



**GROUPE DES ÉCOLES
EIER - ETSHER**

ÉCOLE INTER-ÉTATS D'INGÉNIEURS DE

L'ÉQUIPEMENT RURAL

03 B.P. 7023 OUAGADOUGOU 03
BURKINA FASO

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES 2003

Présenté par :

Armelle Perpétue IBINDA

**Contribution à l'amélioration du cadre
De vie à Ouagadougou :
Etude de l'assainissement collectif
Des eaux usées domestiques
Des secteurs 15 et 16**

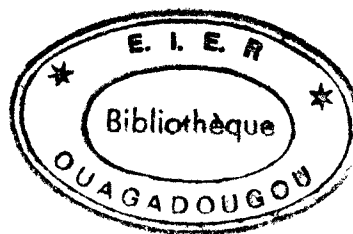
MENTION : BIEN

Bénin - Burkina Faso - Cameroun - Centrafrique - Congo - Côte d'Ivoire - Gabon
Guinée - Mali - Mauritanie - Niger - Sénégal - Tchad - Togo

Encadrement

J. WETHE

M. J. OUEDRAOGO



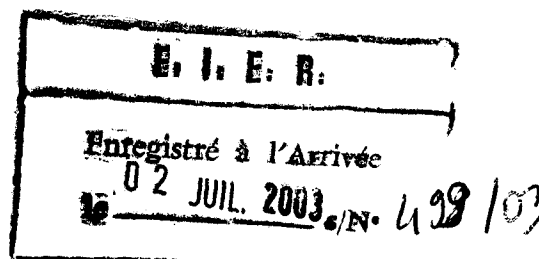
MEMOIRE DE FIN D'ETUDES 2003

Présenté par :

Armelle Perpétue IBINDA

**Contribution à l'amélioration du cadre
De vie à Ouagadougou :
Etude de l'assainissement collectif
Des eaux usées domestiques
Des secteurs 15 et 16**

MENTION :



Encadrement
J. WETHE
M. J. OUEDRAOGO

DEDICACE

A

Mon père

Ma mère

Mes frères et sœurs

Mes amis

Mes collègues de la 32^{ème} promotion

Je dédie ce mémoire.

Armelle Perpétue IBINDA

REMERCIEMENTS

Ce travail a pu être réalisé grâce à la collaboration de certaines personnes. Ainsi, nous tenons à remercier sincèrement tous ceux qui nous ont apporté leur contribution tout au long de cette étude. Nous pensons particulièrement à :

M. Joseph WETHE, et M.Arba Jules OUEDRAOGO trouvent ici l'expression de notre reconnaissance pour leurs suggestions et leur disponibilité sans faille dont ils ont fait preuve tout au long de ce travail.

Le personnel des services de l'ONEA chargé de l'assainissement, du commercial et l'EIER.

- Tous nos enseignants de l'E.I.E.R, pour leur dévouement tout au long de ces années de formation.

Nous exprimons également nos remerciements à toute la 32^{ème} promotion.

Professeur responsable : Joseph WETHE

Organisme encadreur : ONEA

THEME

Contribution à l'amélioration du cadre de vie à Ouagadougou : Etude de l'assainissement collectif des eaux usées domestiques des secteurs 15 et 16.

RESUME

Le présent rapport rédigé dans le cadre de notre mémoire de fin d'études concerne l'étude de faisabilité d'un projet initié par l'ONEA concernant l'assainissement des eaux usées visant à augmenter le taux de couverture général en assainissement des eaux usées domestiques de la ville de Ouagadougou plus particulièrement dans les secteurs 15 et 16 de la ville. Ces secteurs ne sont pas pris en compte dans le projet d'assainissement collectif actuel en cours.

Pour aboutir aux résultats escomptés par le maître d'ouvrage (ONEA), nous avons effectué des enquêtes socio - économiques sur le terrain, réaliser des études techniques (topographique, prélèvement et analyse des EU de la zone d'étude, etc).

Toutes ces études ont permis d'aboutir à une solution technique et financière qui se présente comme suit :

- la conception d'un réseau d'égouts
- le dimensionnement des stations de relevage
- le traitement des EU par lagunage
- l'évaluation financière et une analyse sommaire du projet

Enfin, ce rapport présente une approche de la gestion d'un cas d'assainissement d'un secteur d'une capitale ouest africaine.

Table des matières

CHAPITRE 1 : INTRODUCTION GENERALE	11
I. INTRODUCTION.....	11
II. PROBLEMATIQUE	11
III. OBJETIFS	13
III.1. Objectif principal.....	13
III.2. Objectifs spécifiques	13
CHAPITRE 2 : LE CONTEXTE DE L'ETUDE.....	14
IV. LE CADRE PHYSIQUE ET NATUREL	14
V. LES ASPECTS URBANISTIQUES ET SOCIO-ECONOMIQUES.....	17
V.1. Le cadre administratif.....	17
V.2. Les données démographiques	19
V.3. La typologie urbaine	19
VI. LA SITUATION DE L'ASSAINISSEMENT DES EAUX USEES	22
VI.1. Les ouvrages individuels	23
VI.2. Les ouvrages collectifs.....	26
VI.3. Essai de quantification des eaux usées rejetées à Ouagadougou	27
VI.4. Les acteurs et leurs rôles en matière d'assainissement.....	29
VI.5. Les instruments législatifs et réglementaires.....	31
VI.6. Conclusion.....	32
CHAPITRE 3 : ANALYSE COMPAREE DES SYSTEMES DE TRAITEMENT DES EAUX USEES	33
I. LES STATIONS D'EPURATION INTENSIVES	33
I.1. Les boues activées.....	34
I.2. Les lits bactériens	35
I.3. Les disques biologiques.....	37
II. STATIONS D'EPURATION EXTENSIVE	38
II.1. Le lagunage naturel ou bassin de stabilisation.....	38
II.2. Filtration par le sol.....	42

II.3.	Analyse comparative des procédés les plus utilisés	42
II.4.	Critères de choix des systèmes.....	43
CHAPITRE 4 : LA ZONE D'ETUDE : LES SECTEURS 15 ET 16 DE OUAGADOUGOU.....		47
I.	LOCALISATION GEOGRAPHIQUE, DONNEES NATURELLES ET PHYSIQUES	47
II.	ASPECT ORGANISATION SPATIALE ET URBANISTIQUE	51
III.	VOLET APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE ET ASSAINISSEMENT	57
IV.	CONCLUSION PARTIELLE	59
CHAPITRE 5 : METHODOLOGIE GENERALE DE L'ETUDE.....		61
I.	INTRODUCTION	61
II.	METHODOLOGIE POUR LES TRAVAUX PRELIMINAIRES	62
III.	METHODOLOGIE GENERALE POUR LA COLLECTE DES DONNEES PHYSIQUES ET HYDROGEOLOGIQUES	63
III.1.	Reconnaissance du site	63
III.2.	Les études topographiques	64
III.3.	Les études géotechniques et pédagogiques.....	64
III.4.	Les études hydrographiques.....	65
III.5.	Méthodologie pour l'étude socio-économique et urbaine.....	65
III.6.	Méthodologie d'étude du volet AEP dans la zone d'étude	66
III.7.	Méthodologie pour l'étude du volet des eaux usées.....	68
III.8.	Phase des travaux de bureau.....	70
III.9.	Approche méthodologique pour le dimensionnement des stations de relevages.....	77
III.10.	Approche méthodologique pour l'évaluation financière du projet.....	80
III.11.	Difficultés rencontrées	82
III.12.	Conclusion.....	82
CHAPITRE 6 : LES PARAMETRES PHYSIQUES ET NATURELS.....		85
CHAPITRE 7 : HABITAT ET AEP DANS LES SECTEURS 15 ET 16.....		87
I.	INTRODUCTION	87
II.	CARACTERISTIQUES DES MENAGES DES SECTEURS 15 ET 16 DE OUAGADOUGOU.....	87
II.1.	Genre et activité du chef de ménage	87
II.2.	Concession et ses habitats.....	88
II.3.	Typologie de l'habitat.....	91
III.	SITUATION DE L'APPROVISIONNEMENT EN EAU DANS LES MENAGES.....	93

Contribution à l'amélioration du cadre de vie à Ouagadougou : Études de l'assainissement collectif des eaux usées domestiques des secteurs 15 et 16

III.1.	Les sources d'AEP.....	93
III.2.	Les usages de l'eau aux secteurs 15 et 16.....	95
IV.	CONCLUSION	104
CHAPITRE 8 : SITUATION DE L'ASSAINISSEMENT ET DES EAUX USEES DANS LES SECTEURS 15 ET 16 DE OUAGADOUGOU.....		105
I.	INTRODUCTION	105
II.	LES MODES D'ASSAINISSEMENTS	105
II.1.	Les différentes modes d'assainissement.....	105
II.2.	Perception des ménages en matière d'assainissement.....	107
II.3.	Connaissance du projet futur par les ménages de la zone d'étude	109
II.4.	Évaluation de la quantité d'eaux usées produite dans la zone d'étude.....	110
II.5.	Résultats d'analyses des eaux.....	112
I.	CONCLUSION	114
CHAPITRE 9 : LES OPTIONS TECHNOLOGIQUES APPLICABLES DANS LA ZONE.....		116
I.	INTRODUCTION	116
II.	PRESENTATION DES DIFFERENTES OPTIONS.....	116
II.1.	Première option.....	116
II.2.	Seconde option.....	117
II.3.	Choix de l'option à retenir	117
III.	DIMENSIONNEMENT DU RESEAU D'EGOUTS	118
IV.	DIMENSIONNEMENT DES STATIONS DE RELEVAGES	122
V.	DIMENSIONNEMENT DES BASSINS DE LAGUNAGE	125
V.1.	Bassin de stabilisation de la station de traitement N°1	125
V.2.	Bassin de stabilisation de la station de traitement N°2.....	127
VI.	EVALUATION ENVIRONNEMENTALE	130
CHAPITRE 10 : L'ETUDE FINANCIERE DU PROJET.....		132
RECOMMANDATIONS.....		136
BIBLIOGRAPHIE.....		137

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1 : REPARTITION SELON LES SYSTEMES D'APPROVISIONNEMENT EN EAU DU TAUX DE COUVERTURE ET DE LA CONSOMMATION SPECIFIQUE MOYENNE D'EAU DANS LES MENAGES DE OUAGADOUGOU	22
FIGURE 2 : PRINCIPAUX MODES D'ASSAINISSEMENT DES EAUX USEES DOMESTIQUES A OUAGADOUGOU	23
FIGURE 3 :EVOLUTION DES OUVRAGES D'ASSAINISSEMENT INDIVIDUEL DANS LA VILLE DE OUAGADOUGOU ENTRE 1990 ET 2005. [ONEA, 01], [IAGU,01].....	27
FIGURE 4 : SCHEMA D'UNE STATION DE TRAITEMENT PAR BOUES ACTIVEES A MOYENNE CHARGE	35
FIGURE 5 : : SCHEMA D'UN LIT BACTERIEN A FORTE CHARGE AVEC CIRCUIT N'EMPRUNTANT PAS LE DECANTEUR PRIMAIRE.....	36
FIGURE 6 : SCHEMA DE PRINCIPE D'UNE STATION D'EPURATION PAR LAGUNAGE.....	39
FIGURE 7 : LOCALISATION DES ZONES SUPERIEURES ET INFERIEURES D'UN BASSIN	39
FIGURE 8 : REPARTITION DES PARCELLES ET DES SUPERFICIES OCCUPEES PAR TOURNEE ONEA DANS LA ZONE D'ETUDE.....	53
FIGURE 9 : REPARTITION DU NOMBRE DES ABONNES DE L'ONEA EN FONCTION DES TOURNEES DANS LA ZONE D'ETUDE.....	57
FIGURE 10 : ÉVOLUTION DE LA CONSOMMATION TOTALE DANS LES SECTEURS 15 ET16.....	58
FIGURE 11 : STATION DE RELEVAGE	78
FIGURE 12 : REPARTITION DES CHEFS DE MENAGE PAR SECTEUR D'ACTIVITE	88
FIGURE 13 : TAUX DE COHABITATION DES MENAGES PAR TOURNEE DE LA ZONE D'ETUDE	89
FIGURE 14 : TAUX DE COHABITATION DES MENAGES EN TERME DE MAISON /TOURNEE.....	90
FIGURE 15 : TYPE D'OCCUPATION DES CONCESSIONS PAR TOURNEE	90
FIGURE 16 : REPARTITION DES MENAGES PAR NIVEAU DE STANDING DANS LA ZONE D'ETUDE	93
FIGURE 17 : REPARTITION DES MENAGES PAR SOURCE D'EAU UTILISEE	94
FIGURE 18 : POURCENTAGE DES USAGES PAR SOURCES	95
FIGURE 19 : FREQUENCE DES USAGES PAR MENAGE.....	96
FIGURE 20 : CONSOMMATION MOYENNE MENSUELLE PAR TOURNEE	99
FIGURE 21 : CONSOMMATION A L'ECHEANCE DU PROJET EN M3/J.....	101
FIGURE 22 : CONSOMMATION SPECIFIQUE PAR TOURNEE	102
FIGURE 23 : PROBLEMES RENCONTRES EN AEP DANS LA ZONE D'ETUDE	103
FIGURE 24 : REPARTITION DES DIFFERENTS MODES D'ASSAINISSEMENT PAR MENAGE	106
FIGURE 25 : POURCENTAGE DES VIDANGES PAR TRANCHE D'AGES.....	107

FIGURE 26 : VOLONTE A PAYER POUR SE RACCORDER AU RESEAU D'EGOUTS	110
FIGURE 27 : DEBIT SPECIFIQUE D'EAUX USEES EN L/J/ PERSONNE	111
FIGURE 28 DISPOSITION DES BASSINS DE LA STATION N°2.....	128

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1 : CARACTERISATION DES TISSUS URBAINS DE OUAGADOUGOU.	21
TABLEAU 2: EVOLUTION DU VOLUME DES MATIERES DE VIDANGE A TRAITER EN FONCTION DES OUVRAGES	28
TABLEAU 3 : SYNTHESE DES ATOUTS ET CONTRAINTES OFFERTS PAR LES SYSTEMES LES PLUS PRESENTS EN AFRIQUE SUBSAHARIENNE.	42
TABLEAU 4 TABLEAU DES NOTATIONS	44
TABLEAU 5 : SYNTHESE DE L'EVALUATION DES SYSTEMES SUR LA BASE DE NOS CRITERES	44
TABLEAU 6 : REPARTITION DES TOURNEES – ONEA EN FONCTION DES QUARTIERS DANS LA ZONE D'ETUDE	54
TABLEAU 7 : REPARTITION SELON LES TOURNEES DE L'ONEA DU NOMBRE DE MAISONS RAPPORTEES AU NOMBRE DE PARCELLE ; (SOURCE : COLLECTE DE DONNEES TERRAIN)	55
TABLEAU 8 : REPARTITION PAR TOURNEE, DU NOMBRE DE MAISONS ET DE MENAGES.	56
TABLEAU 9 : ÉVOLUTION DES CONSOMMATIONS MOYENNES MENSUELLE PAR ABONNE (EN M3/ABONNE)	58
TABLEAU 10 : ÉVOLUTION DES CONSOMMATIONS MOYENNES MENSUELLE PAR TOURNEE	59
TABLEAU 11 : NORMES DE REJET DANS LES EGOUTS.....	73
TABLEAU 12 : NORME DE REJET DES EAUX USEES DANS LES EAUX DE SURFACE.....	74
TABLEAU 13 : PENTES MOYENNES DE LA ZONE D'ETUDE.....	86
TABLEAU 14 : LE GENRE DU CHEF DE MENAGE.....	87
TABLEAU 15 :NOMBRE DE MENAGES PAR CONCESSION.....	88
TABLEAU 16 USAGES PAR MENAGES	97
TABLEAU 17 : NOMBRE D'ABONNES A L'HORIZON DU PROJET, TAUX DE CROISSANCE MENSUEL DES ABONNES ET ECHEANCE DU PROJET.....	98
TABLEAU 18 : MOYENNE DES RATIOS CONSOMMATION PAR ABONNE	100
TABLEAU 19 QUANTITES D'EFFLUENTS PRODUITS DANS LA ZONE	111
TABLEAU 20 RESULTATS D'ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE DES EAUX USEES	112
TABLEAU 21 RESULTATS D'ANALYSES BACTERIOLOGIQUES	113
TABLEAU 22 : LONGUEUR ET DIAMETRE DES CONDUITES DU RESEAU	120

E Thème de Mémoire de fin d'études

Contribution à l'amélioration du cadre de vie à Ouagadougou : Études de l'assainissement collectif des eaux usées domestiques des secteurs 15 et 16

TABLEAU 23 : COUT DE LA FOURNITURE ET POSE CANALISATIONS EN PVC	121
TABLEAU 24 : DEVIS ESTIMATIF DES OUVRAGES HYDRAULIQUES LA STATION DE RELEVAGE P1	123
TABLEAU 25 : DEVIS ESTIMATIF DES OUVRAGES HYDRAULIQUES LA STATION DE RELEVAGE P2	123
TABLEAU 26 : DEVIS ESTIMATIF DES OUVRAGES HYDRAULIQUES LA STATION DE RELEVAGE P3	124
TABLEAU 27 : DIMENSIONS DE LA PREMIERE STATION	125
TABLEAU 28 : CALCUL DU COUT DE L'INVESTISSEMENT DE LA STATION N°1	126
TABLEAU 29 : DIMENSIONS DE LA SECONDE STATION	127
TABLEAU 30 : CALCUL DU COUT DE L'INVESTISSEMENT DE LA STATION 2	129
TABLEAU 31 : RECAPITULATIF DES COUTS D'INVESTISSEMENT DES OUVRAGES	130
TABLEAU 32 : RECAPITULATIF DES COUTS D'INVESTISSEMENT DES OUVRAGES	132
TABLEAU 33 : TABLEAU DES AMORTISSEMENTS	133
TABLEAU 34 : CHARGES D'EXPLOITATION	134
TABLEAU 35 : VARIANTE N°1 SANS FRAIS D'AMORTISSEMENT	134
TABLEAU 36 : VARIANTE N°2 SANS FRAIS D'AMORTISSEMENT	134

LISTE DES PHOTOS

PHOTO 1 : CANIVEAU TRANSFORME EN DEPOTOIR DES DECHETS SOLIDES ET LIQUIDES	12
PHOTO 2: CANIVEAU DEBOUCHANT SUR UN COURS D'EAU	85

LISTE DES CARTES

CARTE 1 : PLAN D'EAU DE OUAGADOUGOU	16
CARTE 2 : DECOUPAGE ADMINISTRATIF DE OUAGADOUGOU	18
CARTE 3: LOCALISATION DES SECTEURS 15 ET 16 DANS LA VILLE DE OUAGADOUGOU	47
CARTE 4: CARTE HYDROGRAPHIQUE, ESPACE LIBRES ET RESEAU DE VOIRIE DANS LES SECTEURS 15 ET 16 ET LEURS ENVIRONS	49
CARTE 5: LOCALISATION DES TOURNEES DE LA ZONE D'ETUDE	52
CARTE 6: LOCALISATION DES POINTS DE COLLECTE DES EU	119

Le Thème de Mémoire de fin d'études

*Contribution à l'amélioration du cadre de vie à Ouagadougou : Études de l'assainissement collectif des eaux usées
domestiques des secteurs 15 et 16*

**PREMIERE PARTIE :
MEMOIRE EXPLICATIF**

Chapitre 1 : INTRODUCTION GENERALE

I. INTRODUCTION

L'étude d'assainissement collectif proposée vise à augmenter le taux de couverture général en assainissement des eaux usées domestiques de la ville de Ouagadougou ; plus particulièrement du secteur 15 et une partie du secteur 16 situés au sud de la ville et non pris en compte par le projet d'assainissement collectif actuel en cours de réalisation. Ce projet d'assainissement en cours concerne les espaces géographiques suivants :

- ✓ Le site de lagunage situé au nord-est de la zone industrielle de Kossodo,
- ✓ La bande d'emprise de l'émissaire des eaux traitées de la station d'épuration placée en position aval par rapport au site de lagunage et pratiquement d'axe parallèle à environ 700 m de la voie ferrée de desserte de la zone industrielle,
- ✓ La bande d'emprise de la conduite primaire de collecte et de transport des effluents, depuis le centre de ville au rond point des nations unies jusqu'au site de lagunage,
- ✓ Le centre ville au sens du secteur 1 de la municipalité ou au sens de la tournée 09 de l'ONEA et une extension le long de l'avenue Kwamé Nkrumah en direction de l'aéroport.

Les activités identifiées à réaliser sont les suivantes :

- ✓ les études de faisabilités technico-économiques comprenant :
 - La définition des zones de raccordements potentiels aux réseaux collectifs,
 - Le calcul des volumes et débits à transiter et à traiter,
 - L'étude des tracés (plans et profils),
 - L'évaluation de la charge polluante,
 - Le traitement des eaux usées,
 - L'implantation du site de lagunage,
 - L'estimation des investissements,
 - En cas de variantes proposées, le choix de la variante à retenir.
- ✓ L'étude de faisabilité environnementale,
- ✓ L'étude économique et financière,

II. Problématique

L'assainissement est un aspects incontournables pour l'amélioration des conditions de vie et de santé des populations des centres urbains. Malheureusement nombre sont ces agglomérations africaines qui sont dépourvues des systèmes d'assainissement. Ce manque d'assainissement constitue un grave danger pour les populations de ces pays.

Ouagadougou la capitale du Burkina Faso n'échappe pas à cette réalité en effet, comme la plupart de ces agglomérations africaines, il connaît un taux d'urbanisation rapide et une prédominance des systèmes autonomes d'assainissement des eaux usées et excréta. Cette situation engendre des nuisances diverses et des pollutions diffuses difficiles à maîtriser par les acteurs impliqués dans le secteur de l'assainissement. Les conséquences sur la santé humaine et la qualité de la ressource en eau superficielle et souterraine sont de plus en plus perceptibles : à titre d'exemple, les maladies liées à la mauvaise évacuation des eaux usées et excréta représentaient en 1995, près de 51% des cas de maladies déclarées dans les différentes formations sanitaires de la ville. La multiplicité des acteurs du secteur de l'assainissement , l'absence de coordination des actions entre les différents intervenants en milieu urbain, l'insuffisance de la maîtrise du phénomène d'urbanisation, les limites financières, la pauvreté urbaine et le comportement des citoyens contribuent à aggraver cette situation.

En tant que secteurs de la ville de Ouagadougou, les secteurs 15 et 16 ne font pas exception en effet, ils connaissent de grave problèmes de maîtrise de la gestion de leurs eaux usées ainsi que de leurs ordures ménagères . La photographie ci dessous illustre un caniveau d'un quartier du secteur 15 où la plupart de ces caniveaux sont transformés en dépotoirs des déchets solides et liquides..



Photo 1 : Caniveau transformé en dépotoir des déchets solides et liquides

Tous ces problèmes ne font que détériorer chaque jour l'environnement urbain et le cadre de vie des populations de cette zone avec en prime des effets négatifs sur la santé publique. C'est

pourquoi face à ce constat alarmant, le gouvernement burkinabé s'est engagé dans la recherche de solutions durables et fiables avec l'appui des partenaires au développement.

Dans le but de trouver une solution au problème posé, nous tenterons d'apporter des éléments de réponses aux questions suscitées par la lecture des termes de références et du thème de l'étude à savoir :

- ✓ pourquoi le choix de l'assainissement collectif dans les secteurs 15 et 16 ?
- ✓ quelles sont les quantités d'eaux utilisées et rejetées par la population de ces deux secteurs ?
- ✓ comment se fera la collecte des eaux usées au niveau de ces deux secteurs ?
- ✓ quel type de station d'épuration a adopté pour le traitement des eaux usées de cette zone?
- ✓ existe-t-il des terrains disponibles pour l'implantation de cette station dans la zone?
- ✓ quelle sera la destination finale des eaux usées traitées ?
- ✓ quelle sera la qualité de ces eaux après traitement ?
- ✓ quels seront les impacts de ce projet sur l'environnement ?
- ✓ quel sera le coup de réalisation des travaux ?
- ✓ quelle sera la participation de la population concernée à la réalisation du projet ?

