0	1,423
D-II	136,750	60.0	82,050	0.30	0.70	24,615	57,435	100.0	25.0	1,436	2,462	3,897	0.80	6,496	0	0	6,496
D-III	127,500	60.0	76,500	0.30	0.70	22,950	53,550	100.0	25.0	1,339	2,295	3,634	0.80	6,056	0	0	6,056
D-IV	137,750	60.0	82,650	0.30	0.70	24,795	57,855	100.0	25.0	1,446	2,480	3,926	0.80	6,543	0	0	6,543
D-V	160,000	60.0	96,000	0.30	0.70	28,800	67,200	100.0	25.0	1,680	2,880	4,560	0.80	7,600	0	0	7,600
D-VI	149,975	60.0	89,985	0.30	0.70	26,996	62,990	100.0	25.0	1,575	2,700	4,274	0.80	7,124	0	0	7,124
D-VII	96,499	60.0	57,899	0.30	0.70	17,370	40,530	100.0	25.0	1,013	1,737	2,750	0.80	4,584	0	0	4,584
D-VIII(1)	62,508	60.0	37,505	0.30	0.70	11,251	26,253	100.0	25.0	656	1,125	1,781	0.80	2,969	0	0	2,969
D-VIII(2)	64,483	60.0	38,690	0.30	0.70	11,607	27,083	100.0	25.0	677	1,161	1,838	0.80	3,063	0	0	3,063
Total	965,430	-	579,258	-	-	173,777	405,481	-	-	17,378	10,137	27,515	-	45,858	2,969	0	42,889
2. BRNBO																	
B-1	21,888	60.0	13,133	0.30	0.70	3,940	9,193	100.0	25.0	230	394	624	0.80	1,040	0	0	1,040
B-2	14,592	60.0	8,755	0.30	0.70	2,627	6,129	100.0	25.0	153	263	416	0.80	693	0	0	693
B-3	12,768	60.0	7,661	0.30	0.70	2,298	5,363	100.0	25.0	134	230	364	0.80	606	0	0	606
B-4	10,944	60.0	6,566	0.30	0.70	1,970	4,596	100.0	25.0	115	197	312	0.80	459	0	0	459
B-5	5,472	60.0	3,283	0.30	0.70	985	2,298	100.0	25.0	57	98	156	0.80	229	0	0	229
B-6	9,120	60.0	5,472	0.30	0.70	1,642	3,830	100.0	25.0	96	164	260	0.80	382	0	0	382
B-7	3,648	60.0	2,189	0.30	0.70	657	1,532	100.0	25.0	38	66	104	0.80	153	0	0	153
B-8	1,824	60.0	1,094	0.10	0.90	109	985	85.0	17.5	11	11	36	0.80	52	0	52	0
B-9	5,472	60.0	3,283	0.10	0.90	328	2,955	85.0	17.5	33	33	107	0.80	157	0	157	0
B-10	5,472	60.0	3,283	0.10	0.90	328	2,955	85.0	17.5	33	33	107	0.80	157	0	157	0
Total	91,200	-	54,720	-	-	14,884	39,836	-	-	1,488	996	2,484	-	3,143	3,562	366	3,562

633,978

39,829

49,786

6,532

366

42,889

49,786

Production d'eau (m ³ /jour)				
Année	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Total
1998	500	0	22,500	23,000
2005	1,999	0	25,407	27,405
2010	3,598	65	33,264	36,927
2015	6,532	366	42,889	49,786