Pour y arriver nous ferons appel aux connaissances acquises lors de notre formation dans des domaines tels que l'assainissement, les techniques d'enquête, le traitement des eaux, l'économie. De plus, nous aurons la contribution de l'encadrement basé à l'EIER et à l'ONEA.

III. OBJECTIFS

III.1. Objectif principal

L'étude proposée a pour objectif principal d'améliorer le cadre de vie des ménages des secteurs 15 et 16 de la ville de Ouagadougou par la conception et l'étude d'avant projet sommaire d'un système de collecte, d'évacuation et de traitement des eaux usées produites dans ces deux secteurs:

III.2. Objectifs spécifiques

L'étude a été abordée avec comme objectifs spécifiques de :

- décentraliser la station de traitement des eaux usées de ville située à Kosodo, et plus précisément au nord de la ville ;
- assainir les quartiers riverains du quartier Ouaga 2000 (quartier du secteur 15) et classés en zone priorité. En effet, ce quartier abrite la présidence du Burkina Faso et les représentations des ambassades.

Pour atteindre nos objectifs, nous avons adopté une méthodologie détaillée au chapitre 5 mais toutes fois, nous présenterons d'abord le contexte de l'étude et son contexte spécifique.

Chapitre 2 : LE CONTEXTE DE L'ETUDE

Situé à l'intérieur de la boucle du Niger, le Burkina Faso est un pays n'ayant aucun débouché sur la mer. Il est limité au Nord et à l'Ouest par le Mali, au Nord-Est par le Niger, au Sud par la Côte d'Ivoire, le Ghana et le Togo, et au Sud-Est par le Bénin. A la faveur de la loi sur la décentralisation de 1996, le Burkina Faso est subdivisé en 45 Provinces (dirigée chacune par un Haut commissaire) composées de 350 départements (à la tête desquels se trouvent les Préfets) et plus de 7000 villages.

Ouagadougou, Capitale politique de ce pays appartient à la Province du Kadiogo dont elle est le chef-lieu. Cette ville est située au centre du Burkina Faso, entre les parallèles 12°20 et 12°25 de latitude Nord et les méridiens 1°27 et 1°35 de longitude Ouest.

Dans cette partie introductive, il sera question de présenter dans un premier temps le cadre physique, naturel (pédologique, hydrographique et climatologique) de la ville de Ouagadougou. Cette partie s'achèvera sur les aspects urbanistiques par la synthèse des données relative à la démographie, à la typologie urbaine, la situation des réseaux techniques urbains liés à l'eau et à l'assainissement dans la ville de Ouagadougou.

IV. LE CADRE PHYSIQUE ET NATUREL

Sur le plan géologique, Ouagadougou est bâti sur des formations précambriennes (*Antebimimiennes*) formées de migmatites et de granites indifférenciés, surmontées d'une épaisseur d'altération variant de 10 à 50 m par endroit. Cette épaisseur d'altération présente des potentialités hydrauliques relativement faibles, car elle reste constituée de formations à prédominance argileuse très perméable. Les couches supérieures comprennent des faciès ferralitiques et une concentration d'oxyde et d'hydroxyde d'alumine et de fer formant la cuirasse.

L'altitude moyenne est de 300 m et la ville de Ouagadougou s'étend sur un terrain relativement plat.

Le climat dont bénéficie la ville de Ouagadougou est tropical de type soudano-sahélien, avec une saison sèche d'octobre en avril, et une saison pluvieuse de mai à septembre.

Les précipitations moyennes annuelles sont estimées entre 800 et 900 mm en année normale avec une moyenne annuelle de 570mm environ.

La température est caractéristique du climat sahélien, avec pour le mois le plus chaud (avril) une température diurne moyenne qui dépasse 38°C, et des températures minimales moyennes de 17°C entre décembre et janvier.

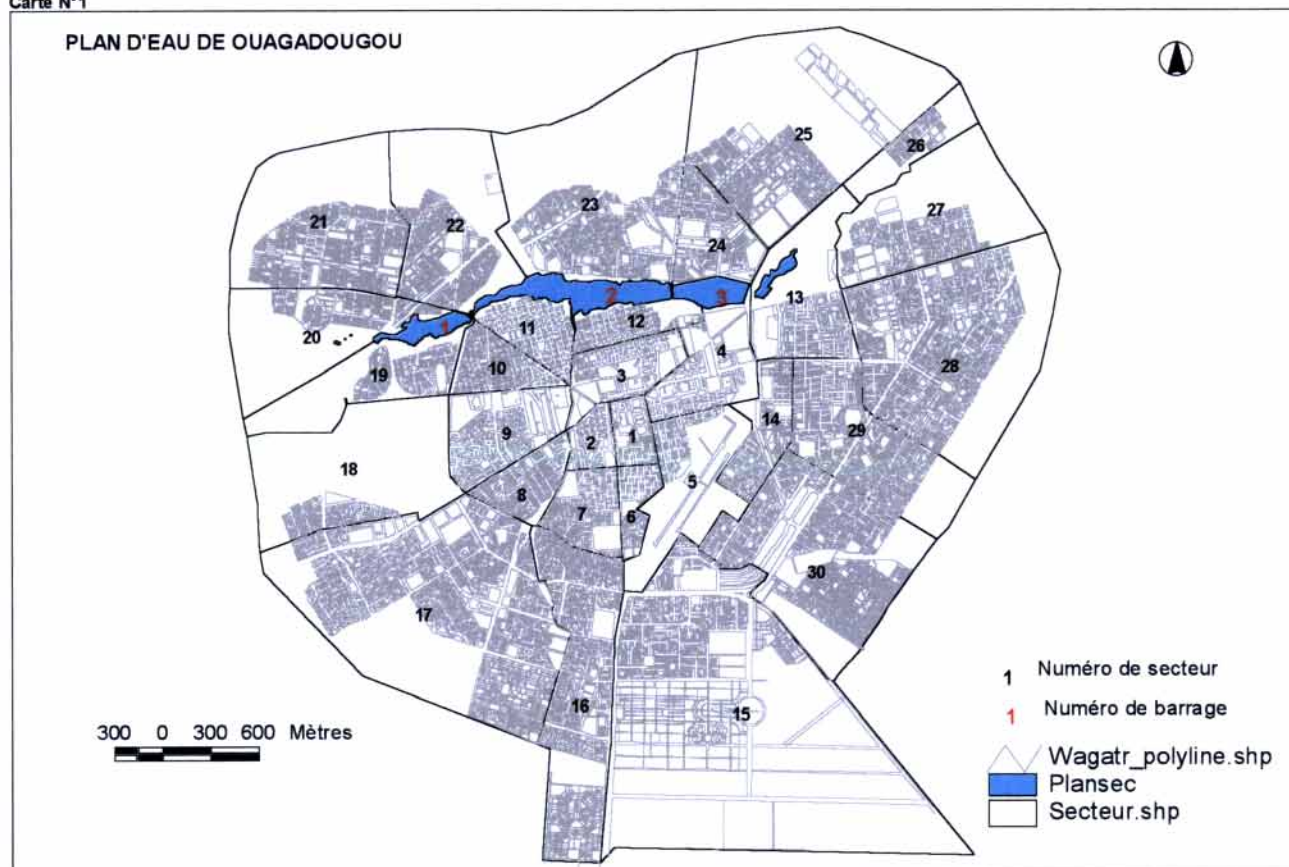
Les principaux flux d'air, qui s'alternent au rythme des saisons sont respectivement l'harmattan (un vent sec et chaud qui souffle en direction Nord-Est → Sud-Ouest) et la mousson

(vent humide provenant des basses pressions océaniques et soufflant en direction Sud-Ouest – Nord-Est).

Du point de vue hydrogéologique, Ouagadougou est située dans le bassin versant du Massili. La région se caractérise par l'existence de nombreuses retenues artificielles permettant de stocker l'eau de pluie ruisselante lors de l'hivernage. Ces barrages freinent l'écoulement naturel des marigots non permanents vers le Massili, selon une direction générale Ouest - Est. Le marigot Boulmiougou emprunte un thalweg s'allongeant d'Est en Ouest (*axe des barrages*) et draine la quasi-totalité de l'agglomération urbaine. Quatre cours d'eau lui sont associés sur la rive droite et drainent 23 secteurs. Sur la rive gauche, trois marigots drainent les quartiers Nord de la ville ; deux autres marigots drainent les eaux d'une partie des secteurs 28, 15 et 30.

La nappe aquifère est profonde et contenue dans une zone d'altération à transmissivité importante se trouvant en moyenne à 30m de profondeur, à l'exception du centre administratif et commercial situé sur des alluvions d'une ancienne rivière et où la nappe phréatique se situe à environ un mètre de profondeur en saison des pluies. La capacité d'infiltration à long terme des sols est modérée avec des valeurs comprises entre 10 et 40l/j/m² celle-ci est cependant suffisante pour le bon fonctionnement d'un assainissement individuel. L'eau souterraine participe pour plus de 25% à l'alimentation en eau de la ville, le reste étant assuré par les barrages[PSAO, 93].

Carte N°1



Source : Alter Ego

Source : [IAGU, 01]

Octobre 2001

Carte 1 : Plan d'eau de Ouagadougou

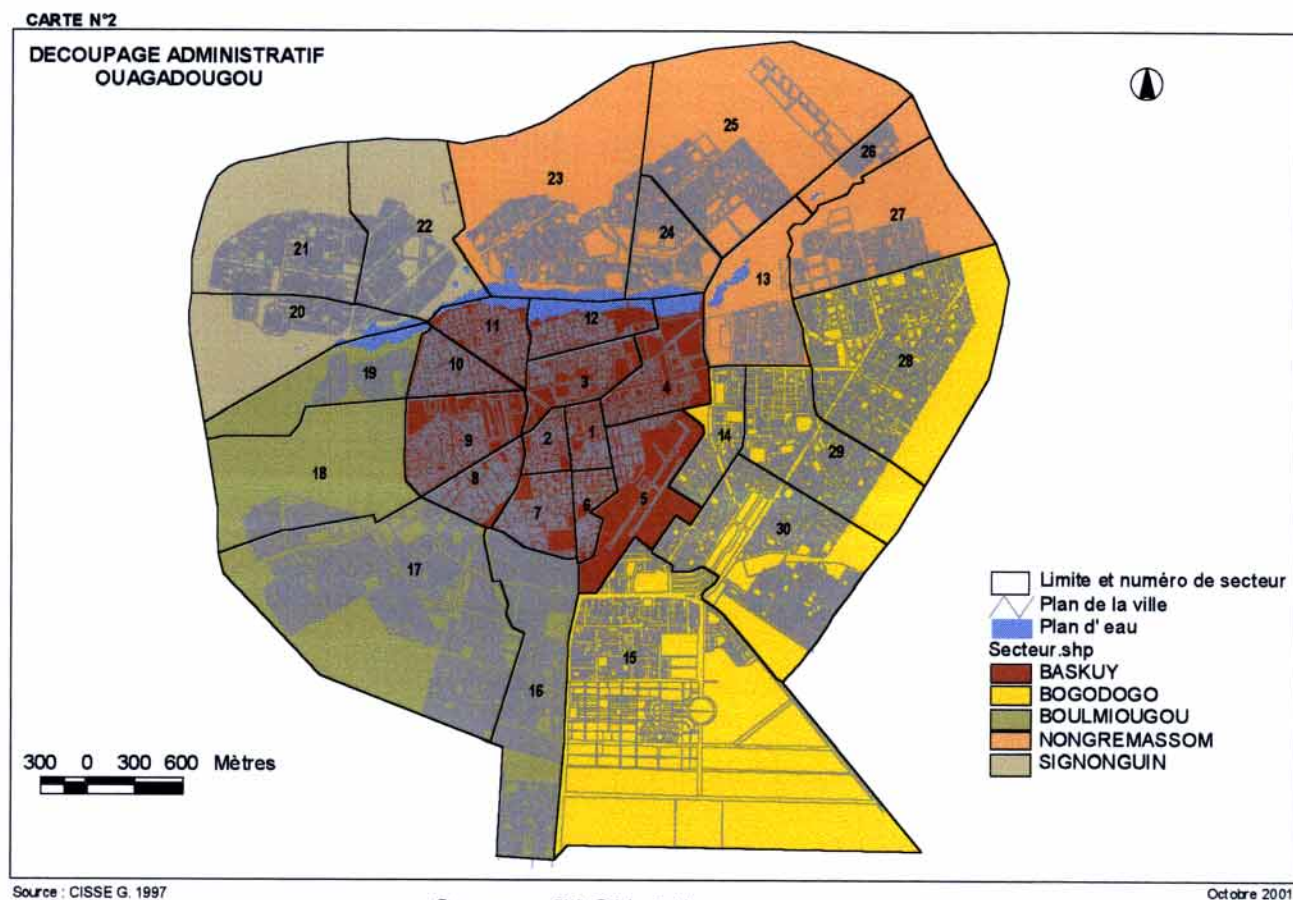
V. LES ASPECTS URBANISTIQUES ET SOCIO-ECONOMIQUES

Comme la plupart des villes d'Afrique au Sud du Sahara, Ouagadougou n'échappe pas depuis l'indépendance du Burkina Faso au phénomène de développement urbain rapide.

V.1. Le cadre administratif

Sur le plan administratif, Ouagadougou est une collectivité territoriale décentralisée et administrée par un maire élu. La ville est découpée en 5 Arrondissements communaux auxquels sont rattachés 17 villages. Chaque arrondissement est dirigé par un maire d'arrondissement. La ville de Ouagadougou en compte 30 au total répartis de la manière suivante :

- 12 secteurs pour l'arrondissement de Baskuy (N°1 à 12) ;
- 5 secteurs pour l'arrondissement de Bogodogo (de 14 à 15, de 28 à 30, et de 5 villages) ;
- 4 secteurs pour l'arrondissement de Boulmiougou (N° de 16 à 19 et 4 villages) ;
- 6 secteurs pour l'arrondissement de Nongremassom (N° 13, de 23 à 27 et 5 villages) ;
- 3 secteurs pour l'arrondissement de Signoghin (N° de 20 à 23, et 6 villages).



Carte 2 : Découpage administratif de Ouagadougou

V.2. Les données démographiques

L'appréciation de la démographie de la ville de Ouagadougou est divergente selon les sources de données consultables ; ceci à cause de l'absence de coordination et de concertation des acteurs impliqués dans la gestion urbaine au Burkina Faso.

Pour la présente étude, nous nous sommes concentrés sur les données disponibles au niveau de l'Office nationale de l'eau et de l'assainissement (ONEA) qui s'inspire de celles diffusée par l'Institut national des statistiques et de la démographie (INSD). Selon cette source, la ville de Ouagadougou s'étendait en 1997 sur une superficie d'environ 20.000ha et regroupait en son sein plus de 40% de la population urbaine du pays. Lors du recensement général de la population de décembre 1996 au Burkina Faso, la population de Ouagadougou était estimée à environ 752.236 habitants, contre 459.826 en 1985 et 180 476 en 1975¹. Les prévisions issues du deuxième projet urbain² retiennent un taux de croissance annuel moyen d'environ 4,4% entre 1990 et 2000 et de 3,4% entre 2000 et 2005. [ONEA, 93].

La population actuelle de la ville est estimée en décembre 2001 à plus de 1,2 millions d'habitants, avec un taux de croissance annuel moyen de 6,5% contre 2,4% au niveau national, si on se réfère aux résultats du recensement général de la population de 1996³. [PSDVO, 98], [ONEA, 93], [MÜLLER, 99].

La taille moyenne des ménages était de 5,6 personnes par ménage en 1994, oscillant entre 5 et 7 personnes. [PACVU, 94]. La densité urbaine est comprise entre 3.458 et 4.600 habitants par km², soit environ 40 habitants à l'hectare.

V.3. La typologie urbaine

Sur la base d'une classification en fonction du type de matériaux de construction et le taux d'accès des ménages ou des parcelles aux réseaux techniques urbains d'eau, d'électricité, de téléphone, d'assainissement, il avait été identifié dans la ville de Ouagadougou, quatre type de tissus urbains qui sont répertoriés dans le tableau N°1 (Source : mise à jour et adapté de [ONEA, 93], [PSAO, 96], [SOW, 95], [IAGU, 01])

Les données récentes sur la démographie annoncent que Ouagadougou comporte environ 120 000 logements, dont près du tiers (représentant 34 465 maisons) sont raccordés au réseau

¹ Deuxième année du recensement général de la population après celui de 1975. En 1985, le taux de croissance annuelle était estimé à plus de 9% [Ville de Ouaga/PGU, 98].pp8, mais ce taux aurait subi une décroissance au recensement de 1996, atteignant un seuil de 4,58% par an.

² Voir étude « Stratégie de gestion urbaine et système d'information urbaine ». PACVU, mai 1994.

³ D'après le PACVU, de 1994, on retient en général le taux de 7% par an.

d'électricité de la société en charge de l'électricité et la même proportion est raccordé au réseau d'eau de l'ONEA.

La voirie, principal support des réseaux techniques en milieu urbain, est très diversifiée dans la ville de Ouagadougou. Les études antérieures ont évalué à 1 651.9km le linéaire total des routes urbaines toutes catégories confondues. L'état de fonctionnement de ces routes est contrasté : 10,5% de la voirie de Ouagadougou est bitumée et en très bon état, 15,4% sont en terre et en bon état de circulation contre 74,1% qui sont en terre mais en mauvais état de fonctionnement [IAGU, 02].

Ouagadougou, en tant que Capitale politique du Burkina Faso, est le siège des institutions de la République. En tant que tel, elle regroupe l'ensemble des Ministères techniques, des Représentations diplomatiques des pays amis, des Organismes internationaux de coopération bilatéraux et multilatéraux, des directions des grandes sociétés étatiques (SONABEL, ONEA, ONATEL, etc.) et privées (banques, etc.). Ces structures confèrent à la ville de Ouagadougou un statut de ville à vocation administrative et politique. Le secteur industriel est marqué par la présence de quelques sociétés industrielles dont les plus importantes sont les brasseries SOBBRA, la Société Burkinabé de Manufacture et de Cuir (SBMC), l'abattoir municipal.

Tableau 1 : Caractérisation des tissus urbains de Ouagadougou.

Type de tissu urbain	% au parc de logements	Superficie moyenne de la parcelle	Coefficient d'occupation des sols (COS)	Secteurs considérés	Caractéristiques spécifiques de l'habitat
Très haut standing	11%	> 500m ²	35%	1-2-4-13 8-9-11-16- 17-25-28	<ul style="list-style-type: none"> matériaux durables (parpaings), taux d'accès aux RTU = 100% et point d'eau internes ; installations sanitaires élaborés avec WC modernes
Haut standing	18%	300 – 500m ²	30%	3-5-7-15 4-11-14- 17-22-23- 24-27-30	<ul style="list-style-type: none"> matériaux durables (parpaings de ciment, mélange de banco et de ciment) ; raccordement aux RTU : robinet d'eau dans la cours ; latrines à fosse étanche
Moyen standing	27%	200-300m ²	20%	6-9-11- 12-28 1-2-7-8- 13-15-17- 19-20-22- 23-29-30	<ul style="list-style-type: none"> Briques en banco enduites de ciment, AEP à partir des bornes fontaines payantes et des revendeurs, quelques puits privés proches des barrages ; latrines traditionnelles
Bas standing	44%	200-300m ²	30%	Zones non loties de la périphérie urbaine	<ul style="list-style-type: none"> Briques de banco simples ; AEP à partir des bornes fontaines payantes et des revendeurs, quelques puits privés proches des barrages ; latrines traditionnelles ou terrain naturel.

Source : [N'DRI], in [IAGU 01]

VI. LA SITUATION DE L'ASSAINISSEMENT DES EAUX USEES

Il est difficile de parler d'assainissement des eaux usées sans tenir compte du volet approvisionnement en eau des ménages en terme de mode d'approvisionnement et quantité spécifique consommée dans les ménages. Les deux aspect semblent en effet liés, les uns au autres. [IAGU, 01]. En effet, les quartiers à forte consommation d'eau sont en général raccordés au réseau classique d'approvisionnement en eau et détiennent en majorité des ouvrages d'assainissement dits « moderne » comme les fosses septiques contrairement aux latrines traditionnelles. [ONEA, 93], [ONEA, 00], [N'DRI, 01]. La figure N° 3 ci-dessous a été élaboré pour présenter les principaux modes d'approvisionnement en eau des ménages de la ville de Ouagadougou ainsi que le taux de couverture pour chaque système et la consommation spécifique moyenne dans les ménages de la ville.

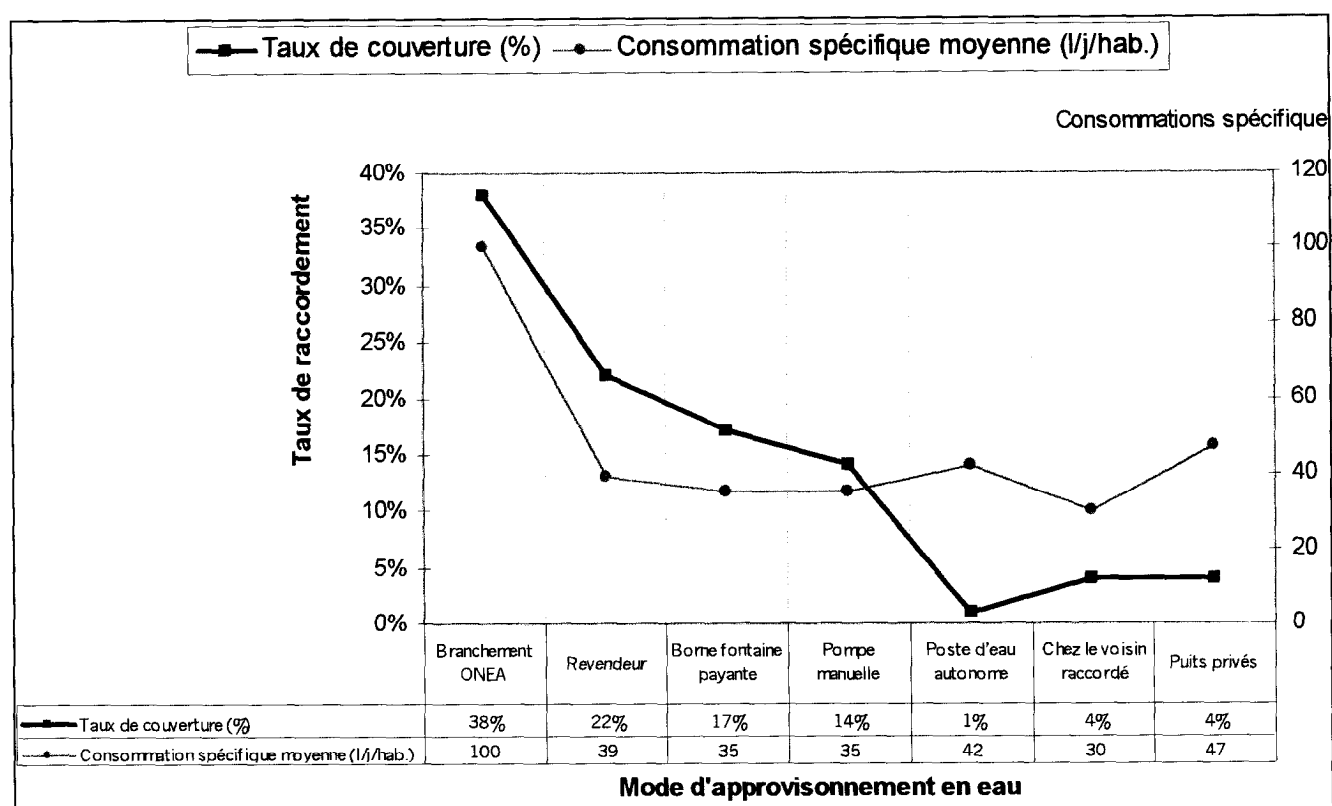


Figure 1 : Répartition selon les systèmes d'approvisionnement en eau du taux de couverture et de la consommation spécifique moyenne d'eau dans les ménages de Ouagadougou
(Source : adapté et mis à jour de [ONEA, 93], [ONEA, 00], [N'DRI, 01], in [IAGU, 01]).

D'une manière générale le taux de raccordement au réseau d'eau potable ne dépasse pas les 40%. Cependant, ce taux varie d'un tissu urbain à un autre : il peut atteindre les 100% dans les quartiers de très haut standing et être quasi nul dans les zones dites non loties.

La figure N°3 ci-dessus montre que la consommations spécifique par habitant est relativement faible (moins de 40 l/j/hab.) dans les ménages disposant de systèmes autonomes,

individuel ou communautaire d'approvisionnement en eau. Cette consommation est relativement plus élevée dans les ménages raccordés au réseau d'eau potable de l'ONEA avec une moyenne de 100l/j/hab. sur l'ensemble de la ville. [N'DRI 01], [ONEA, 00], [IAGU, 01]. Ainsi, s'il était envisagé la construction d'un réseau collectif des eaux usées dans la ville de Ouagadougou, seuls les abonnés de l'ONEA seraient susceptibles de constituer le groupe cible avec une consommation spécifique relativement importante.

Le secteur de l'assainissement des eaux usées dans la ville de Ouagadougou est similaire à celui des grandes métropoles africaines. Comme l'indique la figure ci-dessous, l'assainissement des eaux usées domestiques est dominé par les ouvrages d'assainissement dits « autonomes », bien que quelques quartiers isolés de la ville soient raccordés à un système collectif doté d'un réseau d'égout et de stations d'épuration. A ces ouvrages, il est important d'adjoindre les populations qui défèquent encore dans la nature et que l'on retrouve principalement dans les zones non loties situées en périphérie urbaine ou dans les bidonvilles situés en zone centrale.

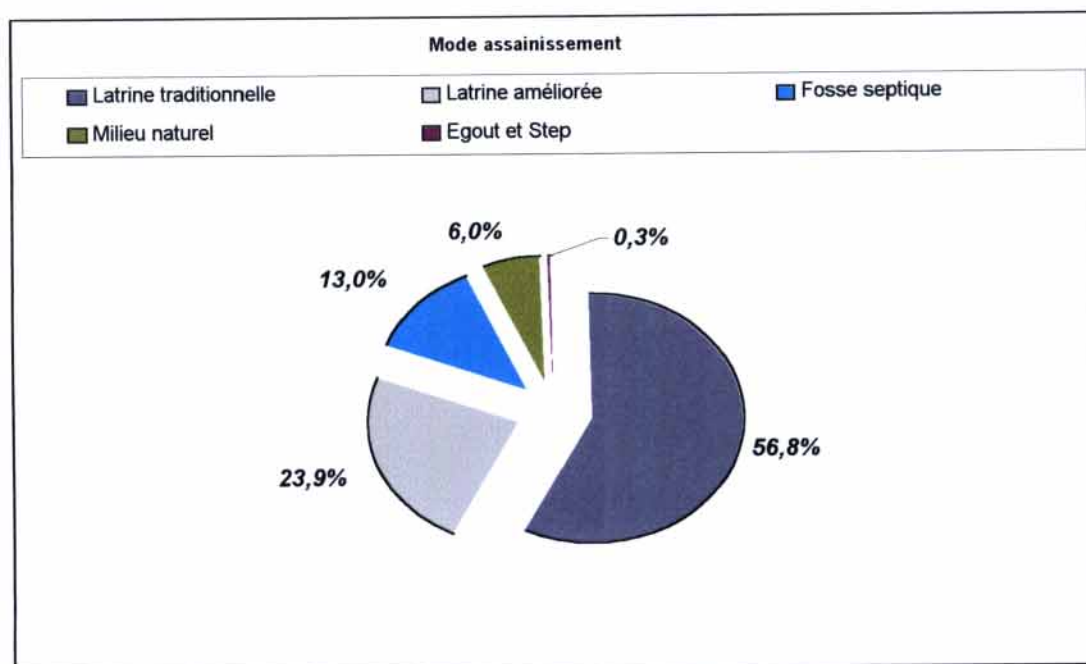


Figure 2 : Principaux modes d'assainissement des eaux usées domestiques à Ouagadougou

Source : [N'DRI, 01], in [IAGU, 01]).

VI.1. Les ouvrages individuels

Dans cette classe, on retrouve les latrines traditionnelles, les latrines améliorées. et les fosses septiques

VI.1.1. Les latrines traditionnelles

Ces systèmes sont utilisés par 56,8% des ménages de la ville de Ouagadougou. Ce qui représentait en 2001, une population de 684.000 Ce type d'ouvrage est composé d'une fosse non

revêtue profonde de 4m en moyenne et d'un diamètre de 1m. Cette fosse est recouverte d'un radier et d'une chape en béton, en terre sur support en bois percée d'un orifice de défécation et d'une superstructure plus ou moins couverte en matériaux provisoires (vielle tôle, carton, paille, bancos, etc.). Dans les ménages utilisant ce type de système, les eaux provenant des travaux ménagers (lessive, vaisselle, bain, nettoyage de la maison, ablution, etc.) sont très souvent rejetées directement dans la cour de la parcelle ou dans la rue. voir même dans les caniveaux bordant certaines concessions. Les latrines traditionnelles présentent d'importants inconvénients : elles manquent d'intimité, dégagent des odeurs nauséabondes et sont régulièrement envahies par les mouches.

VI.1.2. Les latrines améliorées

Elles intéressent environ 24% des ménages de la ville, ce qui représentait en 2001, environ 288.000 habitants. On distingue : les latrines à fosse fixe ou étanche, les latrines VIP à une seule fosse, les latrines VIP à double fosse et les latrines à chasse manuelle

VI.1.2.1. Les latrines à fosse fixe ou étanche

les latrines à fosse fixe sont constituées d'une fosse revêtue de parpaings de ciment ou de brique en terre, crépis d'un mortier de ciment et recouvertes d'une dalle en béton percée d'un orifice de défécation et d'une superstructure en agglomérés de ciment couvert en tôle ou autre matériaux locaux (paille de terre par exemple). Ces fosses recueille les excréta et les eaux de douches. Les fosses fixes sont rarement étanches : une partie des eaux s'infiltre et les trop pleins s'écoulent dans un puisard ou plus souvent dans les caniveaux d'assainissement des eaux pluviales. Ces latrines dégagent également des odeurs désagréables et sont aussi très souvent envahies par les mouches. Elles doivent être vidangées tous les trois mois en moyenne et les produits de cette vidange doivent être traités.

VI.1.2.2. Les latrines VIP à une seule fosse

Ce type de latrines est développée par l'ONEA dans le cadre du Programme d'Hydraulique Urbaine (PHU) dont Ouagadougou fait partie des villes ciblées. Les latrines améliorées, de type VIP (Ventilated Improved Pit latrine) sont des latrines traditionnelles munies d'un tuyau de ventilation (PVC, béton ou terre cuite) et d'un écran anti-mouches permettant l'élimination des odeurs et insectes. Les fosses ont une profondeur de 2 à 4 m, peuvent être revêtues ou non et s'accommodent de tous les types de matériaux pour la toilette anale. Les latrines VIP ne permettent cependant pas le traitement des eaux usées ménagères, ce qui nécessite la construction d'un puisard. Ces latrines doivent en général être reconstruites lorsque la fosse est pleine.

VI.1.2.3. Les latrines VIP à double fosse

Quand la place est limitée, il est recommandé de réaliser des latrines VIP à double fosse d'une profondeur de 1,5 à 2,0 m ; ce sont des installations permanentes constituées de deux fosses.

Quand un compartiment est plein, la deuxième fosse est mise en service ; après un temps de séjour de 18 à 24 mois, les boues contenues dans la fosse hors service sont minéralisées, ne contiennent plus aucun germe pathogène et peuvent être vidangées manuellement et éventuellement utilisées comme amendement agricole. Ces latrines existent à Ouagadougou à titre de démonstration.

VI.1.2.4. les latrines à chasse manuelle

Les latrines à chasse manuelle existent aussi à Ouagadougou. Elles comprennent une cuvette de défécation, un siphon à faible volume d'eau, un regard pour les eaux ménagères, un regard de répartition et deux fosses (revêtues ou non) et une superstructure. Elles peuvent être construites à l'intérieur d'une habitation. Les excréta, l'eau utilisée pour la chasse (deux à trois litres par chasse) et les eaux ménagères s'écoulent dans l'une des deux fosses ; une fois la première fosse remplie, soit environ après deux années de fonctionnement, on utilise l'autre fosse. Le siphon élimine les odeurs et la présence des mouches. Tout comme pour les VIP, la vidange des fosses peut être faite manuellement ; les produits de vidange, minéralisés et pelletables sont sans danger pour la santé publique. Ce système permet également le traitement des eaux usées ménagères. Cependant une éducation est essentielle pour maintenir la propreté de la cuvette de défécation qui doit être réalisée avec un bon profil hydraulique, sans parties anguleuses pouvant retenir les matières fécales

VI.1.3. Les fosses septiques.

Ce système est utilisé par 13% des ménages de la ville de Ouagadougou, ce qui représentait en 2001 un effectif total de 156.000 habitants. Les fosses septiques toutes eaux comprennent une fosse d'un mètre de profondeur moyenne comprenant deux compartiments : le premier de volume généralement double du second assure la collecte, la décantation et la digestion des eaux usées et des excréta, et le second sert de zone tampon aux eaux usées partiellement traitées avant leur rejet dans un ouvrage d'infiltration. Une ventilation est nécessaire pour l'évacuation des gaz et des regards disposés au droit de chaque compartiment permettant l'inspection et le nettoyage. Les boues de chaque compartiment doivent être régulièrement vidangées (une fois tous les trois ans en moyenne) et traitées.

VI.1.4. le milieu naturel

Ce milieu, ne fait pas partie des ouvrages types d'évacuation des eaux usées. Cependant, il est sollicité par environ 6% des citoyens, soit 72.000 habitants. Ce sont en général des ménages qui ne disposent pas d'ouvrages d'assainissement proprement dit. Ces derniers rejettent leurs eaux usées dans la cour, dans la rue et défèquent dans des espaces libres, les concessions voisines abandonnées, les rigoles, les caniveaux de drainage, etc.

VI.2. Les ouvrages collectifs

Le réseau d'égout de Ouagadougou est du type séparatif compte tenu des caractéristiques locales : la topographie de la ville qui permet l'évacuation des eaux pluviales le long des versants les plus courts, la répartition des précipitations sur une courte période pouvant ainsi induire dans un système unitaire de faibles vitesses d'écoulement en saison sèche avec des risques de dépôts et d'obstruction de dans les canalisations.

Le réseau d'égout, long d'environ 4km, dessert essentiellement la zone industrielle de Kossodo (*abattoir, brasserie, etc.*), une partie de la zone centrale de la ville de Ouagadougou (marché centrale, zone administrative). Une station d'épuration par boues activées reçoit ces eaux. Malheureusement, cette station est en arrêt de service et les eaux usées non traitées sont ainsi rejetées directement dans le canal central sans traitement aucun. Cette station était prévue initialement pour 3000 équivalent – habitants, soit pour moins de 0,3% des habitants de la ville. Elle est aujourd'hui débordée, engendrant ainsi des odeurs nauséabondes. Un mini-réseau d'égout collecte les eaux de l'hôpital Yalgado. Cependant les canalisations sont pratiquement obstruées ou perforées et la station de traitement prévue à cet effet est en arrêt de service depuis plus de 10 ans.

Les données précédentes sont susceptibles d'évoluer de manière significative pendant les cinq prochaines années. Deux programmes pilotés par l'ONEA sont en cours de réalisation et pourront ainsi changé la configuration actuelle de l'assainissement des eaux usées urbaine de la ville de Ouagadougou. Il s'agit :

- Du programme d'hydraulique urbaine dans lequel l'ONEA compte promouvoir, selon une approche participative, les latrines améliorées de type VIP et Chasse manuelle dans les quartiers pauvres ou sémi-structurés de la Ouagadougou. Les prévisions sur le rythme de modification sont telles qu'on estime qu'entre 1995 et 2000, environ 6 000 latrines traditionnelles et à fosse fixe, sur les 29 000 existantes, seront transformées en latrines à chasse manuelles ; 3 000 autres latrines seraient abandonnées et remplacées par des latrines VIP. Dans le cadre des constructions de nouvelles maisons entre 1995 et 2000, on estime à 6 500 latrines à chasse manuelle, à 3 300 latrines VIP et à 2 200 fosses septiques, les nouveaux ouvrages d'évacuation des eaux usées et excréta construites dans les ménages de Ouagadougou pendant la même période ; ce programme vise donc à annuler les latrines traditionnelles qui prolifèrent dans les quartiers pauvres de la ville comme l'indique la figure ci-dessous. Ainsi, les latrines traditionnelles, qui étaient de près de 24.000 environ en 1990 ne seront plus que 6.250 en 2005 selon les prévisions de l'ONEA. Les latrines améliorées, à chasse manuelle ou de type VIP connaîtront un essor particulier durant cette phase, puisqu'elles passeront respectivement de 0 à 34.000 et 20.000 unités à l'horizon 2005.

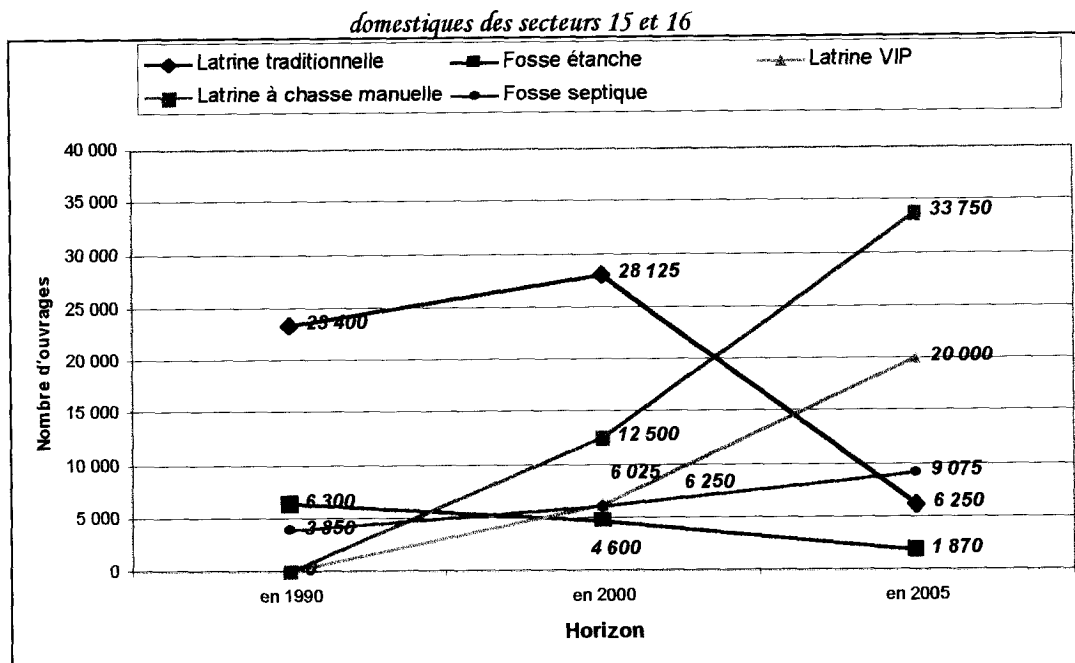


Figure 3 : Evolution des ouvrages d'assainissement individuel dans la ville de Ouagadougou entre 1990 et 2005. [ONEA, 01], [IAGU,01].

- Du programme d'extension du réseau d'égout, de réhabilitation et de renforcement des ouvrages existant, et de construction d'une nouvelle station d'épuration dans la zone de Kossodo (zone industrielle située au Nord de la ville en cours de réalisation à Ouagadougou depuis 2001. Ce programme couvre également la partie centrale de la ville et intègre la nouvelle Zone d'activités commerciales et administrative (ZACA) délimitée au Nord par l'avenue de la Nation et le boulevard de l'Indépendance, au Sud par les avenues de l'aéroport, Ouézzin Coulibaly et Houari Boumedienne, à l'Est par l'avenue de la Résistance et à l'Ouest par les avenues Bassarga et de la Grande Mosquée.

D'une manière générale, le taux de rejet des eaux usées est de 80% dans la ville de Ouagadougou [PSAO RAPPORT N°2, 00]. Le faible niveau de raccordement des ménages au réseau d'eau potable de l'ONEA et les mauvaises conditions d'évacuation des eaux usées et excréta ont des impacts négatifs évidents sur la santé de la population dont plus de 45% sont des jeunes de moins de 15ans. A Ouagadougou, une consultation médicale sur quatre est liée à une maladie d'origine hydrique (*principalement les diarrhées et les gastro-entérites*). Le nombre de consultations est passé de 43.000 cas en 1987 à 62.000 en 1989 [Cissé 96] in [IAGU 01].

VI.3. Essai de quantification des eaux usées rejetées à Ouagadougou

À cause de l'insuffisance des réseaux d'assainissement et du dysfonctionnement des ouvrages individuels ou collectifs existant dans la ville de Ouagadougou, les eaux usées produites au niveau de la source (*ménages, équipements collectifs, industries, etc.*) sont globalement rejetées dans le milieu récepteur sans traitement préalable. Ce milieu récepteur est en général

composé des caniveaux de drainage des eaux pluviales, des voies de desserte, des îlots d'habitation, les rigoles naturelles, etc. L'UNICEF (*Fonds des Nations Unies pour l'Enfance*) estimait en l'an 2000 que plus de 80% des ménages de Ouagadougou rejettent les eaux usées qu'ils produisent dans les rues, les rigoles, les canalisations de drainage des eaux de pluie, etc. Cet organisme pense également que seuls 16% des ménages de Ouagadougou disposaient de puits perdus pour stocker les eaux usées autres que les excréta.

Des études précédentes ont pu estimer la quantité potentielle des eaux usées produites dans la ville de Ouagadougou. Il en découle que plus de 20.000 m³/an de matières de vidange (*représentant 500 tonnes de matières sèches*) proviennent des fosses septiques, des fosses étanches et des latrines traditionnelles. Elles sont déversées dans l'environnement urbain sans traitement préalable. [PSAO, 93], [IAGU, 01].

Tableau 2: Evolution du volume des matières de vidange à traiter en fonction des ouvrages

Origine	Production moyenne des boues (l/hab/an)	1990	2000	2005
Latrine traditionnelle	30	12 285	13 500	3 000
Fosse étanche	60	6 215	4 800	2 400
Fosse septique	40	1 235	2 400	3 600
Total produit		19 735	20 700	9 000

Source : Projections issues [ONEA, 93], dans [IAGU, 01]

Une étude récente menée au niveau de l'EIER [N'DRI, 01] a permis de noter que la consommation spécifique moyenne d'eau par habitant dans la ville de Ouagadougou est de 60 litres/hab/jour⁴, pour une population estimée à environ 1,2 million d'habitants. De ces données, il ressort que la consommation totale journalière d'eau potable (*tous modes confondus*) est de 72.000m³/j. Si l'on admettait un taux de rejet de 0,8 on en déduit que chaque jour, il est rejeté environ 57.600m³/j d'eaux usées. Une projection sur l'année permet de dire que 15.768.000 m³/an d'eaux usées sont rejetées chaque année par les ménages de la ville de Ouagadougou.

Les eaux usées industrielles (abattoir, brasserie, tannerie) représentaient plus de 60.000 m³/an d'eaux usées déversées également dans le milieu naturel sans traitement. [PSAO, 93]. Ces rejets peuvent avoir beaucoup varié depuis lors avec l'accroissement de la production (brasserie, tannerie, etc.) et du nombre d'industries dans la ville et des établissements commerciaux.

⁴ Après dépouillement des fichiers de consommation d'eau l'ONEA de 1996 à 2000 incluant l'eau des bornes fontaines, des revendeurs d'eau, des usagers des pompes manuelles.

Ces eaux sont drainées par canalisations d'eaux pluviales vers les sites de maraîchage situés le long et en aval de ces derniers. Les points de prélèvement des eaux pour l'arrosage des champs maraîchers et des jardins de fleurs sont ainsi contaminés par des eaux usées chargées en plus d'ordures ménagères.

Les perspectives de l'ONEA pour la ville de Ouagadougou sont nombreuses. En tant que Responsable de l'assainissement des eaux usées dans les villes du Burkina Faso, l'ONEA compte pour les prochaines années, promouvoir les technologies d'assainissement à travers des campagnes d'information, de promotion et de formation dans le cadre du programme d'hydraulique urbaine dont bénéficie la ville de Ouagadougou. C'est ainsi que les ménages ayant réuni leur contribution pour la construction des latrines améliorées et des puits d'infiltration se voient être dotés de ces équipements avec les subventions de l'ONEA issues des redevances sur l'assainissement prélevées sur les factures d'eau. La mise en place de ces activités se fait avec l'appui des administrations compétentes, des bureaux d'études spécialisés et des ONG.

VI.4. Les acteurs et leurs rôles en matière d'assainissement

Le secteur de l'assainissement des eaux usées au Burkina Faso en général et à Ouagadougou en particulier est caractérisé par la présence d'un jeu des acteurs que nous avons pu regrouper en trois grandes classes qui sont :

- les acteurs institutionnels,
- les acteurs non institutionnels,
- les acteurs « informels ».

VI.4.1. Les acteurs institutionnels

Plusieurs institutions gouvernementales interviennent en matière d'assainissement des eaux usées dans la ville de Ouagadougou. Ce sont, les Ministères techniques (représentant l'administration centrale) les collectivités locales, les structures décentralisée des Ministères techniques et les sociétés parapubliques.

VI.4.1.1. Les Ministères techniques

Ils ont un rôle de définition des politiques, de planification et de décision. On peut citer pour le cas du Burkina Faso :

- le Ministère de l'environnement et de l'amélioration du cadre de vie, qui à travers la Direction des Etudes et de la Planification (DEP), est chargé entre autres, de la planification générale du développement et de l'assainissement en milieu urbain. La Direction de la Prévention des Pollutions et Nuisances (DPPN) assure quant à elle, la lutte contre toutes les formes de pollution et nuisances, les études d'impacts de la réalisation des projets et programmes de développement économique sur l'environnement.

- Les Ministères de la santé et de l'action sociale et de la famille agit dans le secteur de l'assainissement à travers la Direction de la Médecine Préventive (DMP), ex Direction de l'Education Sanitaire et de l'Assainissement (DESA), en délivrant les autorisations et en inspectant les installations d'assainissement autonomes, en assurant la sensibilisation et l'éducation de la population dans le domaine de la salubrité, de l'hygiène, l'évacuation des ordures ménagères et des soins de santé primaire.
- Le Ministère des infrastructures, des transports et de l'habitat a la charge de la gestion des infrastructures urbaines d'assainissement des eaux pluviales et des eaux usées.

VI.4.1.2. Les collectivités locales et les structures décentralisées des Ministères techniques

- La Mairie de Ouagadougou intervient dans le secteur de l'assainissement des eaux usées à travers le service de la propreté dont la mission est la gestion des eaux usées et excréta, la lutte contre l'insalubrité et les pollutions diverses, le curage des caniveaux et l'évacuation des sous-produits du curage, etc.
- Les directions régionales et provinciales des ministères techniques ci-dessus, qui ont la charge d'appliquer sur le terrain les décisions centrales et d'appuyer la mairie dans l'exécution de certaines de ses attributions.