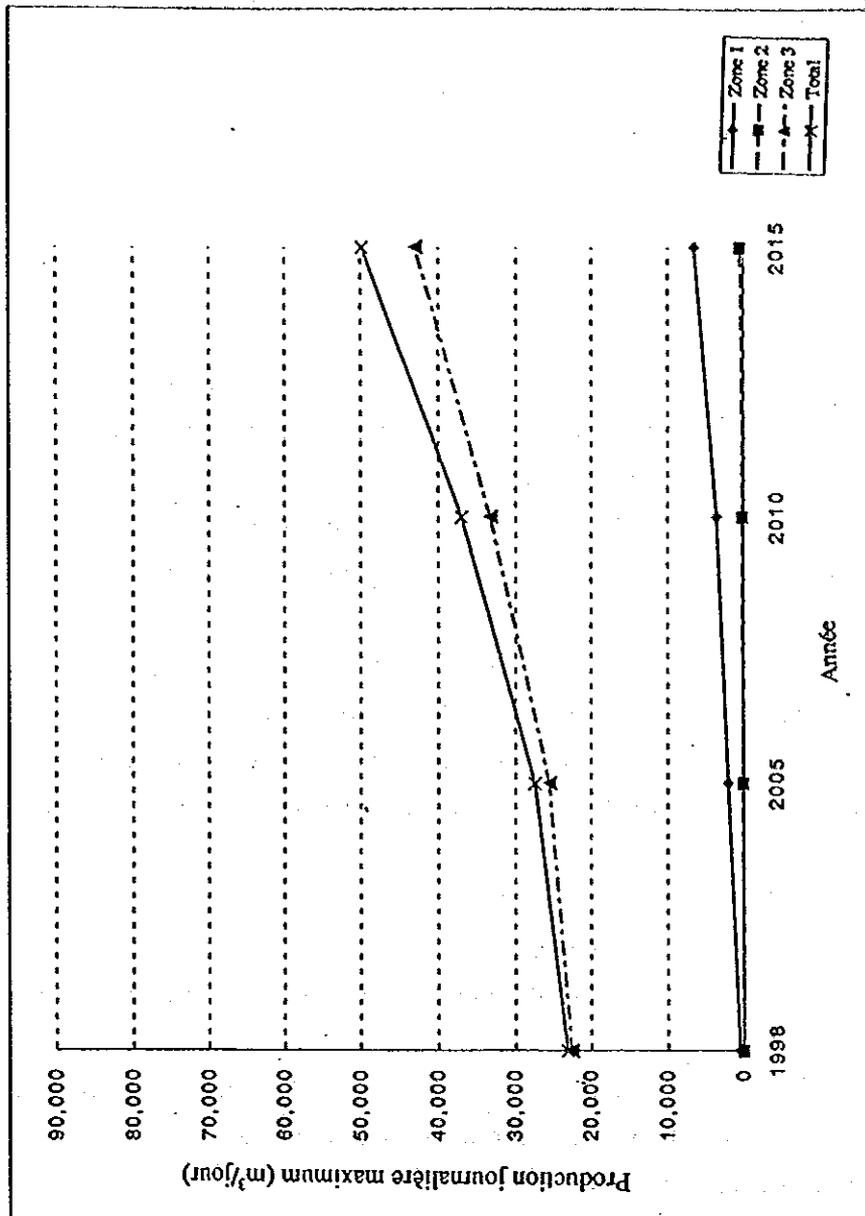


Figure 7.2.4 Projection de la demande d'eau sur l'année cible

7.2.3 Concept du Plan directeur proposé

D'après la projection de la demande en eau estimée dans la section précédente, différents types d'installations de capacités diverses peuvent être proposées aux différentes étapes jusqu'à l'année cible finale 2015. Il est évident que l'utilisation des eaux souterraines comme source d'eau potable est plus avantageuse que l'emploi d'eau de surface du point de vue des frais d'exploitation et de maintenance. Pour l'année cible à court terme 2005, un projet d'exploitation des eaux souterraines conviendrait le mieux pour les zones périphériques de Bangui où le taux de croissance démographique est relativement élevé et la couverture du service d'alimentation en eau insuffisante. La demande en eau pourra alors être satisfaite par la station d'épuration existante en l'an 2008. Aussi, après 2009, l'eau de surface sera fortement requise pour couvrir la demande d'eau future à cause des limites du potentiel d'eau souterraine utilisable, qui ont été analysées au cours de cette étude. Pour utiliser l'eau de surface, l'extension de la station de prise/d'épuration en eau existante ou la construction d'une nouvelle station de prise/d'épuration peut être considérée.

Vu la situation ci-dessus, il peut être proposé comme mesure applicable à la zone de l'Etude, de combiner des installations qui dépendront des deux sources d'eau, eau de surface et eau souterraine. C'est pourquoi des plans de remplacement peuvent être composés avec les sous- projets suivants pour satisfaire la demande en eau future estimée.

1) Projet de construction de forages

Pour utiliser le volume d'eau souterraine maximum de conception : 2.200 m³/jour

Installations proposées:

Plusieurs forages, une citerne sur la colline de Bimbo, une canalisation principale de liaison entre les forages et la citerne, un réseau de canalisations de distribution et d'autres installations

2) Agrandissement de la station d'épuration existante, pour laquelle un espace est déjà obtenu pour une station d'une capacité de 600 m³/h à côté de la station existante

Installations proposées:

Installation d'une pompe de prise, nouvelle station d'épuration d'une capacité de 600 m³/h

3) Construction d'une nouvelle station prise d'eau et d'épuration

Installations proposées:

Prise d'eau avec installation de pompage sur la rivière Mbali, canalisation de transport d'eau brute, station d'épuration d'une capacité de 14.100 m³/jour, réseau de canalisations de distribution.

La Figure 7.2.5 indique la période d'exécution de ces projets en relation avec la demande en eau estimée dans la zone de l'Etude.