VI.4.1.3. Les sociétés parapubliques

- l'Office National de l'Eau et de l'Assainissement (ONEA), établissement public à caractère industriel et commercial créé en 1985, a pour fonction, la réalisation et la gestion des systèmes de production et de distribution d'eau potable, d'eau brute et des réseaux d'assainissement des eaux usées et eaux pluviales dans les centres urbains et semi-urbains. Ses attributions en matière d'assainissement des eaux usées se sont de plus en plus accrues depuis 1990, année avant laquelle, il ne se limitait qu'au curage des caniveaux d'eau pluviale. Cet office qui relève du Ministère en charge de l'eau, conduits dans certaines villes du Burkina Faso le programme d'hydraulique urbaine avec un appui techniques et matériel des ménages en matière de construction des ouvrages d'assainissement autonomes des eaux usées par la fourniture des dalles de couverture des fosses, la formations des artisans, la sensibilisation etc.

On remarque en dernier ressort un certain chevauchement des rôles des principaux acteurs institutionnels en matière d'assainissement des eaux usées urbaines au Burkina Faso en général et à Ouagadougou en particulier. Cette situation peut être, à coup sûr, une source de conflit de responsabilité sur le terrain.

VI.4.2. Les acteurs non institutionnels

Nous identifions dans ce groupe deux grands ensembles, à savoir, les organismes internationaux ou régionaux et les structures à caractère associatif dont les expériences en

matière d'assainissement des eaux usées ont été longtemps approuvées dans la ville de Ouagadougou et au Burkina Faso.

- les institutions de formation et de recherche telles le Groupe des Ecoles Inter-états des Ingénieurs de l'Équipement Rural (EIER) et des Techniciens Supérieurs de l'Hydrauliques et de l'Équipement Rural (ETSHER) qui depuis sa création se préoccupe de l'épuration des eaux usées en termes de développement des technologie adaptée, de suivi des performance des ouvrages d'assainissement et de valorisation agricole des eaux usées et de la formation des jeunes cadres africaines dans ces domaines.
- les ONG nationales et internationales telles que le CREPA (*Centre Régional pour l'Eau Potable et l'Assainissement*), ADRA (*Adventists for Development Relief and Aid*), etc. font respectivement la promotion des méthodes d'alimentation et de l'assainissement pour les communautés à faible revenus, la sensibilisation et la promotion des latrines améliorées, etc.

VI.4.3. Les acteurs « informels »

Les groupes d'acteurs dits « informels » sont au nombre de trois :

1. **Les artisans spécialisés ou non** : ce sont les maçons, les tâcherons et les puisatiers généralement formés dans le tas et qui participent dans la majeure partie des cas à la construction des ouvrages d'assainissement autonomes dans les quartiers résidentiels, quel que soit le type de tissu urbain (zones non loties, quartiers de bas standing, de moyen et de haut standing).
2. **Les techniciens en la matière** : il s'agit des ingénieurs, des architectes et des techniciens supérieurs qui conçoivent et réalisent les ouvrages d'assainissement notamment dans les quartiers de moyen et de haut standing de la ville de Ouagadougou.

VI.5. Les instruments législatifs et réglementaires

Le cadre juridique régissant le secteur de l'assainissement des eaux usées au Burkina Faso est caractérisé par une diversité des textes dont les plus importants sont entre autres :

- La loi n° 41/98/AN du 06 août 1998 portant organisation de l'administration du territoire au Burkina Faso.
- La loi n° 42/98/AN du 06 août 1998 portant organisation et fonctionnement des collectivités locales.
- La loi n° 005/97/An du 30 janvier 1997 portant code de l'environnement du Burkina Faso. Ce code est un instrument cadre qui intègre tous les aspects liés aux déchets urbains. (voir en annexe les articles qui nous intéressent dans le cadre de la présente étude).

- Le décret n° 98-322/PRES/PM/MCIA/MEM/MS/MATS/METTS/MEF du 28 juillet 1998 portant condition d'ouverture et de fonctionnement des établissements dangereux, insalubres et incommodes.
- Le décret n°98-322/PRES/PM/MEE/MATS/MIHU/MTT DU 28 juillet 1998 portant réglementation de la collecte, du stockage, du transport, du traitement et de l'élimination des déchets urbains.
- La loi n° 23 /96/ADP du 19 mai 1996 portant code de la santé.
- La loi n° 51/95/ADP du 15 novembre 1995 instituant la taxe de résidence au profit des budgets locaux.
- Le décret n° 95-176/PRES/MESFP/MAT du 23 mai 1995 instituant la redevance pour l'enlèvement des ordures.
- La loi n° 10/ADP du 15 décembre 1992 portant liberté d'association pour les associations de quartiers.
-

VI.6. Conclusion

Ce chapitre nous a permis d'avoir une certaine idée du contexte de la ville dans laquelle notre étude se déroulera. Dans le chapitre suivant, nous tenterons de faire une analyse comparée des systèmes de traitement des eaux usées les plus répandus en Afrique et au finish, nous retiendrons un seul d'entre eux pour le traitement des eaux usées de notre zone d'étude.

Chapitre 3 : Analyse comparée des systèmes de traitement des eaux usées

L'épuration biologique des eaux usées urbaines repose sur l'application de deux phénomènes : d'abord la sédimentation partielle des matières en suspension et, ensuite, l'activité biologique des très nombreuses bactéries qui se multiplient en dévorant les matières organiques formant par excellence des substances nutritives.

Dans la recherche de nouvelles technologies efficaces dans le traitement des eaux usées dans le monde, plusieurs types de procédés ont été expérimentés puis construits à grandeurs réelles dans plusieurs pays. Ils forment deux ensembles : les procédés intensifs et extensifs. Certaines de ces technologies ont été mis en œuvre dans les pays en développement et principalement en Afrique. Le choix de l'une ou de l'autre technologie pour l'épuration des eaux usées dans un contexte comme Ouagadougou nécessite une comparaison des plusieurs paramètres dont la facilité de conception, de mise en œuvre et d'exploitation, l'appropriation locale de la technologie par des compétences humaines mobilisables, la disponibilité des pièces de rechange, l'adaptabilité aux eaux usées locales et aux conditions climatologiques, etc.

Étant entendu que les ouvrages d'épuration collective des eaux usées sont nombreux et variés, l'objet de ce chapitre est de présenter un certain nombre de technologies d'assainissement collectifs des eaux usées adaptable dans une ville comme Ouagadougou. Après avoir identifié un certain nombre de critères permettant le choix du ou des systèmes adaptés à cette ville, nous opérerons à la fin du chapitre au choix du système à mettre en œuvre dans les secteurs 15 et 16 de la ville de Ouagadougou.

I. Les stations d'épuration intensives

Le caractère intensif de ce type de technologie s'apparente au concept « d'agriculture intensive » qui consiste à produire sur une superficie réduite une quantité importante de produits agricoles par l'utilisation d'accélérateurs de croissance (d'engrais chimique) et d'intrants mécaniques tels que les machines agricoles, etc. Ainsi, les stations d'épuration intensives consistent à traiter une quantité importante d'eaux usées urbaines par l'utilisation d'énergie artificielle, d'accélérateur de traitement de type mécanique (pompes, aérateur) ou physico-chimique (produits chimiques).

L'épuration chimique, s'applique plutôt aux eaux résiduelles ou aux eaux usées contenant en portion notable des résidus d'usines susceptibles d'entraver le développement des processus biologiques. La mise en œuvre des procédés physico-chimiques appliqués à l'épuration des eaux

urbaines trouve une adaptation satisfaisante aux effluents domestiques avec variation de charges polluantes de toute nature contenant, en particulier, des éléments inhibiteurs ou toxiques.

Font partie de ce groupe les technologies d'épuration suivantes (entre autres et les plus répandus) :

- Les boues activées,
- Les disques biologiques,
- Les lits bactériens.

I.1. Les boues activées

I.1.1. Principe

Le procédé par boues activées consiste à mélanger et à agiter les effluents d'eaux usées brutes avec ces boues activées liquides, bactériologiquement très actives, et cela, avec une proportion de 15 % de boues actives. IL faut remarquer que ces boues conservent leur métabolisme intense grâce une aération artificielle suffisante, favorisant un contact intime avec toutes les parties de l'effluent pendant un temps déterminé. Ce contact intime de 30 à 40 min est une phase très importante pour l'efficacité du procédé ; simultanément, il se produit l'élimination des matières organiques en suspension par les floculations et l'absorption des matières organiques colloïdales en solution.

La quantité de boues activées permettant d'assurer la dénitrification efficace des eaux brutes représente un pourcentage de 30 à 45 % de la biomasse totale [SATIN M et SELMI B. ; 99].

La qualité des polluants servant de nourriture aux micro-organismes joue un rôle important, car si l'on constate une faible concentration d'azote et de phosphore, les boues ont tendance à foisonner ; ce symptôme de gonflement est la conséquence d'une certaine maladie des boues que l'on appelle « bulking » ou foisonnement indiquant la présence de boues filamenteuses.

I.1.2. Composantes d'une unité biologique

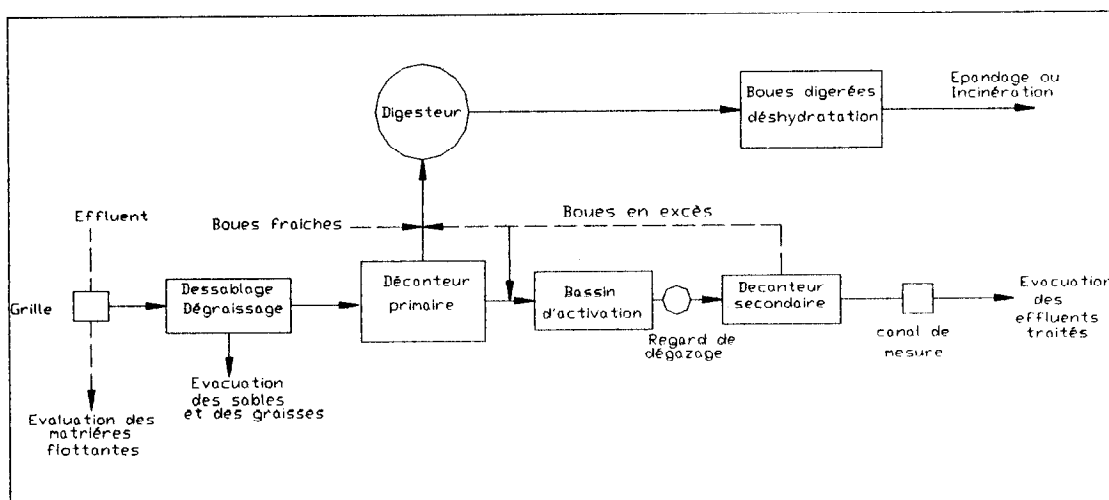


Figure 4 : Schéma d'une station de traitement par boues activées à moyenne charge

Source [SATIN M. et SELMI B., 99].

L'installation d'une station d'épuration par boues activées comprend successivement :

- en amont, les traitements préliminaires et primaires ;
- le bassin d'activation (ou bassin d'aération) ;
- le décanteur secondaire, avec reprise d'une partie des boues (15 %) ;
- l'évacuation des eaux traitées ;
- le digesteur de boues en excès provenant des décanteurs primaires et secondaires.

1.2. Les lits bactériens

1.2.1. Principe de fonctionnement

Le principe de fonctionnement d'un lit bactérien, quelques fois appelé « filtre bactérien » ou « filtre percolateur », consiste à faire ruisseler les eaux usées préalablement décantées, sur une masse de matériaux poreux ou caverneux qui sert de support aux micro-organismes (bactéries) épurateurs. C'est la raison pour laquelle les lits bactériens sont également appelés « réacteurs à biomasse fixée », la biomasse étant la quantité de matière vivante dans un écosystème aquatique par unité de surface ou de volume.

Une aération est pratiquée, le plus souvent par tirage naturel et quelque fois par ventilation forcée. Cette aération a pour but d'apporter l'oxygène nécessaire au maintien des bactéries aérobies en bon état de fonctionnement. Les matières polluantes contenues dans l'eau et l'oxygène de l'air diffusent à travers le film biologique jusqu'aux micro-organismes assimilateurs, tandis que les sous-produits et le gaz carbonique s'éliminent dans les fluides liquides et gazeux.

Le film biologique ou mucilage comporte des bactéries aérobies à la surface et des bactéries anaérobies près du fond. Ce film se détache en lambeaux et les matériaux poreux se trouvent dénudés, l'épaisseur du film se reconstitue après trois semaines, à la température de 25° Ce ; il faut tenir compte de la charge hydraulique qui varie dans la journée .

Un lit bactérien est défini par sa charge hydraulique et par sa charge organique :

- la charge hydraulique est exprimée en mètres cubes par jour et par mètre carré de surface de filtre (1,2 à 40m³/m²/h) ;
- la charge organique exprimée la masse de DBO5 par mètre cube de matériaux filtrants et par jour (0,08 kg DBO5/m³/jour).

Il existe des lits à faible et à forte charge hydraulique.

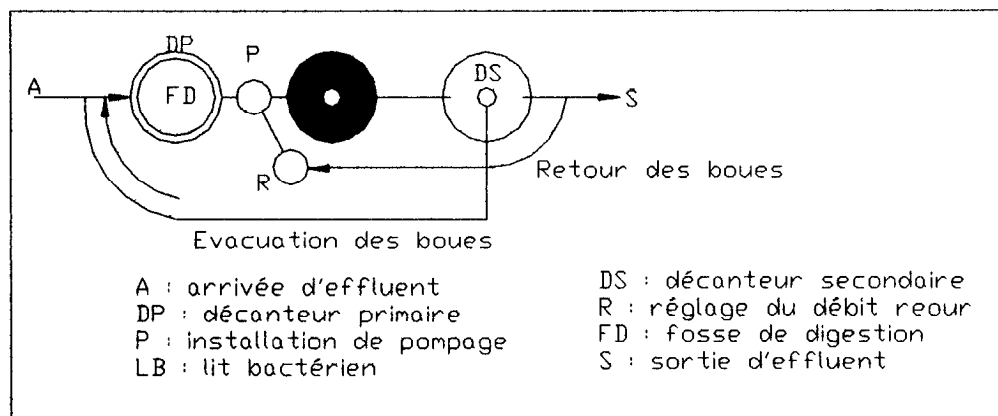
Lits bactériens à faible charge

Les conditions de fonctionnement sont les suivantes :

- Charge hydraulique : 1,2 à 5 m³/m²/jour ;
- Charge volumique : 0.08 à 0.2 kg DBO5/m³/jour.

Ces lits sont constitués par un empiètement de faible épaisseur de 1 à 2 m et alimentés par des faibles débits.

A noter que le système de lit bactérien à faible charge hydraulique est rapidement colmaté, et la



tendance actuelle est de n'utiliser ce type de lit que dans des cas rares.

Figure 5 : : Schéma d'un lit bactérien à forte charge avec circuit n'empruntant pas le décanteur primaire.

Source [SATIN M. et SELMI B., 99].

On préconise plutôt les lits bactériens à forte charge hydraulique où l'on trouve un débit d'arrosage élevé par le moyen de la circulation des eaux. Ainsi le colmatage n'étant pas à craindre, l'autocurage du lit est assuré. Dans ce cas, les boues sont évacuées vers un décanteur secondaire. Le temps de passage sur le filtre varie de 20 à 60 minutes selon la charge appliquée.

Lits à forte charge

Dans les lits à forte charge hydraulique, celle-ci varie de 20 à 40 m³ d'eau usée/m² de filtre/jour ; la charge organique en DBO₅ par mètre cube de matériaux est 1 à 2 kg/jour. La hauteur du filtre est de 2 à 3 m, voire plus. L'épuration biologique artificielle réduit de 90 % la DBO₅. Elle convient au traitement des eaux usées ayant une forte DBO₅ ou de certaines eaux chargées de produits toxiques. Toutefois, les installations nécessitent d'importants ouvrages de génie civil.

Les lits à forte charge ont une faible perte de charge par suite du pompage des eaux de circulation ; cette perte de charge est inférieure à 2 m environ, comparativement aux lits à faible charge dont le circuit hydraulique est gravitaire.

1.3. Les disques biologiques

Parallèlement, il existe d'autres types de lits bactériens appelés disques biologiques tournants. Cette technique, très ancienne, se rencontre dans un certain nombre de stations nécessitant une modernisation.

Ce procédé appartient à la catégorie des systèmes d'épuration où la culture bactérienne aérobie est développée sur un support solide, constitué de disques en matière plastique (polystyrène expansé). Ces disques très légers, de 10 mm d'épaisseur et de 2 à 3 m de diamètre, sont espacés de 1 à 2 cm et montés sur un arbre horizontal, lequel est entré par un moteur. On admet 2 m² de surface de disque par habitant.

Ce procédé est réservé aux petites stations d'épuration jusqu'à une taille de 5 000 éq.-hab.

La masse biologique retenue par les disques représente 120 g de MES par m² ; lorsqu'elle atteint 5 mm d'épaisseur, elle se détache et tombe au fond de la cuvette, puis l'évacuation se fait par le décanteur secondaire, sans recyclage des boues.

Les disques biologiques doivent fonctionner dans des stations couvertes, pour mettre les installations à l'abri des intempéries et des écarts de températures ; l'encombrement des appareils est très réduit : c'est un gain de place appréciable.

Ce procédé est mieux adapté à un système séparatif qu'unitaire, il s'adapte bien aux fortes charges des effluents. Il élimine la DBO₅, la DBO et l'ammoniaque d'une façon satisfaisante. Enfin, il est d'un entretien facile, peu sensible aux variations brutales des charges et nécessite une faible dépense d'énergie. Il faut souligner que les installations à disques sont parfois à l'origine de mauvaises odeurs dues à la répartition défectueuse des eaux sur l'étendue de la surface des disques.

Étant donné que tout système a ses avantages et ses inconvénients, Comme avantages nous pouvons citer :

- L'excellence du rendement épuratoire, car l'élimination des MES se situe entre 80 et 95 %, celle des matières organiques entre 65 et 75 % et, enfin celle des phosphates à 90 %.
- La réduction du temps moyen de réponse d'épuration à une durée ne dépassant pas 1 heure,

- L'exploitation est simple et très souples.

Comme inconvénients, on note :

- Une augmentation de 15 % à 25 % des boues ; ce qui élève les coûts d'exploitation,
- Ils sont coûteux lors de la conception, la réalisation et l'exploitation,
- Un accroissement du volume des boues décantées pouvant nuire au bon fonctionnement des décanteurs lamellaires,
- Ils font appel à l'énergie artificielle (carburant, électricité,...),
- Une élimination insuffisante des matières organiques, en particulier la pollution soluble. [SATIN M et SELMI B. ; 99]

II. Stations d'épuration extensive

Ces stations utilisent les procédés biologiques naturels qui réalisent l'épuration par le sol, où, grâce à l'énergie solaire, les matières organiques polluantes (biomasse du milieu « eau ») sont dégradées.

En pratique, ils se présentent sous trois aspects et peuvent servir de traitement complémentaire des effluents d'une station d'épuration biologique artificielle, afin de parfaire l'élimination des substances indésirables, comme l'azote et le phosphore.

Ils comprennent l'épandage sur le sol, le bassin de lagunage et la filtration par le sol.

II.1. Le lagunage naturel ou bassin de stabilisation

On désigne par bassin de stabilisation toute dépression ou excavation naturelle ou artificielle dans lequel s'écoulent naturellement les eaux usées brutes ou décantées, pour ressortir, sans intervention extérieure d'aucune sorte, dans un état où elles ne risquent pas d'altérer la qualité du milieu récepteur.

Ainsi, les bassins ou étangs de stabilisation peuvent être utilisés pour traiter, à l'état brut ou décanté, les eaux usées domestiques ou les matières organiques des eaux résiduares industrielles. Le processus d'épuration s'appuie sur l'aptitude des bactéries et des micro-algues à consommer la matière organique présente dans les eaux. Les bassins de stabilisation nécessitent beaucoup d'espaces.

II.1.1. Principe

Il s'agit d'un ou de plusieurs bassins en série, dans lesquels les effluents bruts sont soumis aux processus biochimiques naturels de l'auto-épuration ; généralement, ces bassins en série sont au nombre de trois et disposés selon le schéma ci-après :

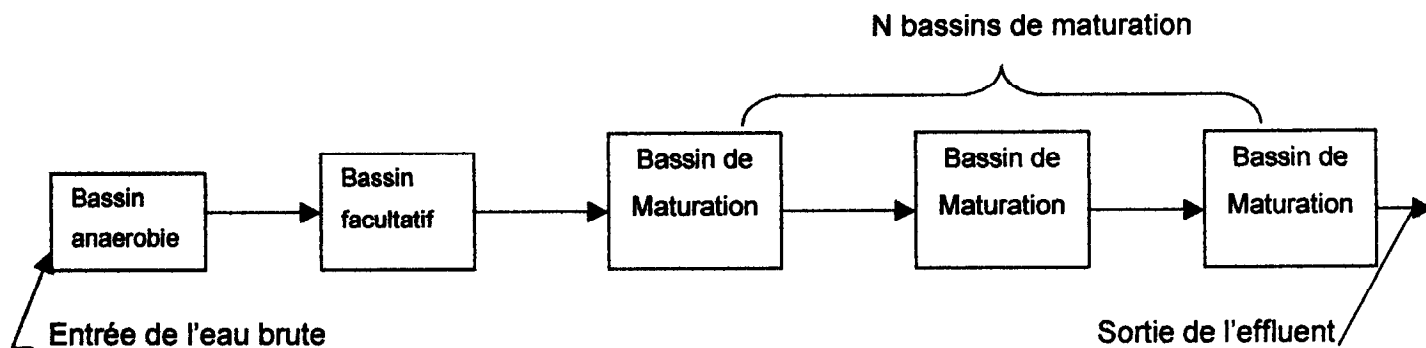


Figure 6 : Schéma de principe d'une station d'épuration par lagunage

Le milieu interne des bassins est évidemment plus ou moins riche en oxygène, et les phénomènes biologiques s'opèrent comme suit :

- Dans la "zone inférieure" du plan d'eau (voir figure ci-dessous) les bactéries anaérobies stabilisent dans la « couche limite » la matière organique en deux phases ;
- Dans la "zone supérieure", la matière organique est dégradée par l'oxygène et les bactéries aérobies (voir figure ci dessous)

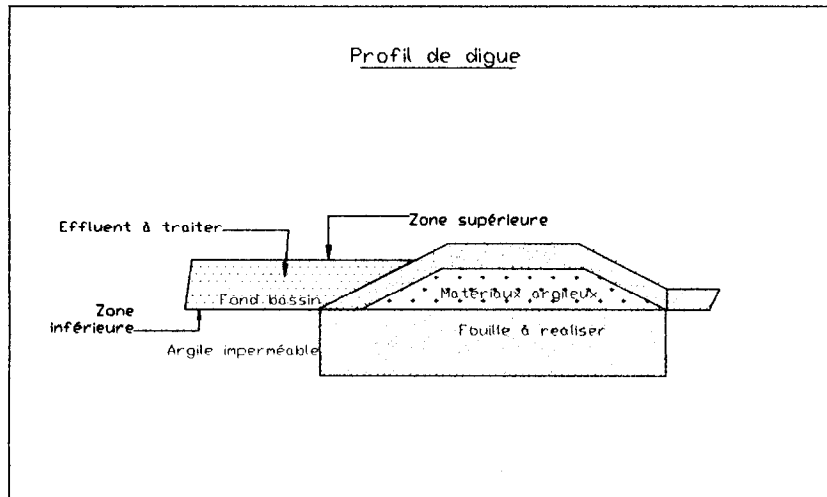


Figure 7 : Localisation des zones supérieures et inférieures d'un bassin

Les bactéries aérobies, très avides d'oxygène, recherchent le supplément d'oxygène nécessaire à leur vie et leur reproduction auprès des algues de surface, lesquelles par photosynthèse produisent de l'oxygène ; cette transformation est d'autant plus intense que le climat est chaud et ensoleillé. Ce qui constitue un atout pour les zones sahéliennes comme Ouagadougou.

Ainsi la destruction des matières organiques dans les bassins de lagunage s'opère grâce à une action conjuguée des bactéries anaérobies et aérobies.

Lorsque les terrains sont disponibles et certaines conditions de climat remplies (climat tempéré et chaud, degré important d'ensoleillement), plusieurs études admettent que l'épuration par voie biologique constitue la solution la plus économique pour le traitement des eaux usées domestiques et celui des eaux résiduaires industrielles qui pour la plupart de type agro-alimentaire dans le contexte africain.

II.1.2. Mode de Fonctionnement

Les effluents sont dirigés dans les bassins étanches de faible profondeur à l'air libre. Sous l'action du soleil, les algues photosynthétique apportent de l'oxygène à la population bactérienne grâce auxquelles, une bonne part de matière organique polluante se transforme en matière minérale, source d'alimentation essentielle du phytoplancton.

Dans des conditions moyennes en zone tempérée, la surface d'un lagunage est de 10 m² à 20 m² par équivalent habitant. Il est recommandé de dimensionner correctement les lagunes sur la base de 20 m²/ Eq - hab ; afin de s'assurer d'une bonne élimination de la matière et de réduire les contraintes d'exploitation. Des études plus récentes font état des ratios de 1 à 3 m²/ Eq.-hab dans certaines villes comme Dakar et proche du contexte socio-économique de Ouagadougou. [Radoux, 00]. (Eq – hab : Equivalent habitants)

II.1.3. Types de lagunes

On distingue trois types de lagunes :

- Les lagunes profondes (3 à 4m) fonctionnant en aérobiose. Ce les bassins anaérobies ;
- Les lagunes de moyenne profondeur (1 à 1.5 m) ou bassins facultatifs ;
- Les lagunes de finition en complément d'un traitement traditionnel et fonctionnant en aérobiose. Ils sont de faible profondeur (moins d'un mètre) et sont appelés bassins de maturation.

L'ensemble de ces bassins comportant au moins les deux derniers types de bassins de bassins font parti du groupe des bassins de stabilisation dans un lagunage naturel.

II.1.3.1. les bassins anaérobies

Toujours placé en tête du système, les bassins anaérobies sont utilisés pour dégrader la matière organique et assurer une bonne décantation. De tous les bassins de stabilisation, les bassins anaérobies sont les plus profonds (entre 2 et 5 m). La matière solide des eaux usées se décante pour former une couche de boue au fond du bassin. Ces bassins reçoivent des charges organiques très importantes (supérieur à 100g de DBO5/m³/j). Ils fonctionnent comme des fosses septiques à ciel ouvert. Les bactéries anaérobies dégradent alors les matières organiques des boues. Il se dégage pendant cette phase du gaz pauvre de digestion. Les produits solubles dans les eaux usées passent aux bassins suivants. La DBO est éliminée entre 40 et 60%. Ils présentent

comme inconvenient, le fait qu'il y ait autour des bassins, des odeurs nauséabondes. Les temps de séjours moyens sont de 1 à 2 jours.

II.1.3.2. Les bassins facultatifs

Le caractère « facultatif » vient de ce qu'il se forme dans le bassin des couches anaérobies au fond des couches aérobies en surface. Les bassins facultatifs sont en général, utilisés pour éliminer la DBO et les germes pathogènes. Ils sont soit primaire soit secondaire selon que dans la série, ils reçoivent directement les eaux brutes ou les effluents provenant du bassin anaérobie. D'une manière générale, dans les bassins facultatifs, la DBO est éliminée entre 60 et 80%.

Dans les bassins de facultatifs il se produit les phénomènes suivants :

- Les matières solides en suspension décantent au fond et forment la couche anaérobie. Ces boues sont digérées par des bactéries anaérobies. Près de 30% de la DBO sont éliminées à cette étape.
- La couche aérobie qui se forme au-dessus de la couche anaérobie, est le siège de prolifération des algues qui par photosynthèses, produisent l'oxygène. Ces algues se nourrissent à partir d'éléments nutritifs issus des produits de l'activité des bactéries. Ces dernières ont besoin à leur tour de l'oxygène produit par les algues pour se développer. Il se passe donc dans les bassins facultatifs une certaine interdépendance, appelée « symbiose »

Il est recommandé de doter les bassins facultatifs d'une profondeur moyenne de 1 à 1,5m. Les profondeurs inférieures à 1m ne sont pas recommandées. Les profondeurs supérieures à 1,5 m favorisent les conditions anaérobies. Il est en outre recommandé de laisser les bassins accessibles au vent. En effet, le vent assure le brassage vertical et horizontal des eaux du bassin et homogénéise ainsi leur épuration. En l'absence du vent, la production d'algues diminue et se stratifie à moins de 20 cm de la surface du plan d'eau. En fonction de l'intensité de la luminosité (rayon solaire) cette bande d'algues varie autour de la profondeur de 50cm. Les temps de séjours requis sont de 5 à 30 jours.

II.1.3.3. les bassins de maturation

Les bassins de maturation améliorent le traitement des effluents issus des bassins facultatifs ou d'un autre bassin de maturation. Ils permettent d'éliminer les germes pathogènes au fur et à mesure que les effluents s'écoulent lentement dans les bassins. Ils ne doivent pas recevoir d'eaux usées brutes. Ils sont essentiellement aérobies sur leur profondeur qui ne dépassent jamais les 1m. Pour cette profondeur, les bassins de maturation sont bien oxygénés et bien brassés. Le nombre de bassin de maturation dépend essentiellement de la qualité de l'effluent à la sortie du système. Les temps de séjour sont de 5 à 7 jours. [WETHE, 02]

II.2. Filtration par le sol

II.2.1. Sans mise en valeur culturale

L'épuration peut s'opérer sur de grandes surfaces de terrains sableux de granulométrie fine (0,2 à 0,5 mm de diamètre) et sur des surfaces où il n'y a pas d'activité agricole; en admettant comme base un effluent correspondant à celui d'une population de 2 000 habitants par hectare de terrain. [SATIN M et SELMI B. ; 99]

II.2.2. Bassins sur des dunes

L'infiltration naturelle d'eaux usées domestiques biologiquement peut d'opérer dans plusieurs bassins, sur des dunes ou par irrigation. Les sols dunaires sont formés de sables grossiers avec des éléments compris entre 0.2 et 1 mm, et moins de 5% d'éléments fins (limons, argiles); ils constituent un milieu perméable où l'on maîtrise les risques de colmatage.

Toutefois, il est recommandé de réaliser préalablement des études hydrogéologies du site de traitement complétées par des traçages chimiques ou autre afin d'évaluer correctement la perméabilité du sol, le temps de transit des effluents ainsi le risque de contamination bactériologique des nappes ou du littoral (sites en zones côtières).

D'excellents résultats d'élimination sont obtenus par ce système :

- DBO5 = 90 % ; DCO = 95 à 98 % et MES = 100 % ;
- Disparition totale des germes pathogènes ;
- Abattement : 43 % de l'azote et 100 % des phosphates ;
- odeur très faibles pour le voisinage. [SATIN M et SELMI B. ; 99]

II.3. Analyse comparative des procédés les plus utilisés

De tout ce qui précède, nous remarquons que la diversité des systèmes d'épuration des eaux usées pose un problème à tout planificateur de projets d'assainissement dans un établissement humain donné. Que l'on soit en système extensif ou intensif, les avantages et les inconvénients ont été identifiés par les exploitants et concepteurs des ouvrages existant dans le monde en général et en Afrique sub-saharienne en particulier.

Tableau 3 : synthèse des atouts et contraintes offerts par les systèmes les plus présents en Afrique subsaharienne.

Système	Avantages	Inconvénients
Lagunage	<ul style="list-style-type: none">* Procédé fiable et rustique* Procédé économiques (investissement, exploitation) ;* Procédé approprié aux pays en voie de développement ;* Personnel non qualifié pour l'entretien des installation ;* Rendement d'épuration de la	<ul style="list-style-type: none">* Durée de séjour de l'effluent dans les bassins est longue et est fonction de la température, climat et la luminosité (quelques semaines) ;* Nécessite beaucoup d'espace ;* désherbage obligatoire d'algues* curage obligatoire des boues au fond des bassins (10 cm par an) ;

	<p>DBO5 variant entre 80 et 90 % ;</p> <ul style="list-style-type: none"> * Taux d'élimination de l'azote de l'ordre de 25 à 30 % de l'azote initialement présents dans les effluents bruts ; 	<ul style="list-style-type: none"> * surcoût généré par la nécessité d'imperméabiliser le terrain * prolifération des moustiques * Attaque par les rongeurs ; * Risques d'odeurs principalement pour les bassins anaérobies. * Ces inconvénients sont faciles à supprimés par un entretien régulier et vigoureux.
Lits bactériens	<ul style="list-style-type: none"> * Procédé fiable * Facilité d'exploitation par rapport aux boues activées ; * Faible consommation d'énergie * Autocurage du lit par recyclage des effluents * Permet l'élimination des sucres rapidement assimilables (procédé recommandé pour les industries agroalimentaires) ; 	<ul style="list-style-type: none"> * Faible élimination de l'azote et du phosphore ; * Forte sensibilité du traitement à la température, * Coûts d'investissement relativement élevé ; * Risque de colmatage des lits.
Boues activées	<ul style="list-style-type: none"> * permet de retenir près de 55 à 95 % des charges virus présentent dans les eaux résiduaires urbaines * temps de séjour de l'effluent relativement court. * Rendement d'épuration de la DBO5 de l'ordre de 85 à 95 % pour une eau résiduaires urbaines moyennement polluées (150<DBO5<350mg/l) 	<ul style="list-style-type: none"> * Impossibilité résultant de l'incompatibilité de la vie des micro-organismes avec la nature et la qualité de l'effluent ; * Exige une surveillance très sévère, un personnel spécialisé dans la conduite des installations ;

II.4. Critères de choix des systèmes

1) **Critère économique** : le système choisi doit être moins coûteux aussi bien lors des études (choix facile des technologies, temps d'étude faible), lors de la réalisation (peu de sophistication, peu de personnel, peu de mécanisation, peu d'équipements importés) et lors de l'exploitation (disponibilité des pièces de rechange, peu de personnel spécialisé, peu d'énergie)

2) **Critère d'appropriation locale** : le système à mettre en place doit correspondre au niveau technique du personnel en charge de la réalisation et de gestionnaires de l'ouvrage (notamment la mairie à qui incombe l'assainissement urbain. et la qualité des eaux.

3) L'adaptabilité du système à la qualité des eaux usées à traiter ainsi qu'à des variations saisonnières. Le système devra aussi être robuste et supporter les variations de charges et des conditions climatiques.

4) L'efficacité du traitement des eaux usées en respect des normes en vigueur.

5) L'occupation de l'espace en milieu urbain : en Afrique en général et à Ouagadougou, la disponibilité d'espaces pose de plus en plus de problèmes avec la forte pression sur les terres notamment en zone péri – urbaine des villes.

6) La limitation de nuisances pour les populations riveraines : notamment les odeurs, les moustiques, les bruits.

7) La rusticité qui veut qu'en cas de panne mécanique ou électrique, le système continue de fonctionner en respect des normes de rejet.

8) La possibilité de traiter des grandes quantités d'eaux usées sans que les coûts d'exploitation du système ne soit très élevé.

Sur la base de ces critères, nous allons confronter chacun des systèmes présentés ci dessus. Devant chaque critère nous avons associé la notation suivante :

Tableau 4 Tableau des notations

Symbole	Association	Notation
+++	Très bien	3 points
++	Bien	2 points
+	Moyen	1 point
-	Faible	0 point

Tableau 5 : Synthèse de l'évaluation des systèmes sur la base de nos critères

N° critère	Boue active	Lit bactérien	Lagunage naturel	Lagunage	Epandage
1	-	++	+++	+	++
2	+	++	+++	++	++
3	+++	++	+++	+++	+
4	++	+	++	++	+
5	+++	+++	+	++	+
6	+ -	++	+	-	++
7	-	+	++	-	+
8	+++	+	++	+++	-
9 ?					
Total	13 pts	14 pts	17 pts	13 pts	10 pts

Dans le contexte de cette étude, le lagunage naturel sera le système final à implanter dans les secteurs 15 et 16 de Ouagadougou puisqu'il regroupe le plus grand nombre de points dans l'évaluation multicritère. Aussi, ce système pourra bien être utilisé dans notre cas car les valeurs de DBO5 de tous les échantillons prélevés et analysés varient entre 500 et 800 mg de O2/litre et les rapports DCO/DBO5 tournant autour 2 et 2,5. Ces valeurs rentrent dans la norme recommandée au Burkina Faso concernant les eaux usées des réseaux d'égouts.

**CONTEXTE SPECIFIQUE
ET
METHODOLOGIE GENERALE**

Chapitre 4 : LA ZONE D'ETUDE : Les secteurs 15 et 16 de Ouagadougou

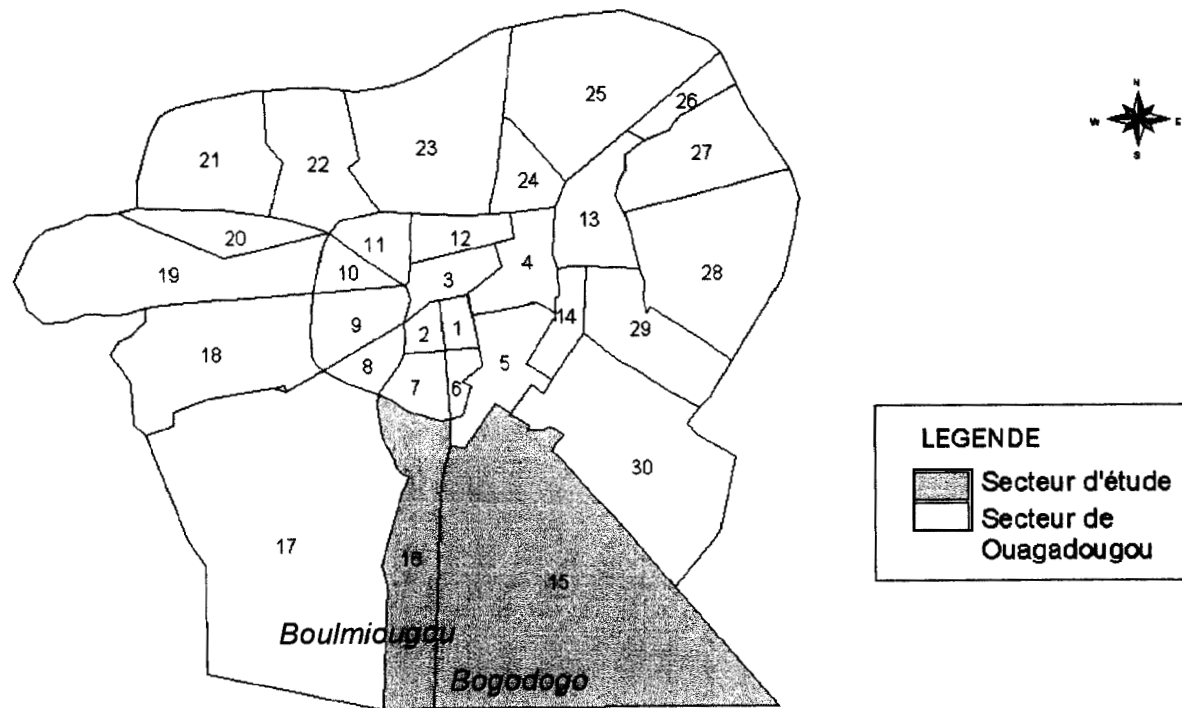
Ouagadougou compte une trentaine de secteur répartis dans les quatre arrondissements communaux de la ville. Les secteurs 15 et 16 en font partie et constituent la zone ciblée par la présente étude. Avant toute analyse thématique nous avons jugé utile de permettre une connaissance, fût-elle sommaire de ces secteurs.

I. Localisation géographique, données naturelles et physiques

Les secteurs 15 et 16 sont localisés au Sud de la ville de Ouagadougou. Ils appartiennent à deux communes d'arrondissements distincts : le secteur 15 fait partir de l'arrondissement de Bogodogo et se situe du côté Sud-Ouest de la commune, tandis que le secteur 16 dépend de l'arrondissement de Boulmiougou et se localise du côté Sud-Est de cette circonscription communale. Les deux secteurs sont séparés par la grande voie desservant la zone dite de « Ouaga 2000 ».

Carte 3: Localisation des secteurs 15 et 16 dans la ville de Ouagadougou

SITUATION DES SECTEURS D'ETUDE DANS OUAGADOUGOU



0 4 Kilometers

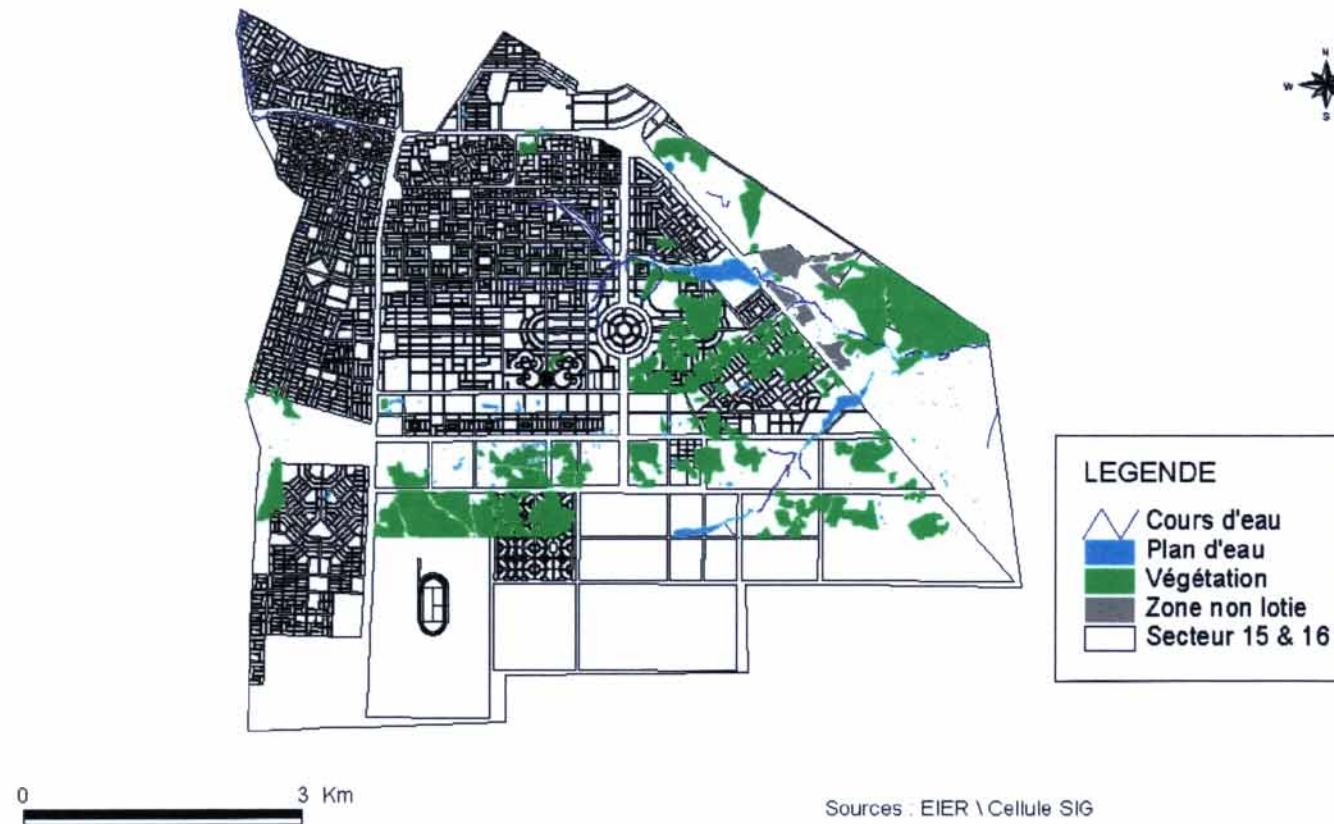
Sources : EIER / Cellule SIG

En tant que partie intégrante de la ville de Ouagadougou, les données naturelles caractéristiques des secteurs 15 et 16, précédemment évoquées pour cette ville, sont à quelque variante près les mêmes :

- une formation géologique de type précambriennes (Antebirrimiennes) formées de migmatites et de granites indifférenciés, surmontées d'une épaisseur d'altération variant de 10 à 50m par endroit ;
- une altitude moyenne de 300m avec un relief relativement plat dans l'ensemble ;
- un climat de type tropical soudano - sahélien, avec une saison sèche d'octobre à avril, et une saison pluvieuse de mai à septembre.
- Des précipitations moyennes de 800 et 900 mm en année normale avec une moyenne annuelle de 570mm environ ;
- Une température caractéristique du climat sahélien, chaude entre mars et mai et relativement froide entre novembre et janvier ;
- une température diurne moyenne qui dépasse 38°C, et des températures minimales moyennes de 17°C entre décembre et janvier ;
- une présence de deux retenues d'eau significatives et artificielles, notamment dans le secteur 15 alimentées régulièrement en saison pluvieuse ; ce sont généralement des retenues temporaires qui s'assèchent quelques temps après les épisodes pluvieuses ; lorsque l'on sillonne ces secteurs il est facile de localiser des marres et de marigots peu importantes notamment dans la partie sud du secteur 15 ;
- un réseau hydrographique très peu fourni constitué essentiellement de deux fonds de talwegs qui alimentent en temps de pluie le cours d'eau Massili.

Carte 4: Carte hydrographique, Espace libres et Réseau de voirie dans les secteurs 15 et 16 et leurs environs

CARTE DES SECTEURS 15 ET 16 DE OUAGADOUGOU

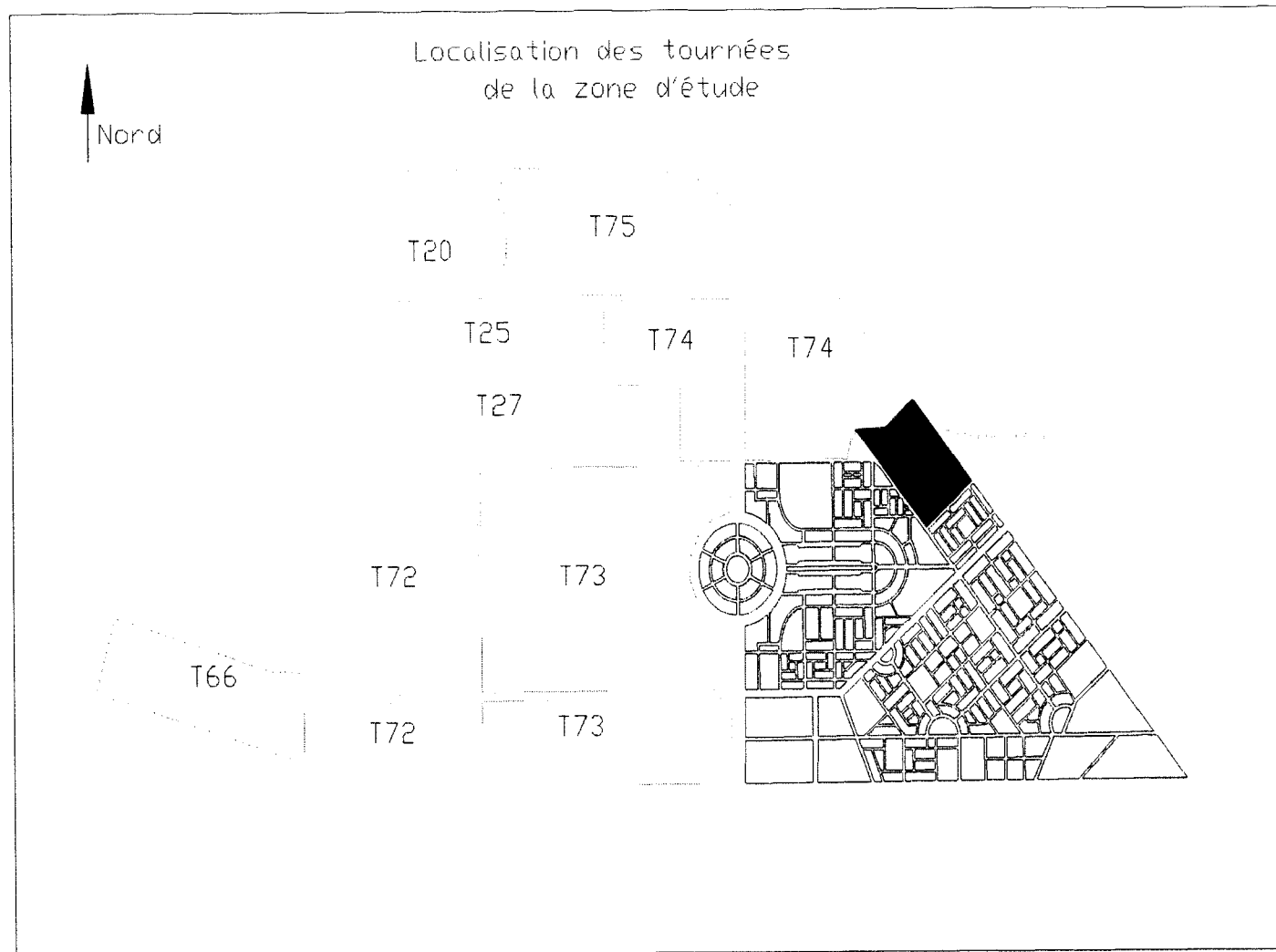


II. Aspect organisation spatiale et urbanistique

Un aperçu de la photographie aérienne fait entrevoir une très bonne densité de voirie dans la zone d'étude. Toutes les catégories de voirie, du primaire au tertiaire (communément appelé six mètres), que l'on peut rencontrer dans la ville de Ouagadougou y sont représentées. Cela se confirme sur le terrain. Toutefois, lors de la première visite de reconnaissance, nous avons relevé l'état de la voirie qui montre que toutes les routes bitumées sont en très bon état de fonctionnement. Par contre, les routes en terre, spécialement denses dans le quartier de la Patte d'Oie sont en très mauvais état de fonction avec l'absence de caniveau de drainage des eaux de pluies qui sont à l'origine de la stagnation d'eau polluées et le ravinement de la chaussée.