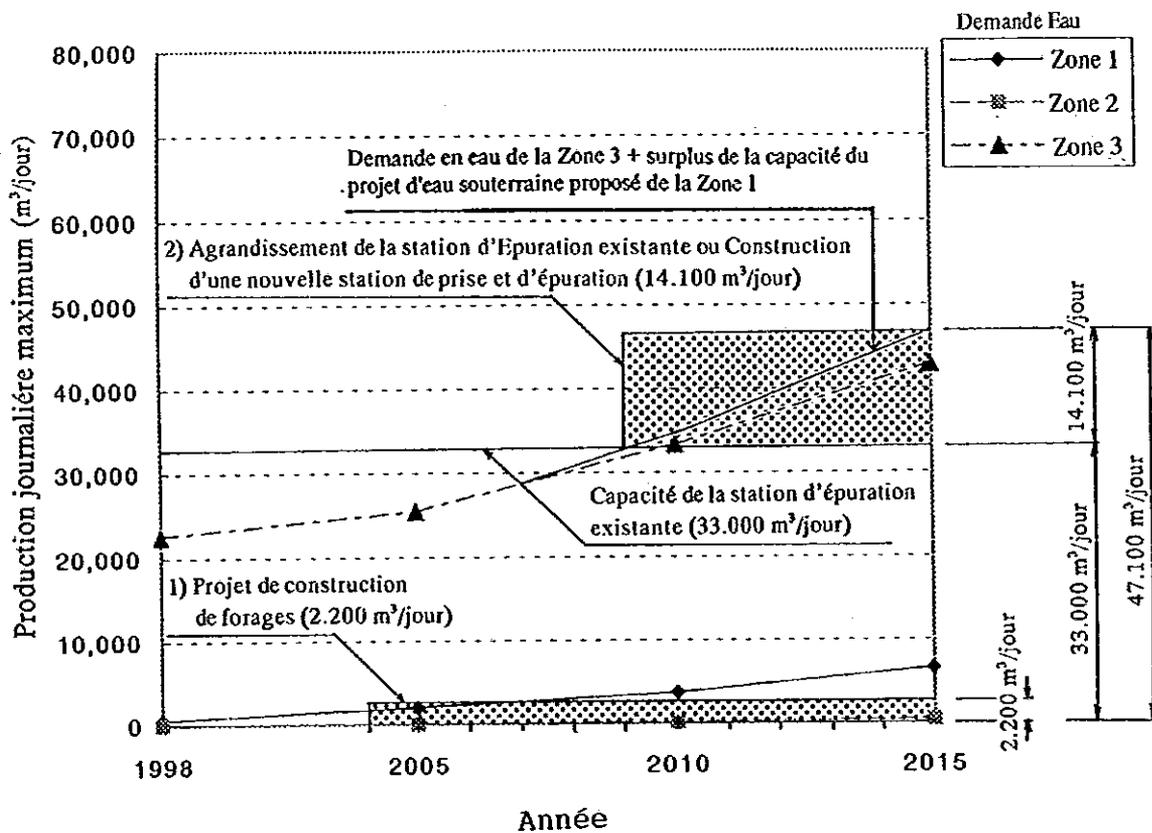


Figure 7.2.5 Augmentation de la demande en eau et exécution des projets proposés

Un projet de construction de forages sera achevé en 2004. La capacité de production d'eau de ce projet est de 2.200 m³/jour, ce qui couvrira la demande en eau de la Zone 1 en 2007. Après 2008, la demande en eau dans la Zone 1 dépassera graduellement la capacité du système d'alimentation en eau souterraine et ce manque devra être couvert par le système de distribution existant.

La Zone 3 correspond pratiquement à la zone de service de fourniture d'eau actuelle de la ville de Bangui. La demande en eau dans cette zone devrait augmenter, avec l'exécution du projet de renforcement et de réhabilitation des canalisations de distribution existantes avec l'assistance de l'AFD. Le système de distribution actuel devrait aussi assurer un surplus d'eau pour la capacité fournie par le projet de forages proposé pour la Zone 1 après 2008. Cette demande en eau devrait atteindre la capacité de production d'eau de la station d'épuration existante en 2009 et un nouveau système d'alimentation en eau d'une capacité de 14.100 m³/jour devrait alors fonctionner.

Par conséquent, la capacité totale d'alimentation en eau de l'ensemble de la zone métropolitaine sera augmentée par l'exécution des deux sous-projets ci-dessus de 35.200 m³/jour en 2004 et de 49.300 m³/jour en 2009, ce qui couvrira la demande totale en eau en 2015.