Les secteurs 15 et 16 comptent quatre quartiers répartis dont deux pour le secteur 15 (Patte d'Oie et Ouaga 2000) et deux pour le secteur 16 (Cité AZIMO et Cissin). Compte tenu des préoccupations et des priorités du maître de l'ouvrage (ONEA), le quartier Cissin ne fera pas parti de la présente étude. Nous l'avons donc exclu pour la suite.

La zone d'étude s'étend sur une superficie totale de 1.011,21ha et comporte près de 14.122 parcelles d'habitation, soit une densité moyenne de 14 parcelles/ha.



16

Carte 5: Localisation des tournées de la zone d'étude

En conformité au découpage de la zone en Tournée de l'ONEA⁵ (cf. carte 5), cette zone comporte huit tournée dont les superficies et les nombres de parcelles respectives sont représentées dans la figure ci-dessous.

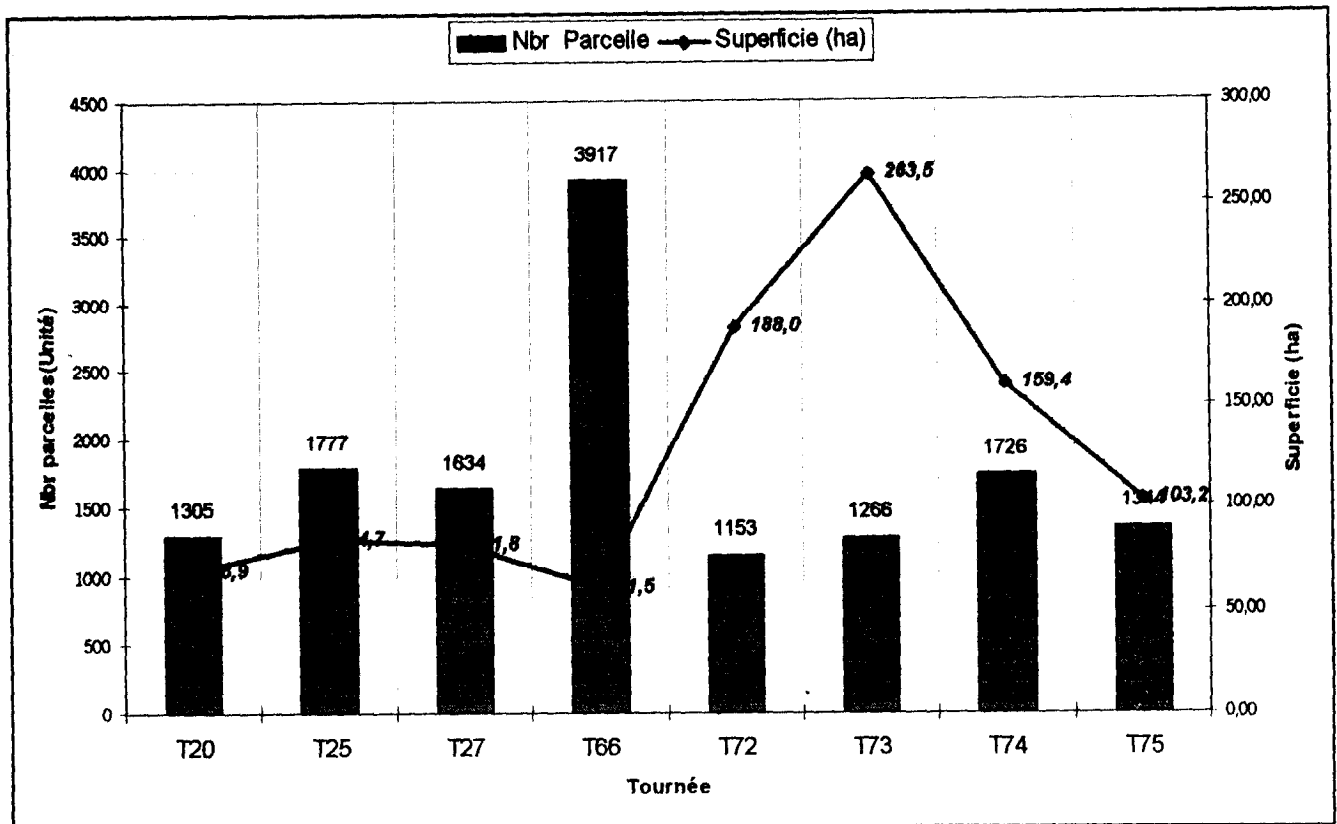


Figure 8 : Répartition des parcelles et des superficies occupées par tournée ONEA dans la zone d'étude

La répartition des tournées de l'ONEA par quartier et par secteur se représente comme suit :

⁵ Une tournée, au sens de l'ONEA, est une zone homogène comportant des abonnés du réseau d'alimentation en eau et délimité selon les caractéristiques du réseau et du nombre d'abonnées

Tableau 6 : Répartition des tournées – ONEA en fonction des quartiers dans la zone d'étude

Secteur	Quartier	Superficie quartier (ha)	Pourcentage surface (%)	Tournée – ONEA	Superficie Tournée (ha)	Densité moyenne Parcelle/ha	Surface moyenne Parcelle
Secteur 15	Patte d'Oie	338,75	33,5%	20	68,93	19	528,2
				25	84,74	21	476,9
				27	81,84	20	500,9
				75	103,24	13	768,2
	Ouaga 2000	610,97	60,4%	72	188,02	6	1630,7
				73	263,52	5	2081,5
				74	159,43	11	923,7
Secteur 16	Cité AZIMO	61,49	6,1%	66 (Nord)	61,49	18	544,0
	Cissin	N'est pas concerné	/	66 (Sud)	/	/	/
Total/ moyenne Zone d'étude		1011,21	100%	/	1011,2	14	716,1

(Source : Collecte de données terrain)

Du tableau, il ressort que le secteur 15 occupe environ 94% de la superficie totale de la zone couverte par cette étude (dont 33,5% pour le quartier Patte d'Oie et 61,4% pour Ouaga 2000), contre 6% pour le secteur 16, réduit uniquement à la Cité AZIMO situé au sud de ce secteur.

La présentation du nombre total des parcelles d'habitation issues des lotissements opérés dans la zone d'étude, ainsi que les superficies respectives de chaque tournée, montre une inégale répartition des parcelles dans les secteurs étudiés. L'occupation des sols par les parcelles d'habitation se répartie ainsi qu'il suit :

- le quartier Ouaga 2000, zone d'habitation de très haut standing abritant les représentations diplomatiques et les installations de la Présidence du Faso, comporte trois tournées de l'ONEA. La densité d'occupation du sol par les parcelles d'habitation est la plus faible (en moyenne entre 5 et 11 parcelles/ha selon les tournées. Ce quartier ne comporte que 29% du nombre total de parcelles réparties dans 610,91ha. Ainsi, les dimensions moyennes des parcelles varient entre 900 et 2500m² chacune.
- le quartier de la Patte d'Oie est beaucoup plus cosmopolite avec une diversité de la typologie de l'habitat allant du bas standing au haut standing. Les chapitres présentant les résultats d'enquêtes auprès des ménages développent mieux cet aspect. Ce quartier regroupe près de

44% de l'ensemble des parcelles de la zone d'étude ; ces parcelles sont étalées sur près 339ha, donnant une densité moyenne variant entre 13 et 21 selon les tournées de l'ONEA. Les parcelles ont des superficies moyennes situées entre 450 et 550m² ;

- le quartier de la Cité AZIMO est le moins étendu de la zone couverte par cette étude, puis qu'il ne représente que 6% de la superficie totale concernée. Ce quartier représente près de 10% (1131 parcelles pour les résidences AZIMO et 3917 pour le secteur 16) des parcelles de l'ensemble de la zone. Les parcelles d'habitations de ce quartiers ont des superficie moyenne de 544m².

Les paramètres tels que le nombre de maisons ou de ménages rapportés au nombre de concessions sont des ratios importants permettant d'apprécier le taux de cohabitations ou d'occupation de la parcelle dans une zone donnée. Pour toute étude d'assainissement des eaux usées domestiques, ces paramètres sont pertinents en ce qu'ils permettent de mieux dimensionner les systèmes mais également de répartir les coûts d'exploitations et de réalisations de ces derniers. Dans les secteurs 15 et 16 concernés par cette étude ces paramètres ont été établis et se résument dans la figure ci-dessous.

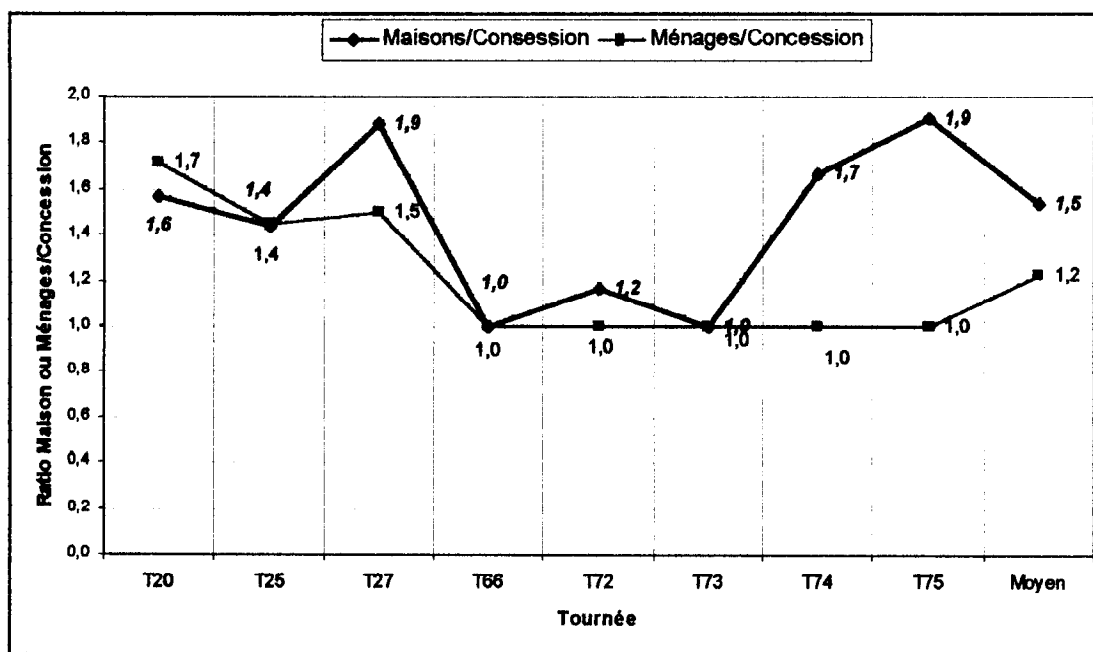


Tableau 7 : Répartition selon les tournées de l'ONEA du nombre de maisons rapportées au nombre de parcelle ; (Source : Collecte de données terrain)

Il découle de nos observations que pour la zone couverte par notre étude, une concession (ou parcelle) est occupée en moyenne de 1,6 maisons et le taux de cohabitation global des ménages est 1,3 ménages/parcelle. De la figure ci-dessus, il ressort que les quartiers faisant partir des secteurs 15 et 16 de Ouagadougou ont des spécificités quant à la densité de maison ou la cohabitations de plusieurs ménages dans une même concession.

- ❖ la Cité AZIMO (Tournée 66 – sud) du secteur 16 possède des parcelles moins denses : une parcelle est en effet occupée par une et une seule maison. En outre les ménages y sont « unitaires » puis que le taux de cohabitations des ménages est de 1 ;
- ❖ la zone de Ouaga 2000 a un taux d'occupation de la parcelle en maison proche de la moyenne (entre 1 et 1,7 maisons/parcelle selon les tournées) ; cependant les ménages y sont également de type « unitaire » comme dans la cité AZIMO ;
- ❖ le quartier de la Patte d'Oie est caractéristique des quartiers de moyens standing et de bas standing de Ouagadougou avec un taux d'occupation des maisons relativement plus élevé, de l'ordre de 1,4 à 2 maisons/parcelle ; ce quartier présente également un taux de cohabitation des ménages élevé, variant de 1,1 à 1,7 ménages/parcelles.

De ce qui précède, nous pouvons déduire à première approximation et dans le tableau ci-dessous, le nombre moyen de maison et de parcelle dans l'ensemble de la zone couverte par la présente étude.

Tableau 8 : Répartition par tournée, du nombre de maisons et de ménages.

Tournée	Total maisons	Total ménages	Densité des maisons par ha	Densité des ménages par ha
T20	2 049	2 237	29,7	32,5
T25	2 559	2 567	30,2	30,3
T27	3 072	2 451	37,5	29,9
T66	3 917	3 917	63,7	63,7
T72	1 349	1 153	7,2	6,1
T73	1 266	1 266	4,8	4,8
T74	2 882	1 726	18,1	10,8
T75	2 554	1 344	24,7	13,0
Moyen	21 748	17 343	21,5	17,2

(Source : Collecte de données terrain)

Dans les secteurs 15 et 16, concernés par cette étude, il y aurait environ 21 750 maisons d'habitations ou appartements occupés par près de 17 345 ménages. Les densités des maisons et de ménages par unité de surface sont respectivement de 21,5 maisons/ha et 17,2 ménages/ha dans l'ensemble de la zone ciblée de l'étude mais sont variables selon les tournées de l'ONEA comme l'indique le tableau précédant.

- ces paramètres sont faibles, comparés à la moyenne générale, dans la zone de Ouaga 2000 (Tournées 72-73-74) avec respectivement de 5 à 18 maisons/ha et de 5 à 11 ménages/ha ;

- le quartier de la Patte d'Oie (Tournée 20-25-27 et 75) vient en seconde position avec des densités spécifiques proches de la moyenne : de 25 à 38 maisons/ha et de 13 à 33 ménages/ha selon les tournées ;
- le secteur 16 représenté par la Cité AZIMO (Tournée 66 – Nord) est plus densément occupé en maison (64 maison/ha) et en ménages avec le même ratio. Il est typique des cités du même type dans la ville de Ouagadougou.

Les différents paramètres développés dans ce paragraphe serviront ultérieurement d'éléments d'évaluation des rejets d'eau usées dans les différentes tournées pour le dimensionnement des réseaux de collecte et d'évacuation des eaux usées vers les stations envisagées.

III. Volet approvisionnement en eau potable et assainissement

Ce volet est appréhendé à partir des fichiers des abonnements et de la consommation de l'eau potable en réseau disponible à l'ONEA. Ces fichiers concernent la période allant de 1999 à 2003 (mois de février).

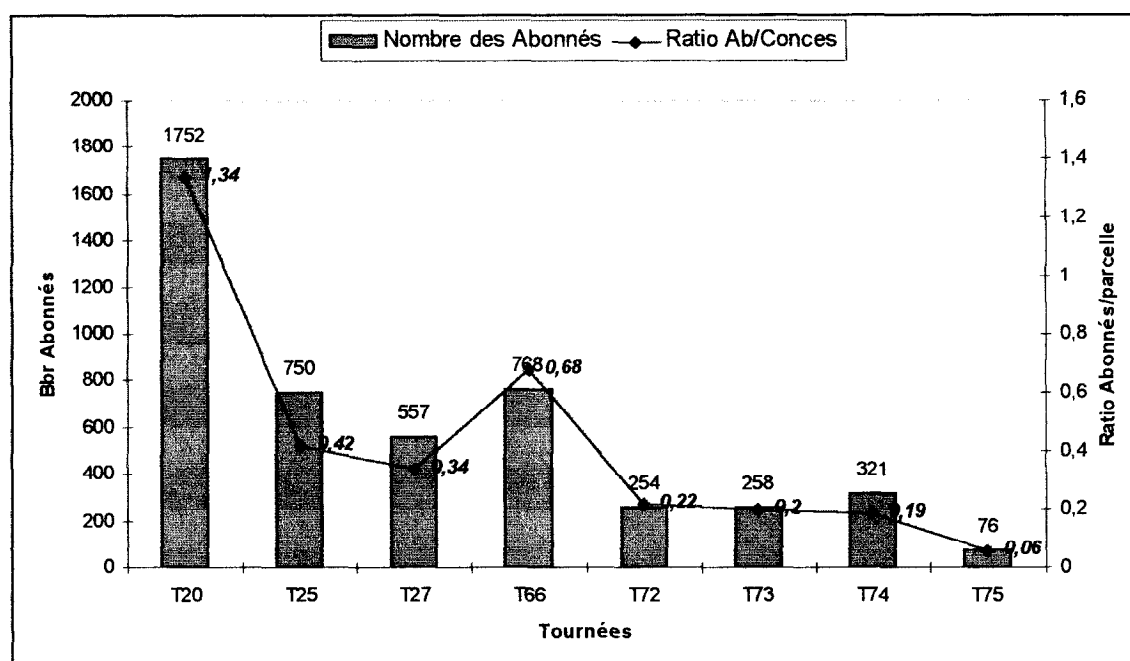


Figure 9 : Répartition du nombre des abonnés de l'ONEA en fonction des tournées dans la zone d'étude

Dans l'ensemble de la zone, il y avait 4.736 abonnés directement branchés au réseau de l'ONEA en février 2003. Ce qui laisse estimer à environ 0,42, le taux d'abonnés par parcelles loties dans les secteurs 15 et 16 (quartier Cissin exclu). Les variations de ces abonnés et du ratio d'abonnement par parcelle sont marquées par la figure ci-dessus à partir de laquelle nous retiendrons que :

- ❖ la tournée 20 de l'ONEA comporte le plus important taux d'abonnement dans une parcelle (1,34 abonnés/parcelle) ; ce qui se justifie par les taux d'occupation des maisons et des ménages relativement élevés dans ce quartier ;

- ❖ toutes les autres tournées n'ont pas encore atteint le degré de saturation en terme d'abonnement aux réseaux de l'ONEA. Cette situation beaucoup plus marquée dans la zone de Ouaga 2000, sous occupée puisque plusieurs parcelles sont encore vierges et beaucoup sont en construction. Dans la cité AZIMO, le taux d'abonnement dépasse les deux tiers des parcelles et atteindrait la saturation quand toutes les maisons auraient été achetées par des tiers.

La figure ci-dessous présente l'évolution de la consommation annuelle et mensuelle dans l'ensemble des tournées de l'ONEA présentes dans la zone ciblée par cette étude. Les données de 2003 ne sont pas complètes, puis qu'elles ne concernent que les mois de janvier et de février.

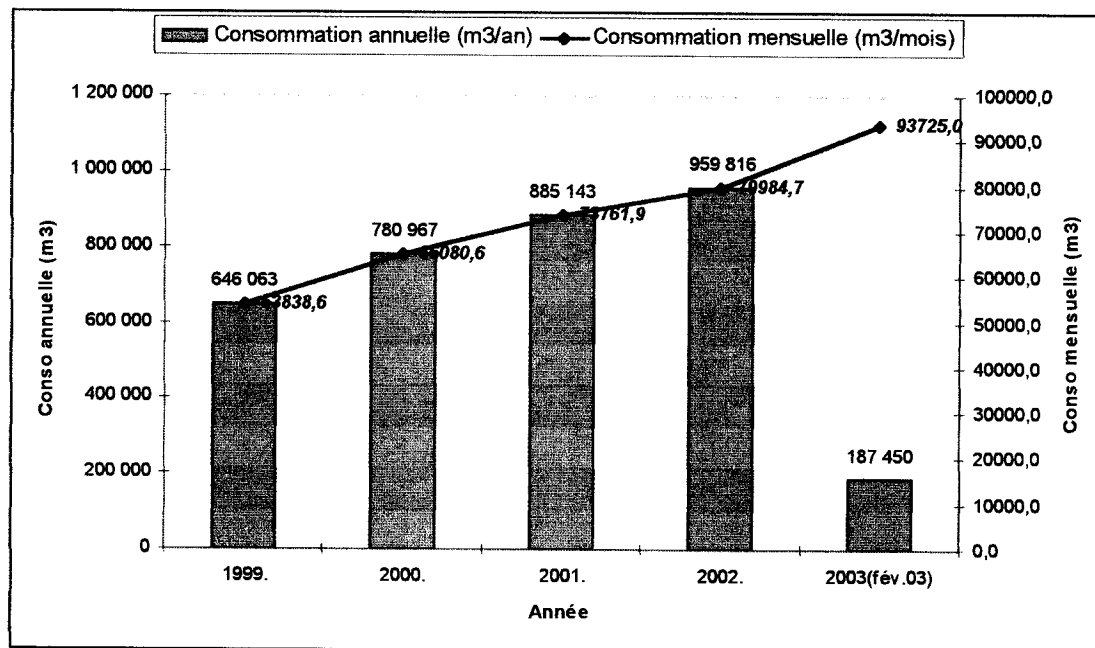


Figure 10 : Évolution de la consommation totale dans les secteurs 15 et 16

(Source : Nos investigations)

L'intérêt de cette figure est de montrer une croissance annuelle de la consommation de l'eau potable en réseau dans la zone d'étude. C'est en moyenne de 49% entre 1999 et 2003 (mois de février), mais varie entre 8 et 17% par an pendant cette période d'observation.

Tableau 9 : Évolution des consommations moyennes mensuelle par abonné (en m3/abonné)

Année	T20	T25	T27	T75	T74	T73	T72	T66
1999	18,11	15,03	13,88	/	13,36	118,19	/	12,68
2000	18,59	15,57	14,82	17,21	19,94	58,58	26,30	13,69
2001	19,07	15,83	14,53	17,95	16,08	47,51	12,96	13,59
2002	17,71	15,12	13,98	17,09	14,35	39,64	14,76	13,92
2003	16,34	13,64	13,03	13,43	14,14	32,51	26,09	18,18

Moyenne	17,97	15,04	14,05	16,42	15,57	59,29	20,03	14,41
----------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

(Source : Collecte de données terrain)

Cette table montre une variation inter-annuelle de la consommation mensuelle d'eau potable en réseau des abonnés de l'ONEA dans les secteurs étudiés. En les regroupant par type de tissu d'habitat, on peut retenir que :

- les ménages de Ouaga 2000 sont les plus gros consommateurs d'eau en réseau avec une moyenne sur la période d'observation de près de 32,5 m³/abonné/mois. Selon les tournées il ya des variations allant de 15,6 à 59,3 m³/mois/abonné ;
- les ménages de la Patte d'Oie viennent en second position avec une moyenne mensuelle de 15,8m³/mois/abonné, variant de 14 à 18m³/mois/abonné ;
- les ménages de la cité AZIMO consomment moins d'eau dans la zone d'étude, avec une moyenne de 14,4m³/mois/abonné.