7.2.4 Composants des projets de remplacement

1) Sous-projet 1

Pour le service d'alimentation en eau, la première priorité devrait être donnée aux zones B1 à B7 à Bimbo et Bangui VIII(1), parce que les habitants vivent dans des conditions insalubres, sans eau sûre ni en volume suffisant. De plus, l'augmentation de population qui prévaut dans ces zones se traduit par des problèmes de conditions de vie. C'est pourquoi une alimentation en eau planifiée doit être assurée dans ces zones B1 à B7 le plus tôt possible. Vu la population estimée, l'eau souterraine pourrait satisfaire les besoins de ces zones jusqu'en 2005. De nouvelles canalisations de distribution pourraient être installées, indépendamment du réseau existant cette année. Ensuite, le nouveau réseau et le réseau existant seront interconnectés parce que le volume d'eau souterraine exploitable n'est pas suffisant pour faire face à la demande en eau estimée dans cette zone. Les installations concernées sont proposées comme suit:

Prise d'eau: puits de dia. 6', pompe submersible $Q = 510$ l/min.	6 unités
Canalisation de transport d'eau: dia 150 à 200 mm	7.400 m
Réservoir de service: $V = 1.900$ m ³ sur la colline de Bimbo	1 unité
Réseau de canalisations de distribution: dia. 50 à 300 mm	30.100 m

2) Sous-projet 2-1

A l'achèvement du sous-projet 1, la capacité de l'installation de production d'eau sera portée à 35.200 m³/jour, ce qui correspond à la demande en eau estimée en 2008. Ensuite, il faudra augmenter le volume d'eau fourni en construisant une nouvelle station de prise et d'épuration d'eau etc.. La station d'épuration existante a été conçue et construite en prenant en compte un agrandissement futur. Elle dispose déjà de l'espace pour l'installation d'une nouvelle pompe dans la cabine de prise d'eau existante et d'un terrain suffisamment grand pour la construction d'un système d'épuration d'eau d'une capacité de 600 m³/ha dans la concession de la station d'épuration existante. Par cette extension, la capacité de production d'eau couvrira la demande en eau en 2015 par fonctionnement 24 heures sur 24. Les installations concernées sont proposées comme suit:

Source d'eau: Rivière Oubangui	
Prise d'eau: Installation d'une nouvelle pompe d'une capacité de 11 m ³ /min. dans la cabine de prise existantes	1 unité
Station d'épuration: Construction d'une nouvelle station dans la concession de la station existante. Capacité de 14.100 m ³ /jour (= 600 m ³ /h)	1 unité

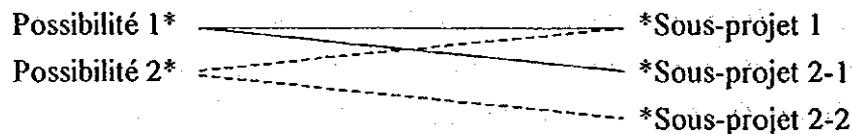
Transport de l'eau: Installation d'une pompe d'une capacité de 59,8 l/sec.	2 unités
Réservoir de service: Construction d'un réservoir sur la colline de Bimbo et d'un réservoir du côté de Bangui	1 lot
Réseau de canalisations de distribution: dia. 50 à 300 mm	64.400 m

3) Sous-projet 2-2

En remplacement du sous-projet 2-1 ci-dessus, un système d'une capacité de 14.100 m³/jour comprenant une station de prise d'eau sur la rivière Mbali et d'une station d'épuration sur la colline de Bimbo. Le réseau de canalisations de distribution sera rénové pour pouvoir transporter l'eau qui correspond à la demande en eau estimée en 2015. Les installations concernées sont comme suit:

Source d'eau: Rivière Mbali	
Prise d'eau: Construction d'une nouvelle prise d'eau sur la rive Sud de la rivière Mbali, l'un des affluents de la rivière M'poko	1 lot
Pompe d'une capacité de 3,7 m ³ /min.	4 lots
Canalisation de transport d'eau brute : dia. 450 mm	11.400 m
Station d'épuration : Construction d'une nouvelle station d'une capacité de 14.100 m ³ /jour sur la colline de Bimbo	1 unité
Réservoir de service: Construction d'un réservoir d'une capacité de 7.400 m ³ sur la colline de Bimbo	1 lot
Réseau de canalisations de distribution: dia. 50 à 300 mm	64.400 m

Par conséquent, les plans de remplacement pour l'année cible 2015 dans la zone de l'Etude ont été formulés en combinant les sous-projets ci-dessus comme suit.



Les Figures 7.2.5 et 7.2.6 indiquent les plans de remplacement ci-dessus.

7.2.5 Plan des installations d'alimentation en eau

1) Possibilité 1 (Installations existantes + Sous-projet 1 + Sous-projet 2, voir Figure 7.2.6)

Les installations des sous-projets 1 et 2 comprennent ce qui suit:

a) Sous-projet 1 (couvert par l'étude F/S de 2005)

i) Installation de prise d'eau

- Quantité de prise: 2.200 m³/jour (Alimentation en eau journalière maximum , 25,46 l/sec.)
- Trois forages par groupe (un forage de secours, tubage de 6") de deux groupes
- Heures de fonctionnement de la pompe immergée: 18 heures
- Type de pompe immergée: Pompe à volute à aspiration simple
- Hauteur de relevage totale: 30 m, débit: 8,49 l/sec./forage, puissance du moteur électrique: 3,7 kW, triphasé/380 V/50 Hz
- Réservoir de décharge (pour 3 forages): 2 emplacements, capacité efficace: 122 m³, dimensions: 3 x 6 x 3,5 m (lxLxh)
- Pompe de transmission: quantité d'eau fournie: 17 l/sec/unité de décharge
- Nombre de pompes de transmission: 3 pompes (1 secours), hauteur de relevage totale: 135 m
- Dispositif de stérilisation: 1 unité

ii) Canalisation d'eau brute (du forage au réservoir de service)

- Quantité déchargée: 2.200 m³/jour (34 l/sec.)
 - Alimentation en eau journalière maximum
- Tuyau en acier: diamètre: 150 à 200 mm, longueur: 7.400 m
- Equipement auxiliaire: soupape à sièges obliques, soupape d'air, soupape de drainage, traversée de voie d'eau
- Construction d'une route d'accès: largeur 5,0 m, longueur 3.600 m

iii) Réservoir de service (sur la colline de BIMBO)

- Capacité efficace: équivalente à 12 heures de l'alimentation journalière maximum 1.900 m³
- Dimensions: 25 x 25 x 3,5 m (lxLxh)

iv) Canalisation principale de distribution

- Volume distribué: 4.400 m³/jour (51,85 l/sec.)
- Volume maximum distribué par jour x facteur temps 2
- PVC: diamètre 50 à 300 mm, longueur totale 30.100 m

- Equipement: soupape à sièges obliques, soupape d'air, soupape de drainage, traversée de voie d'eau
- v) Canalisation de distribution secondaire
- PVC: diamètre 65 à 200 mm, longueur:
Conformément à la conception du modèle basée sur la densité de population de 2005
 - Une citerne surélevée sera nécessaire à l'emplacement ayant une pression d'eau dynamique de moins de 20 m sur la fiche d'estimation hydraulique
 - Equipement: soupape à sièges obliques, soupape d'air, soupape de drainage, traversée de voie d'eau
 - Branchements particuliers à chaque maison
 - Fontaines publiques
- vi) Installation d'élimination du fer et du manganèse (idée pour 2015)
- Type filtre de réservoir de pressurisation, en acier, diamètre 2,6 m x 3,5 m (h): 2 unités
 - Compresseur d'air, 200 l/min. x 7 kg/cm², 2,2 kW: 1 lot
 - Equipement de dosage de chaux vive: 1 lot
 - Disposition des tuyaux connexes: 1 lot
- b) Sous-projet 2 (couvert par l'étude F/S de 2005)
- i) Prise d'eau (installation d'une pompe additionnelle)
- Installation d'une pompe additionnelle (11,0 m³/min. pompe dia. 200 mm, hauteur de relevage totale 55 m, 190 kW)
- ii) Agrandissement de la station d'épuration existante
- Volume d'eau traitée prévu 15.500 m³/jour (demande journalière maximum de 14.100 m³/jour x 1,1)
 - Heures de fonctionnement: 24 heures sur 24
- iii) Transport de l'eau
- Installation d'un lot de 2 pompes (dont une secours)
Pompe centrifuge dia. 300mm, 59,81 l/sec. hauteur de relevage totale de 143 m, 140 kW
 - Une cabine de pompage
 - Canalisation de transport d'eau
Débit 5.170 m³/jour (59,81 l/sec.), tuyau en fer ductile dia. 300 mm
- iv) Réservoirs de service
- Un réservoir d'une capacité de 5.500 m³ (12 h d'alimentation en eau maximum journalière)
Dimensions: 40 x 40 x 3,5 (l x L x h) sur le colline de Bangui

- Un réservoir d'une capacité de 1.900 m³ (12 h d'alimentation en eau maximum journalière)