Tableau 10 : Évolution des consommations moyennes mensuelle par tournée

Année	T20	T25	T27	T75	T74	T73	T72	T66	Total zone
1999	27125,8	8264,8	5236,8	191,3	198,7	2316,7	166,6	1616,6	47116,1
2000	28095,3	9176,4	6257,5	441,9	1146,2	4448,6	1483,3	3990,2	57039,3
2001	28746,9	9662,8	6643,2	786,4	2178,8	5783,8	2206,2	6666,9	64675,9
2002	28059,5	9915,2	7152,9	1159,6	3427,0	7085,6	2450,8	9093,7	70346,2
2003	29586,5	11211,5	8230,5	1986,5	5411,0	9355,5	7556,0	14871,5	90212,0
Moyenne	28322,8	9646,1	6704,2	913,1	2472,3	5798,0	2772,6	7247,8	63876,9

(Source : Nos investigations)

Sur les 4 années et 2 mois d'observation, la consommation totale d'eau potable en réseau est passée de 47.116,1 à 90 212 m³/mois dans les secteurs concernés par cette étude (Tournées 20-25-27-75-74-73-72-66).

Si nous appliquons le taux de rejet de 80% préconisé dans les études précédentes dans les quartiers similaires, on peut admettre à 51.102 m³/mois (soit 1.703 m³/jour), la quantité d'eau usées potentiellement rejetés par les abonnés de l'ONEA dans les quartiers appartenant aux secteurs 15 et 16. Ce volet sera développé dans les chapitres à venir.

La visite de reconnaissance du site a permis de relever des pratiques de rejet d'eaux ménagères (de lessive, vaisselle, nettoyage de la maison, lavage de véhicules, etc.) dans les caniveaux ou sur la chaussée, principalement dans les rues (6m) de la Patte d'Oie. Cet aspect fera également l'objet des chapitres à venir.

IV. Conclusion partielle

A l'issue de ce chapitre nous retiendrons que les secteurs 15 et 16 de notre étude appartiennent à une zone favorable à l'implantation des réseaux d'égout et des stations d'épuration. Ces secteurs

comportent une bonne trame de voirie, susceptible de représenter le support de tout autre réseau technique dont celui de collecte et de l'évacuation des eaux usées domestiques. En outre, des espaces libres faisant office de retenue artificielle d'eau de pluie existent et peuvent être utilisés pour l'implantation des systèmes d'épuration des eaux usées. La consommation d'eau par ménage est relativement importante pour permettre un écoulement sans dépôts solides en réseaux, des eaux usées dans les canalisations d'égout. La tendance à la hausse rapide du nombre d'abonnés du réseau d'eau potable de l'ONEA laisse entrevoir une saturation rapide de l'ensemble de la zone en branchement à ce système. Ce qui ne va qu'améliorer la production d'eaux usées dont on envisage de traiter. La température de la zone, identique à celle de Ouagadougou est favorable à l'épuration naturelle des eaux usées dans des lagunes.

Chapitre 5 : Méthodologie générale de l'étude

I. Introduction

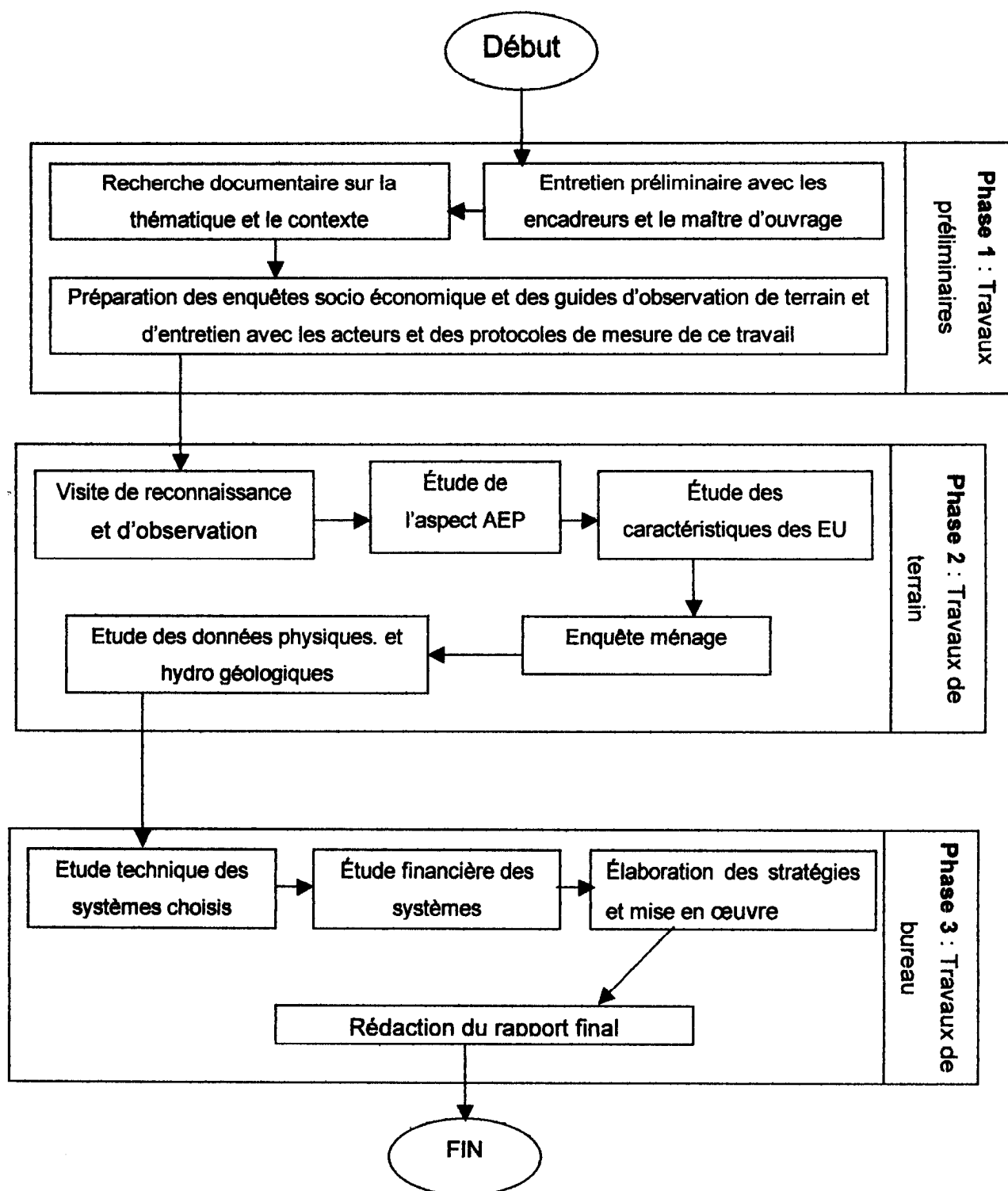
Le PSAO et le SDAA de Ouaga sont claires dans ces prévisions. Les secteurs 15 et 16 qui font partie des quartiers riverains de la zone dite de Ouaga 2000 classées dans les zones prioritaires du programme d'amélioration des conditions de vie des populations de la ville de Ouagadougou. La présente étude vise donc l'objectif d'améliorer le cadre de vie des ménages des secteurs 15 et 16 de la ville de Ouagadougou par la conception et l'études d'avant projet sommaire d'un système de collecte, d'évacuation et de traitement des eaux usées produites dans ces secteurs, étant entendu que la mise en œuvre de ce projet permettra de lutter contre les maladies hydriques en nette croissance dans la ville de Ouagadougou.

Les actions spécifiques qui en découlent sont les suivantes :

- 1- La connaissance générale sur la thématique liée à l'assainissement des E.U dans son contexte.
- 2- L'évaluation des paramètres naturels à prendre en compte dans la conception des systèmes extensifs d'épuration des E.U dans les secteurs 15 et 16 de Ouagadougou.
- 3- Les caractérisations des futurs usagers des systèmes d'assainissement des E.U envisagés dans la zone d'étude. Cette caractérisation devra ressortir les aspects socio-économiques, approvisionnement en eau, assainissement des déchets liquides ménagers et perception populaire compte aux nuisances des eaux usées et à la participation aux nouveaux projets d'assainissement.
- 4- L'évaluation de la consommation totale et spécifique de l'eau potable dans les secteurs de l'étude.
- 5- L'évaluation des paramètres qualitatifs et quantitatifs des eaux usées à traiter dans les secteurs concernés par l'étude
- 6- Le dimensionnement du système choisi pour l'épuration des eaux usées produits dans les secteurs 15 et 16
- 7- L'élaboration de stratégies de mise en œuvre du système d'épuration des eaux usées des secteurs concernées par cette étude

Un tel programme d'activités ambitieux comme il paraît ne peut être mis en œuvre que sur la base d'une méthodologie qui se veut rigoureuse et bien étalée dans le temps imparti à cette étude qui n'a été que de trois mois.

Pour une meilleure lisibilité, nous avons bien voulu présenter à partir de l'organigramme ci dessous les principales phases qui ont ponctué les travaux effectués dans le cadre de cette étude.



II. Méthodologie pour les travaux préliminaires

Cette étape représente le démarrage de l'étude avec l'entretien préliminaire avec l'équipe d'encadrement basée à l'EIER et à l'ONEA. Cette rencontre préparatoire a permis de comprendre le contour des TDR de l'étude et de prendre en compte les préoccupations du maître d'ouvrage qui est la DASS de l'ONEA.

A la suite de ces rencontres, nous avons entamé la recherche documentaire sur la thématique à traiter dans le contexte de Ouagadougou en général et les secteurs 15 et 16 concernés spécifiquement par ce travail. Ces documents sont de trois types, à savoir :

- Les rapports d'études et projets ayant traité du sujet de l'assainissement en Afrique, au Burkina Faso et à Ouagadougou. Ce sont entre autres le PSAO, le SDA – Ouaga, les missions d'études, les thèses et autres documents techniques.
- Les statistiques concernant la démographie, l'AEP, l'assainissement dans la ville de Ouagadougou et dans les secteurs 15 et 16.
- Les données cartographiques sur la ville de Ouagadougou et la zone d'étude : les cartes topographiques, d'urbanisme, les plans de tournées de relevés des abonnés de l'ONEA, etc.

La synthèse de toutes ces données a permis d'avoir une meilleure compréhension de la problématique de l'étude dans les zones d'étude, mais surtout d'amorcer la préparation de la phase de terrain à savoir :

- la préparation de l'enquête auprès des ménages et des guides d'entretien auprès des acteurs impliqués dans le domaine de l'assainissement
- la préparation des guides d'observation de terrain et des protocoles de prélèvement et d'analyse des paramètres techniques utiles pour cette étude

III. Méthodologie générale pour la collecte des données physiques et hydrogéologiques

Cette étape de l'étude a démarré par une visite préalable de reconnaissance du site de l'étude suivi des études topographiques, géotechnique, pédologique et hydrographique.

III.1. Reconnaissance du site

La reconnaissance du site a consisté à prendre contact avec la zone d'étude en la parcourant rue après rue, avenue après avenue, etc. Durant cette visite, nous avons recensé à partir du guide d'observation élaboré à cet effet les différents équipements présents dans la dite zone à savoir les ouvrages d'assainissements d'eaux pluviales, la voirie, les écoles, les marchés, les hôtels ainsi que les mosquées, les églises, les cliniques, les hôpitaux, etc., le sens d'écoulement des eaux de pluies, l'emprise des routes. Pour ce qui est des équipements d'assainissement, nous avons caractérisé les caniveaux d'eau pluviale et l'observation sur leur fonctionnalité.

C'est également au cours de cette visite que nous avons identifié les différentes zones de dépression et autre sites non occupés susceptibles d'être utilisés comme site d'implantation de la station de lagunage et des stations de relevage des eaux usées en cas de besoin dû aux contraintes de relief.

Comme matériel, nous nous sommes doté d'une grille d'observation, d'une motocyclette (type P50), d'un accompagnateur et du nécessaire pour prendre les notes (blocs notes, stylo, critères, etc.).

III.2. Les études topographiques

La réalisation de réseaux d'égouts nécessite de connaître le relief de la zone concernée. Compte tenu de la nature de l'étude, de l'absence des plans topographiques de la zone d'étude, de l'étendue de la zone d'étude, des moyens financiers et matériels mis à notre disposition et des contraintes de sites sensibles comme la zone de Ouaga 2000, les levés topographiques n'ont pas été opérés sur toute la zone d'étude. Nous nous sommes limités au niveau du quartier de la Patte d'oie où nous avons relevé avec l'aide d'un théodolite les cotes des axes principaux susceptibles de recevoir les canalisations de collecte des eaux. Nous avons réalisé un nivellement pour avoir les différentes cotes des points choisis au préalable.

Pour ce qui est des autres parties de la zone d'étude y compris les zones de dépression et espace libre, nous nous sommes contentés des cartes topographiques de l'IGB au 1/50 000 et au 1/100 000 et aussi des photographies aériennes de la ville de Ouaga pour déterminer les pentes des tronçons du réseau d'égouts et les superficies.

III.3. Les études géotechniques et pédologiques

Le choix du type de canalisation et des profondeurs de fouilles (réseau +STEP) requiert que l'on connaisse la nature du sol sur lequel elles reposeront.

Pour les ouvrages qui doivent être exécutés en souterrain, des études géotechniques et pédologiques de la structure des terrains doivent donc être faites pour tout site susceptible de recevoir des ouvrages importants d'assainissement collectifs. Cette étude était prévue le long des chaussées et des points susceptibles d'abriter la STEP et le réseau. Les contraintes d'étendue de la zone d'étude, couplées aux difficultés matérielles pour mener cette partie du travail nous ont amené à exploiter les documents de synthèses des travaux de forages réalisés dans la zone [A.TAHO. Juillet 2002] et [Jean Christophe KI et Christophe LEGER. Avril 1998] et des plans pédologiques [Carte pédologie de reconnaissance de la république de Haute-Volta (centre sud).1968] pour appréhender la nature du sol en place. Ces forages (productifs) qui sont au nombre de cinq (05) dans la zone de Ouaga 2000 et dans l'autre partie, nous n'avons considéré que les forages qui sont proches ou à défaut proches de la zone d'étude. Nous avons recensé près de 7 forages. Ces forages sont suffisamment bien répartis sur l'ensemble de la zone d'étude pour que les analyses puissent permettre d'avoir un aperçu sur les caractéristiques géotechniques et pédologiques de la zone de l'étude. Dans ce rapport de synthèse donnant les résultats des différentes prospections géophysiques réalisées aux points d'implantation des forages retenus au travers des coupes de forage, nous avons pu extraire des informations pertinentes telles que la profondeur et la nature des couches du sol en place.

III.4. Les études hydrographiques

L'objectif de cette étape était essentiellement de relever les différents cours d'eau, pérennes ou intermittents, les zones de dépression, les retenues d'eau (naturels ou artificiels), les bas – fonds marécageux ou inondables par temps de pluie. La localisation de ces types de milieu est nécessaire aussi bien pour l'implantation des canalisations d'égout que pour les STEP (le souci d'éviter autant que possible les zones inondables et / ou exploiter les dépressions pour amener les sites dans les STEP). Ceci a été rendu possible grâce aux cartes hydrographiques de l'ensemble de la ville de Ouagadougou mis à jour à partir de la visite terrain.

III.5. Méthodologie pour l'étude socio-économique et urbaine

La maîtrise des aspects socio-économiques et urbanistiques est une nécessité pour tout projet d'aménagement urbain en général et d'assainissement collectif en particulier. L'intérêt de cette étape de travail réside dans la collecte par ces enquêtes de ces paramètres auprès des ménages.

L'étendue de la zone d'étude, le poids démographique relativement élevé, le temps de travail relativement court nous ont conduit à adopter une approche d'enquête par sondage stratifié. Cette démarche très utilisée pour toute enquête en milieu urbain, consiste à choisir dans la population totale un échantillon représentatif sur laquelle la collecte va s'effectuer étant entendu que les résultats peuvent être extrapoler sur l'ensemble de la population initiale. Le passage de la population initiale à l'échantillon d'enquête (base de sondage) se fait par le biais d'un taux de sondage. Ce taux de sondage est pris égal à 1/ 100 ième.

Ainsi, le nombre de ménages dans la zone selon les prévisions des dernières enquêtes démographiques et les dernières prévisions est de 12.500 ménages des secteurs 15 et 16. L'application du taux de sondage sur cette base donne un échantillon de sondage de 125 ménages à enquêter. Dans le but d'assurer une représentation spatiale et urbanistique (tous les grands découpages selon le type de l'habitat doivent être présents dans l'échantillon).

C'est ainsi que nous avons reparti l'échantillon final dans les sous-zones de l'ONEA (tournées) en fonction du poids démographique de chacune d'elles. Dans chaque tournée, le choix d'un message devrait se faire au hasard. Nous avons opté de ne pas enquêter plus de deux ménages sur le même tronçon de voie, cette précaution a permis d'accroître la couverture spatiale de la zone d'étude. Le tableau ci dessus synthétise l'échantillon final en fonction des tournées.

A l'issue de l'enquête sur cet échantillon, le taux de réponse a été de 91 % puisque seule 114 fiches ont été collectées ou alors ont pu être rempli par nos soins. Dans chaque ménage choisi, nous avons également demandé à visiter les ouvrages d'assainissement des eaux usées afin d'en apprécier le type et l'état de fonctionnement. L'enquête a été réalisé par deux personnes pendant 6 jours avec un rendement moyen de 10 fiches / personne / jour.

Les fiches d'enquête ont été regroupées, contrôlées pour nous assurer que toutes les questions surtout celles les plus essentielles avaient été remplies avec cohérence. Ce n'est qu'après cette vérification que nous avons bâti la saisie sous Excel des fiches.

Le choix des variables pertinentes devant faire l'objet d'analyse s'est opéré compte tenu des objectifs de l'étude. Les tableaux, les graphiques relatifs à l'enquête proviennent d'un croisement d'un ou de plusieurs paramètres entre eux dans le logiciel Excel.

III.6. Méthodologie d'étude du volet AEP dans la zone d'étude

Dans tout projet d'assainissement des eaux usées, la compréhension des usages de l'eau, des pratiques, des quantités de consommées et des modes d'alimentation en eau de la zone d'étude est importante. De ces paramètres dépendent le choix des options techniques d'assainissement adaptées. Ce volet de l'étude trouve donc son intérêt. Les modes d'AEP, les usages de l'eau, les pratiques et comportements des ménages en matière d'alimentation en eau ont été appréciés à partir de l'enquête auprès des ménages et dont la méthodologie a été développée plus haut.

L'évaluation de la consommation totale pour toute la zone d'étude ou spécifiquement (par ménage / par habitant) a été établie à partir de la collecte auprès de l'ONEA de la consommation mensuelle de l'eau potable entre 1999 et 2003. Ce fichier qui comporte la consommation totale mensuelle et le nombre d'abonnés dans chaque tournée de l'ONEA permet ainsi d'apprécier l'évolution de ces paramètres pour ces dernières années.

III.6.1. Évaluation de la consommation d'eau

Pour évaluer la quantité totale d'eau consommée par les habitants de la zone d'études, nous avons utilisé la base de données des consommations mensuelle des abonnés de l'ONEA sur quatre ans et aussi les résultats d'enquêtes socio-économiques. Nous avons suivi la démarche ci après pour faire cette évaluation.

III.6.1.1. Estimation du nombre de personnes ou de la population de zone d'étude

Pour faire cette estimation, nous nous sommes basés sur les résultats des enquêtes et des plans parcellaires de la zone d'étude mis à notre disposition. Connaissant la taille moyenne des ménages et le ratio nombre de ménages par concession, nous avons tout d'abord déterminé le nombre de personnes par concession puis le nombre de personnes par tournée connaissant le nombre de concessions dans chaque tournée.

Ce nombre de personnes de la zone d'études nous permettra de déterminer la consommation spécifique d'eau exprimée en m³/personne/jour. Nous sommes passé par cette méthode pour la détermination de la population de la zone d'étude c'est parce que nous ne disposons pas n'avons pas du taux de croissance en terme d'habitant de la zone d'étude.

III.6.1.2. Détermination du nombre d'abonnés à saturation

Il y aura saturation lorsque toutes les maisons de la zone d'étude s'abonneront à l'ONEA étant donné que toutes les maisons ne le sont pas actuellement. A saturation, le nombre d'abonnés sera égal au nombre de maison. Pour déterminer le nombre de maisons à saturation, nous avons suivi les étapes suivantes :

- Calcul pour chaque tournée du ratio nombre de maisons par concession,
- Calcul du nombre de maisons par tournée. Ce nombre est égal au produit du ratio précédemment calculé et du nombre de concession par tournée.

III.6.1.3. Calcul du taux de croissance moyen des abonnés

Pour faire ce calcul, nous avons fait recours à la base de données sur les consommations annuelles en eau des abonnés de l'ONEA dans la zone d'études. Pour chaque tournée, nous avons procédé comme suit :

- Pour chaque mois, nous avons déterminé le taux de croissance des abonnés par la formule ci dessous :

$$Tx_{n-1, n} = 100 \times [Nbre_ab_n - Nbre_ab_{n-1}] / Nbre_ab_n \text{ avec :}$$

- ✓ $Tx_{n-1, n}$ est le taux de croissance des abonnés du mois $n-1$ au mois n exprimé en pourcentage (%),
 - ✓ $Nbre_ab_{n-1}$ est le nombre d'abonné à l'année $n-1$,
 - ✓ $Nbre_ab_n$ est le nombre d'abonné à l'année n .
- Pour chaque année, nous avons fait la moyenne des taux de croissance mensuelle pour trouver un taux de croissance moyen par année des abonnés,

Pour trouver le taux de croissance moyen qui sera utilisé dans la suite de nos calculs, nous avons fait la moyenne des taux de croissance précédemment trouvés. Ceci nous permettra de tenir compte de toutes les données sur les consommations en eau de la tournée. Ainsi on aura ni à sur dimensionner ni à sous dimensionner les ouvrages.

III.6.1.4. Estimation de l'échéance du projet

Pour faire cette estimation, nous avons d'abord déterminer le nombre de mois ou d'années que mettra une tournée donnée pour que toute les maisons aient un branchement ONEA à compter du mois de mars de 2003 puisque la base de données sur les consommations que nous disposons s'arrête en Février 2003. Ainsi chaque tournée aura son année d'échéance et l'échéance du projet sera égale au maximum de toutes les échéances calculées. Nous avons utilisé la formule ci dessous pour faire ce calcul :

- $Ex = \log(Nx / N_{fev03}) / \log(1+tx)$ avec :
- Ex l'échéance du projet exprimée en mois de la tournée pour que toutes ses maisons aient un branchement ONA,

- Nx le nombre d'abonnés à l'échéance de la tournée. Ce nombre correspond au nombre d'abonnés à saturation de la tournée,
- Nfev03 le nombre d'abonnés en février 2003 de la tournée,
- tx le taux de croissance moyen des abonnés de la tournée.