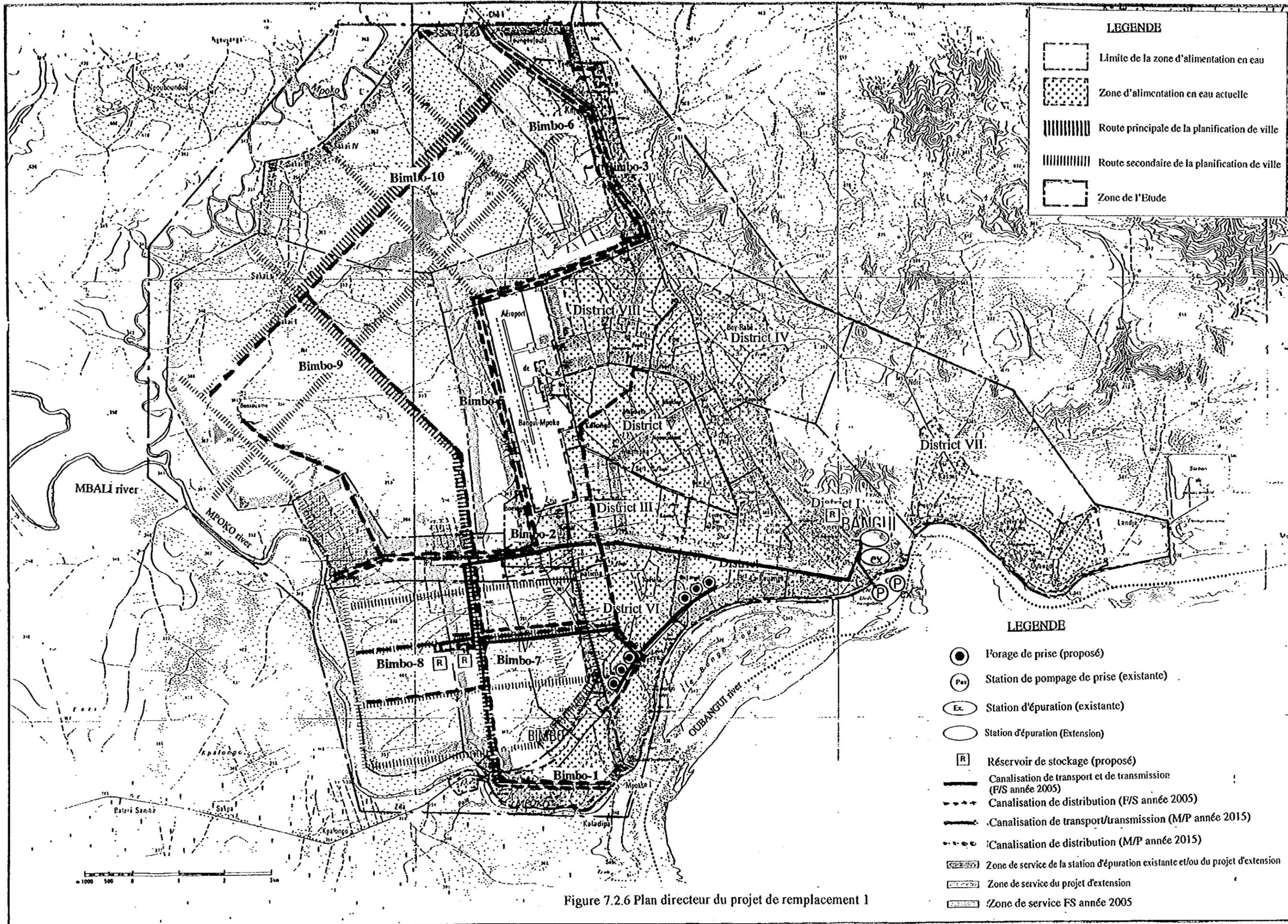
Dimensions: 25 x 25 x 3,5 (l x L x h)

v) Canalisation de distribution principale (Zone 1 et Zone 2)

- Volume de distribution: 14.700 m³/jour (Alimentation en eau maximum journalière x facteur de temps 2)
- Tuyau en fer ductile dia. 350 mm, PCV: dia. de 50 à 300 mm, longueur totale de 65.000 m
- Equipement auxiliaire : soupape à sièges oblique, soupape à air, soupape de drainage, traversée de voie d'eau

vi) Distribution secondaire

- PVC: diamètre et longueur: selon la conception modèle basée sur la densité de population (Voir la fiche d'estimation hydraulique)
- Une citerne surélevée sera nécessaire à l'emplacement à pression d'eau dynamique inférieure à 20 m sur la fiche d'estimation hydraulique.
- Equipement auxiliaire: soupape à sièges obliques, soupape d'air, soupape de drainage, traversée de voie d'eau
- Branchements particuliers à chaque maison
- Fontaines publiques



LEGENDE

- Limite de la zone d'alimentation en eau
- Zone d'alimentation en eau actuelle
- Route principale de la planification de ville
- Route secondaire de la planification de ville
- Zone de l'Etude

LEGENDE

- Forage de prise (proposé)
- Station de pompage de prise (existante)
- Station d'épuration (existante)
- Station d'épuration (Extension)
- Réservoir de stockage (proposé)
- Canalisation de transport et de transmission (F/S année 2005)
- Canalisation de distribution (F/S année 2005)
- Canalisation de transport/transmission (M/P année 2015)
- Canalisation de distribution (M/P année 2015)
- Zone de service de la station d'épuration existante et/ou du projet d'extension
- Zone de service du projet d'extension
- Zone de service FS année 2005

Figure 7.2.6 Plan directeur du projet de remplacement 1

2) Possibilité 1 (Installations existantes + Sous-projet 1 + Sous-projet 3, voir Figure 7.2.7)

Les installations des sous-projets 1 et 3 comprennent ce qui suit:

a) Sous-projet 1

Comme pour la possibilité 1.

b) Sous-projet 2 (couvert par l'étude F/S de 2005)

i) Station de pompage de prise (rivière MUBALI)

- Volume de prise prévu: 15.500 m³/jour (Alimentation en au maximum journalière x 1,1, Heures de fonctionnement: 24 heures
- Installation de 3 pompes (dont une secours, pompe à volute d'aspiration simple, dia. de pompe 250 mm, hauteur de relevage totale: 152 m, 230 kW, avec volant pour éviter le choc de l'eau
- Prise d'eau: abri de pompe
- Travaux de clôture et de drainage
- Installations d'alimentation électrique

ii) Travaux de terrassementii) Canalisation d'eau brute (station de pompage de prise à la station d'épuration)

- Débit: 15.500 m³/jour (Alimentation en eau x 1,1)
- Tuyau en acier : dia. 400 mm, longueur ; 11.400 m
- Equipement : soupape à sièges obliques, soupape d'air et soupape de drainage
- Route d'accès
- Traversée de la rivière M'poko (pont: longueur; 100 m, largeur; 5 m)

iii) Station d'épuration (sur la colline de BIMBO)

- Volume d'eau traitée prévu 15.500 m³/jour (demande journalière maximum de 14.600 m³/jour x 1,1)
- Réservoir de décharge: capacité efficace; 80 m³(Dimensions ; 8 x 5 x 3 m (lxLxh))
- Nombre de pompes : 2, hauteur de relevage totale ; 40 m, 50 Hz

iv) Réservoir de service (sur la colline)

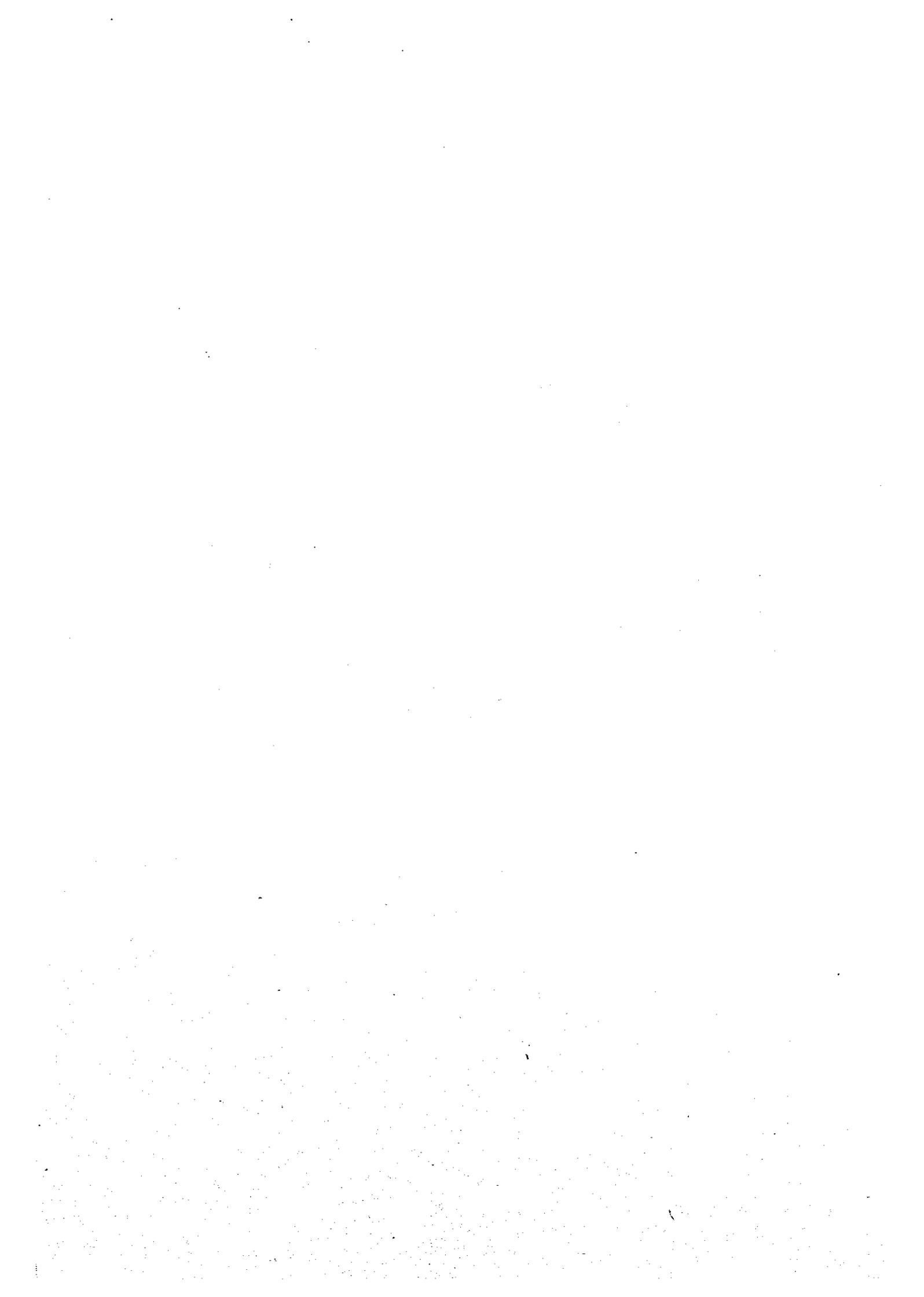
- Capacité efficace: équivalent à une capacité de 12 h du volume d'alimentation maximum journalier: 1.900 m³
- Dimensions: 25 x 25 x 3,5 m (lxLxh)

v) Canalisation de distribution principale

Comme pour la possibilité 1.

vi) Distribution secondaire

Comme pour la possibilité 1.



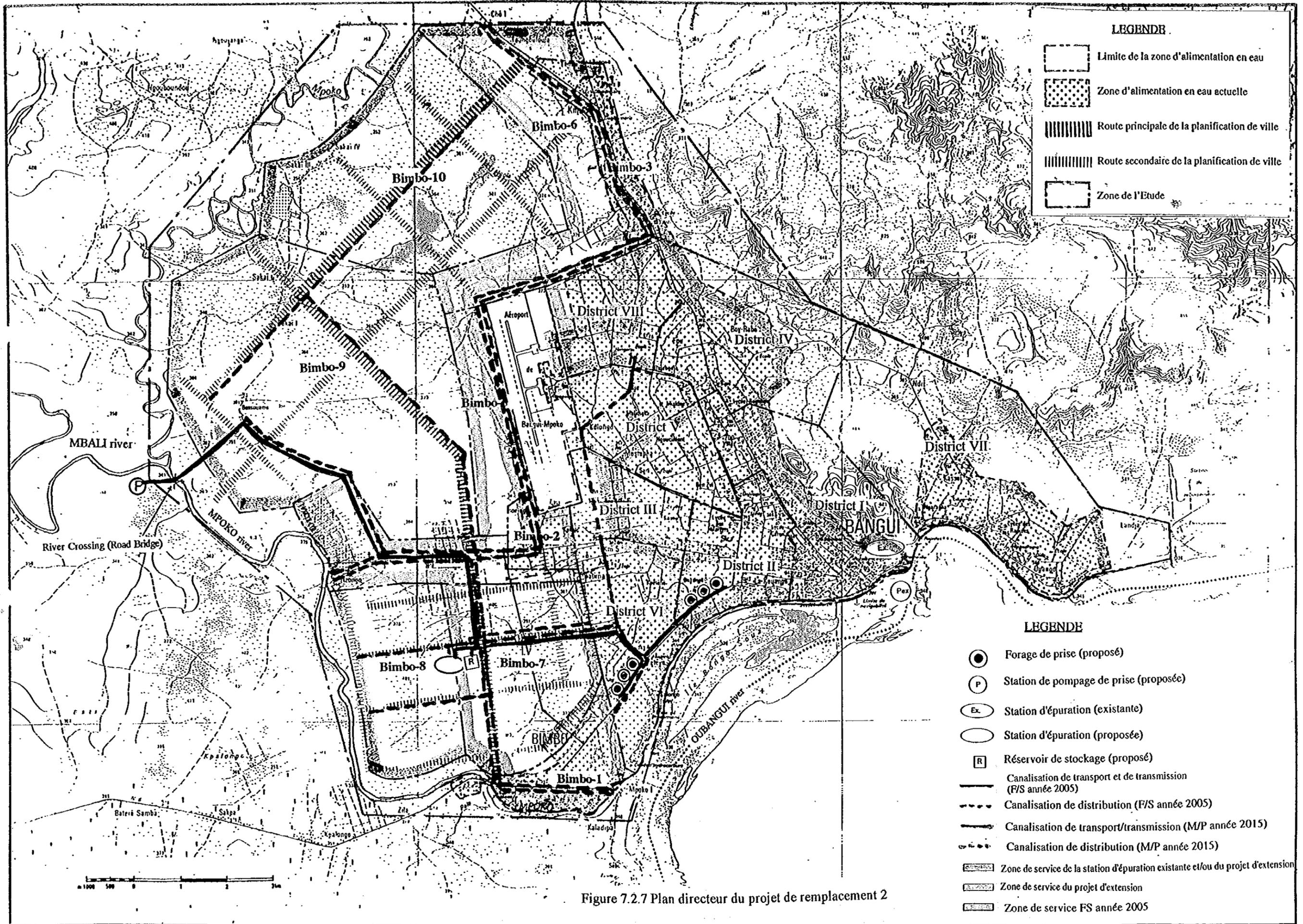


Figure 7.2.7 Plan directeur du projet de remplacement 2