III.6.1.5. Estimation de la consommation à l'échéance du projet

Pour chaque tournée, nous avons procédé comme suit :

- Détermination de la consommation moyenne annuelle à partir des données de la base de données. Cette consommation correspond à la moyenne des moyennes annuelles des consommations de la tournée.
- Calcul pour chaque mois, du ratio consommation par nombre d'abonnés,
- Pour chaque année, calcul de la moyenne des ratios précédemment calculé,
- Calcul du ratio moyen de la consommation par abonné et par mois de la tournée,
- Calcul de la consommation de la tournée à l'échéance du projet qui est égal au produit du nombre d'abonnés de la tournée à l'échéance du projet et du ratio moyen de la consommation par abonné et par mois,
- La consommation totale de la zone d'étude est égale à la somme des consommations des tournées.

III.6.2. Évaluation de la quantité d'eau usée rejetée dans la zone d'étude

III.6.2.1. Estimation du taux de rejet des EU domestiques

Le taux de rejet permet de connaître la part effective d'eau courante qui rentre dans le système d'assainissement puisqu'il y a des eaux usées des usages tels que l'arrosage des plantes, le lavage des engins, les boissons qui ne vont pas dans le réseau d'égout.

Ce taux devrait être déterminé à partir des résultats des enquêtes mais comme nous n'avons pas obtenu des réponses aux questions concernant les quantités d'eau utilisées par usages, nous avons donc opté pour un taux de rejet de 0.8 adopté dans le plan stratégique de la ville de Ouagadougou (PSAO).

III.6.2.2. Estimation du volume des EU domestiques

Le volume des effluents domestiques à traiter a été évalué à partir des volumes moyens de consommation d'eau potable auxquels nous avons affecté un coefficient correspondant au taux de rejet retenu.

III.7. Méthodologie pour l'étude du volet des eaux usées

L'évaluation de l'état actuel de l'assainissement des eaux usées dans la zone d'étude a été effectuée selon des visites de reconnaissance qui nous ont permis d'apprécier le degré de salubrité des secteurs considéré du fait des eaux usées qui y sont produits.

Lors des enquêtes auprès des ménages développés plus haut, cette enquête nous a ainsi permis de relever le mode d'assainissement des eaux usées, les paramètres de réalisation (date,

dimensions si possible), l'état de fonctionnement, les pratiques de vidange, les problèmes rencontrés et les solutions préconisées vu par les ménages eux mêmes, la participation des ménages aux nouveaux projets etc.

Pour la mise en œuvre de nouveaux projets, nous avons également sillonné la zone d'étude afin de localiser et de caractériser les sites potentiels susceptibles d'abriter les sites de stations d'épuration des eaux usées et les bâches de relevages en cas de besoin.

La seconde partie du volet assainissement a concerné le prélèvement des échantillons dans quelques ouvrages d'assainissement existants à des fins d'analyses en laboratoire de leurs paramètres physico-chimiques et bactériologiques dans les locaux de l'EIER.

Le prélèvement d'échantillons d'eaux usées au niveau des fosses septiques des ménages s'est déroulé en deux temps à savoir le repérage des points de prélèvement et les prélèvements proprement dite des échantillons d'eaux usées.

- le repérage des points de prélèvement a été réalisé au même moment que les enquêtes socio-économiques. Cela a consisté à recenser les concessions qui ont des fosses septiques accessibles et dont l'ouverture se fait facilement sans dégâts. Cependant nous avons tenu compte des ménages consentants.
- Tous les prélèvements ont été réalisés le même jour tout juste après la phase d'enquêtes socio-économiques. Pour mener à bien cette tâche, nous nous sommes munis des matériels suivants :

- ✓ un pH-mètre électronique muni d'un thermomètre pour la mesure in situ du PH et de chaque échantillon de l'effluent.
- ✓ des flacons de 1000 ml pour la physico-chimie et pour la bactériologie.
- ✓ de l'eau distillée pour le nettoyage de la sonde du pH-mètre électronique
- ✓ une glacière pour le stockage des flacons remplis d'effluents à des températures inférieure à 15°.
- ✓ des gants de protection afin d'éviter toute contamination lors du prélèvement des échantillons ;
- ✓ un préleveur de fortune réalisé à cet effet pour faire des prélèvements des effluents dans les fosses septiques,
- ✓ une barre de fer pour nous aider à soulever le couvercle de la fosse septique,
- ✓ un bâton pour guider le préleveur et réaliser ainsi des prélèvements jusqu'à des profondeurs importantes,
- ✓ un véhicule pour transporter du matériel (glacière, pH-mètre électronique, barre de fer, etc.).

En un point donné de prélèvement, nous avons procédé comme suit :

- ✓ ouverture de la fosse septique à l'aide de la barre de fer,

- ✓ prélèvement des eaux usées de la fosse à l'aide d'un préleveur tout en prenant le soin de recueillir rien que les eaux et non les matières solides(fèces),
- ✓ remplissage de deux flacons de un litre chacun dont l'un sera utilisé pour faire des analyses physico-chimiques et l'autre des analyses bactériologiques,
- ✓ mesure de la température de l'eau et du PH à l'aide du ph-mètre,
- ✓ Numérotage suivi du stockage des échantillons dans la glacière et nettoyage des appareils.

La troisième partie du volet a concerné la détermination des quantités d'eaux usées rejetées. Nous avons procédé comme suit :

- **Estimation du taux de rejet des EU domestiques**

Le taux de rejet permet de connaître la part effective d'eau courante qui rentre dans le système d'assainissement puisqu'il y a des eaux usées des usages tels que l'arrosage des plantes, lavage des engins, boissons qui ne vont pas dans le réseau d'égout.

Ce taux devrait être déterminé à partir des résultats des enquêtes mais comme nous n'avons pas obtenu des réponses aux questions concernant les quantités d'eau utilisées par usages, nous avons donc opté pour un taux de rejet de 0.8 adopté dans le plan stratégique de la ville de Ouagadougou (PSAO) par l'ONEA sur l'ensemble de la ville.

- **Estimation du volume des EU. domestiques**

Le volume des effluents domestiques à traiter a été évalué à partir des volumes moyens de consommation d'eau potable auxquels nous avons affecté un coefficient correspondant au taux de rejet retenu.

III.8. Phase des travaux de bureau

Nous regroupons dans cette phase, l'ensemble des travaux réalisés en interne à l'EIER et sur certains aspects (notamment le volet économique de nos propositions) nous étions amenés à consulter quelques entreprises de la place spécialisées dans les travaux en milieu urbain afin d'obtenir les prix des réalisations dans la ville de Ouagadougou.

III.8.1. Méthodologie de dimensionnement des réseaux de collecte et d'évacuation des eaux usées

L'unité spatiale de dimensionnement est la tournée de l'ONEA pour lesquelles nous connaissons le rejet spécifique (litre/jour) et globale (m^3/j /tournée), le nombre de concessions et de ménages, les pentes moyennes, le linéaire total du réseau de voirie (nous n'avons pris en compte que les voies qui vont recevoir les ouvrages d'assainissement collectif).

Nous avons adopté pour une hiérarchisation du réseau d'égout en corrélation avec la hiérarchisation du réseau de voirie. Ainsi chaque ménage est desservi par un réseau dit tertiaire de diamètre minimal admis au BF (D 200 mm). L'ensemble du réseau tertiaire sera raccordé à un réseau secondaire et le secondaire à un réseau primaire. Chaque tournée comporterait aussi un

faisceau de réseau tertiaire et un ou plusieurs réseaux secondaires. Les tournées seront alors reliées entre eux selon la topographie du site à travers le réseau primaire qui conduira les eaux usées collectées vers les stations de relevage qui pompera vers la STEP considérée ou directement vers la STEP.

L'approche de dimensionnement du réseau tertiaire a été simplifiée. Nous avons en effet, fait les calculs de réseau de l'aval vers l'amont en considérant un tronçon de réseau (primaire ou secondaire ou tertiaire) d'une tournée donnée, le plus en aval et sur lequel aboutit un grand nombre de sous tronçon qu'il draine en quelque sorte. Nous nous sommes servis du plan parcellaire à cet effet sur lequel nous avons représenté un réseaux d'égout au préalable. Ensuite, nous avons procédé au dimensionnement du tronçon. Si au final, le diamètre calculé est inférieur au diamètre minimal recommandé, alors nous affectons à ce tronçon le diamètre minimal recommandé ainsi qu'aux sous-tronçons l'alimentant. Si par contre le diamètre calculé est supérieur au diamètre minimal requis, nous considérons alors un tronçon situé l'amont de celui dont le diamètre vient d'être calculé et nous faisons le calcul de ce dernier en suivant l'algorithme décrit auparavant pour le tronçon précédemment calculé.

Connaissons les paramètres géométriques de la canalisation ou du tronçon considéré (pente, longueur), la démarche générale adoptée pour le dimensionnement des canalisations d'eaux usées est la suivante :

- **Évaluation de la quantité d'eaux usées transitant dans le tronçon** : Le calcul se fera en situation future. Connaissons le volume journalier d'eaux usées rejetées dans la tournée dans le futur et la longueur totale des voiries desservies dans l'ensemble de la tournée, nous avons tout d'abord calculé le débit unitaire (Q_m en l/j/ml) en faisant le rapport Q_m par la longueur totale des voiries. Le débit transitant dans le tronçon ou débit en route Q_{mr} en (l/j) s'obtient en faisant le produit de Q_m par la longueur du tronçon.
- **Évaluation dans le temps du débit entrant dans le tronçon** : Pour évaluer ce débit (Q_{me}), on détermine d'abord la somme des longueurs de tous les sous-tronçons alimentant le tronçon considéré. Le débit du tronçon est égal au produit du débit unitaire de la tournée par la somme des longueurs précédemment calculé.
- **Évaluation dans le temps du débit sortant du tronçon** : Ce débit (Q_{ms}) est la somme du débit entrant et du débit en route dans le tronçon.
- **Évaluation des débits de pointe** : on calcul d'abord les coefficients de pointe C_p des débits Q_{me} et Q_{ms} précédemment calculé par la formule : $C_p = 1,5 + 2,5 / \text{racine}(Q_m) \leq 4$
En appliquant à Q_{me} et Q_{ms} leur coefficient de pointe correspondant, on trouve les débits de pointe entrant(Q_{pe}) et sortant (Q_{ps}).
- **Évaluation du débit de pointe du dimensionnement** : ce débit est la valeur arithmétique entre Q_{pe} et Q_{ps} .

- **L'évaluation du diamètre de la canalisation** : le diamètre a été déterminé par la formule :

$$Dps = [Qps / (\pi * Ks / 4^{5/3}) * J^{1/2}]^{8/3} \text{ où :}$$

- ✓ Ks est le coefficient de Manning Strickler pris égal à 70 à cause de l'effluent chargé et de nombreuses singularités dans le réseau [Marc Satin et Bechir Selmi ; 99].
- ✓ J est la pente hydraulique en (m/m) ;
- ✓ Qps est le débit pointe de dimensionnement.

- **La vérification des conditions d'auto-ancrage**

- ✓ À pleine section ou à demi-section, un tuyau circulaire doit assurer une vitesse d'écoulement de 0,70 m/s ;
- ✓ Pour un remplissage de la conduite égal aux 2/10 du diamètre, la vitesse d'écoulement doit être au moins égale à 0,30 m/s voir 0,6m/s ;
- ✓ le remplissage de la conduite, au moins égal aux 2/10 du diamètre, doit être assuré par le débit actuel.

Pour vérifier la capacité d'auto-curage du réseau proposé, on opérera en deux temps : on cherchera d'abord à évaluer les valeurs correspondant aux deux conditions et l'on comparera ensuite les débits, afin de vérifier si la troisième condition est remplie ou non.

S'il arrivait qu'un réseau ne soit pas auto-curant parce que toutes les conditions ne sont pas toujours remplies dans tous les cas, pour pallier les insuffisances manifestes de débits, des dispositions pourront être prises lors de l'exploitation du réseau. On pourra par exemple injecter de l'eau dans les conduites tous les trois mois pour les curer.

A pleine section, pour un tuyau circulaire, le débit se calcule par la formule :

$$Qps = (\pi * Ks / 4^{5/3}) * J^{1/2} * Dps^{8/3}$$

Et la vitesse par la formule $Vps = Ks * J^{1/2} * (D/4)^{2/3}$.

Les hypothèses admises sont les suivantes :

- ✓ La pente moyenne du TN est de 0,01 % dans les tournées 66, 72 et 73 (plan topo de la zone),
- ✓ La pente moyenne du TN est de 0,08 % dans les tournées 20, 25, 27 et 75 de la patte d'oie (plan topo de la zone),
- ✓ La pente moyenne du TN est de 0,012 % dans la tournée 74 (topo de la zone) ;
- ✓ Le diamètre minimal recommandé est de D = 200 mm ;
- ✓ La canalisation sera de section circulaire en PVC de la classe de la résistance CR8 de longueur maximale 3 à 6 m.. Le choix de cette classe correspond au souci d'avoir des conduites présentant de bonnes caractéristiques à l'ovalisation et à l'écrasement sous

remblai de moyenne et grande hauteur compacté dans les conditions ordinaires à 85 à 90% de OPN [PSAO rapport N°2 ; juillet 2000].

- ✓ L'horizon du projet est fixé à 15 ans et nous avons supposé une stabilisation du débit de rejet à partir de la saturation de la zone d'étude en abonnés de l'ONEA.

III.8.2. Méthodologie de dimensionnement de la station d'épuration par le lagunage

III.8.2.1. Principes de dimensionnement des bassins de stabilisation

Sous peine de dérégler le fonctionnement des ouvrages à concevoir, les eaux usées admises à la station d'épuration doivent être des eaux usées essentiellement de type domestiques avec un rapport DCO/DBO5 tournant autour de 2,5 et un rapport CF/S supérieur à 1.

Afin de préserver le réseau d'égouts et d'empêcher la survenue d'accidents graves, il existe une norme au Burkina Faso réglementant le déversement des eaux usées dans les réseaux d'égouts. Par exemple, l'admission des substances corrosives peut entraîner une dégradation, voir une ruine rapide des ouvrages (attaque des liants hydrauliques, des aciers, etc.) ; de même certains effluents provenant des centres hospitaliers, des industries, ou même des particuliers, peuvent être la cause d'accidents graves l'encontre des personnels chargés de l'entretien des réseaux. Cette norme est propre à chaque pays et celle en vigueur au Burkina Faso se trouve dans le Décret n°2001-185/PRES/PM/MEE. Ci-contre, nous vous avons proposé une partie qui nous donne la norme des paramètres que nous avons analysés au laboratoire.

Tableau 11 : Normes de rejet dans les égouts

Paramètres	Unité	Valeur
DBO5	mg O2/l	800
DCO	mg O2/l	2000
Matières décantables		5/1/2h
MES	mg/l	100
Nitrates (NO3)	mg/l	90
PH	mg/l	6,4-10,5
Phosphore total	mg/l	50
Streptocoques fécaux /100 ml	mg/l	100 litres
Température	°C	18-40

Source : Décret n°2001-185/PRES/PM/MEE

III.8.2.2. Qualité de l'effluent traité

Après traitement, l'effluent débarrassé d'une bonne partie de sa charge polluante a plusieurs destinations. Il peut rejoindre un cours d'eau ou être réutilisé pour d'autres usages de

l'eau tel que l'irrigation, la baignade, etc. Cette eau épurée doit donc respecter une norme qui varie selon la destination de l'influent et aussi le pays. Ci dessus, nous vous proposons une partie de la norme de rejet des eaux usées dans les eaux de surface en vigueur au Burkina Faso. Cette norme a été utilisée pour dimensionner les ouvrages de la station d'épuration envisagée dans notre zone d'étude.

Tableau 12 : Norme de rejet des eaux usées dans les eaux de surface

Paramètres	Unité	valeurs
DBO5	mg O2/l	< 50
DCO	mg O2/l	<150
DBO5/DCO		<=2-2,5
MES	mg/l	200
NTK	mg N/l	<150
Phosphore total	mg/l	<0,8
Matières décantables		1/1/2h
PH		6,4-10,5
Température	°C	18-40
MES	mg/l	200
Coliformes fécaux (/100 ml)		2000

Source : Décret n°2001-185/PRES/PM/MEE et visa CF N°2251 du 19-04-2001

La qualité de l'effluent à la sortie dépend des paramètres ci-dessous :

- La DBO est utilisée pour étudier la teneur en matière organique ;
- Les MES sont nécessaires pour évaluer la concentration des matières solides dans l'effluent. Ce paramètre est déterminant surtout lorsque à la sortie du système on envisage d'irriguer les champs.
- La quantité des coliformes fécaux
- La quantité des nitrates.

III.8.2.3. Les paramètres de dimensionnement

- Le volume journalier (Q_j) des EU. produites dans la zone en (en m³/j) à l'horizon du projet. Elle doit être comprise entre 100 et 400g/m³/j ;
- La concentration en DBO5 (L_i) des EU à traiter est égale à la moyenne des valeurs trouvées lors des analyses des échantillons d'eaux usées de la zone d'étude.
- La température moyenne (T) du mois le plus froid de la zone d'étude. Elle a est prise égale à 20°C à Ouaga.

- Les volumes des rejets par polluant notamment le Flux polluant de DBO5 et de MES ;
- Le rendement souhaité (abattement de DBO à la sortie du système) lié à la norme de rejet en vigueur au Burkina Faso.
- Disposition constructive : nous choisirons des bassins de forme trapézoïdale avec un fruit de 2,5.

III.8.2.4. Dimensionnement des bassins

1- Bassin anaérobie

- Calcul de la Charge totale en DBO5 à traiter par la formule :

$$C_{totDBO} \text{ (kg/j) } = Q_i \times L_i / 1000 \text{ où :}$$

✓ Q_j est le volume journalier exprimé en m³/jour

✓ L_i est la charge totale en DBO5 à traiter en mg d'O₂/litre/jour.

- Calcul du volume requis du bassin V_{BA}

$$V_{BA} \text{ (m}^3\text{)} = C_{totDBO} \times L_i / 1000$$

- Calcul du temps de rétention Tr par la formule :

$$Tr \text{ (jour) } = V_{BA} / Q_j$$

- Profondeur du bassin anaérobie

Elle a été fixée à 3 m pour tous les bassins anaérobies. Soit $H_{BA} = 3\text{m}$

- Surface à moyenne profondeur S_{BA}

$$S_{BA} \text{ (m}^2\text{)} = V_{BA} / H_{BA}$$

- Calcul de la longueur(L_{mh}) et de largeur(l_{mh}) du bassin à mi-hauteur (il s'agit de la longueur et largeur en gueule ou au miroir).

Nous fixons le rapport L_{mh} / l_{mh} à 3 [Assainissement Gonate ; 1993-1994]

Ainsi, $L_{mh} = 3 * l_{mh}$ et connaissons $S_{BA} = L_{mh} * l_{mh}$ on peut donc déterminer l_{mh} par la formule

$$l_{mh} \text{ (m) } = \text{racine} (S_{BA} / 3).$$

- Calcul de la longueur(L) et de largeur(l) du bassin par les formules :

$$l = l_{mh} + m * H_{BA} \text{ et } L = L_{mh} + m * H_{BA}$$

- Nombre final de bassins a été fixé à 2 bassins anaérobies. Les deux bassins seront disposés en parallèle pour permettre un service alterné en cas de panne.

2- Dimensionnement du bassin facultatif

Nous aurons à calculer :

- le taux de charge de pollution par unité de surface λ_s

$$\lambda_s \text{ (kg/ha/jour) } = 20 \times T - 60$$

- la concentration de la DBO à la sortie du bassin anaérobie

$$[DBO5] \text{ (mg/l) } = (1 - 0.6) \times [DBO5]_{initiale} = (1 - 0.6) \times L_i$$

- la charge totale en DBO C_{totDBO} (kg/j)

$$C_{totDBO} = V_j \times [DBO5] / 1000 = 1743,69 \text{ kg/j}$$

- la surface à moyenne profondeur $\hat{S}(\text{m}^2)$
 $S(\text{m}^2) = 10000 \times \text{Ct}_{\text{otDBO}} / \lambda_s$
- la hauteur du bassin
Nous avons fixé la hauteur à 1.2m. Soit $H_{\text{BF}} = 1,2 \text{ m}$.
- le volume du bassin V_{BF} du bassin
 $V_{\text{BF}}(\text{m}^3) = S / H_{\text{BF}}$
- le temps de rétention $\text{Tr}(\text{jours})$
 $\text{Tr} = V_{\text{BF}} / Q_j$
- le nombre final de bassins facultatif retenu = 1
- les dimensions de ce bassin (L et l) seront calculées en suivant la même procédure que celle décrite pour les bassins anaérobie.

3- Dimensionnement du bassin de maturation

Nous avons procédé par la détermination de :

- la constante de vitesse de premier ordre pour l'élimination des bactéries (en j^{-1})

$$K_b(\text{j}^{-1}) = 2,6 \times 1.19^{T-20}$$

- le volume du bassin V_{BM}
 $V_{\text{BM}}(\text{m}^3) = \text{Tr} \times V_j$
- la hauteur du bassin de maturation qui a été fixée à $H_{\text{MA}} = 1 \text{ m}$
- la surface à moyenne profondeur $S(\text{m}^2)$
 $S(\text{m}^2) = V_{\text{BM}} / H_{\text{MA}}$

- le nombre de bassins de maturation nécessaire pour atteindre l'abattement escompté

Le nombre de coliforme fécaux/100ml à la sortie du bassin étant fixé par la norme, nous déterminons le nombre de bassins de maturation nécessaire pour atteindre un tel abattement selon la formule :

$$N_s = N_e / [(1 + K_b \times \text{tr}_{\text{BA}}) \times (1 + K_b \times \text{tr}_{\text{BF}}) \times (1 + K_b \times \text{tr}_{\text{BM}})^n] \text{ où :}$$

- ✓ N_e est le nombre moyen de coliforme fécaux/100ml à l'entrée ($N_{\text{CFentrée}} \times 10^6/100\text{ml}$) ;
- ✓ N_s est le nombre de coliforme fécaux à la sortie du bassin de maturation. La norme préconise 1000CF/100ml de l'effluent traité pour une eau destinée à la consommation. Nous avons donc fixé $N_s = 1000\text{CF}/100\text{ml}$.
- ✓ tr_{BA} est le temps de séjour dans le bassin de maturation ;
- ✓ tr_{BF} est le temps de séjour dans le bassin de maturation ;
- ✓ tr_{BM} est le temps de séjour dans le bassin de maturation. Il est de l'ordre de 5 à 7 jours ;
- ✓ n est le nombre des bassins de maturation en aval des bassins facultatifs.

La détermination du nombre de bassin se fait selon la formule mathématique :

$$N = \{ \log(N_e/N_s) - [\log(1 + K_b \times tr_{BA}) + \log(1 + K_b \times tr_{BF})] \} / \log(1 + K_b \times tr_{BM})$$

- les dimensions de ces bassins (L et l) seront calculées en suivant la même procédure que celle décrite pour les bassins anaérobie.

III.9. Approche méthodologique pour le dimensionnement des stations de relevages

Les stations de relevage seront envisagées à chaque fois qu'il faudra élever les eaux d'un niveau à un autre niveau, soit pour le franchissement d'un obstacle, soit pour modifier des tracés devenus économiquement inacceptables en réseau gravitaire, ou en raison des conditions incompatibles avec les données d'aval. Les éléments à dimensionner d'une station de relevage sont : les pompes et la bache.

III.9.1. Caractéristique de la bache de pompage

La bache de pompage en béton et de forme circulaire est formée de deux compartiments, à savoir :

- la chambre de pompage constituées des pompes et de leurs accessoires. Le débit entrant dans la bache correspond au débit de pointe Q_p .
- Un regard d'arrivée intégré à l'ouvrage collectant toutes les eaux usées à être refouler. Il est placé à l'amont de la chambre de pompage avec pour rôle d'empêcher la projection directe de l'eau sur les pompes, de réduire la turbulence à l'intérieur de la chambre de pompage, d'arrêter les gros éléments en suspension pouvant obstruer les canalisation. ; ceci grâce au dégrilleur logé dans la paroi de séparation de la chambre de pompage et du regard. Il sera choisit un dégrilleur ayant une maille à granulométrie inférieure à 20 mm.

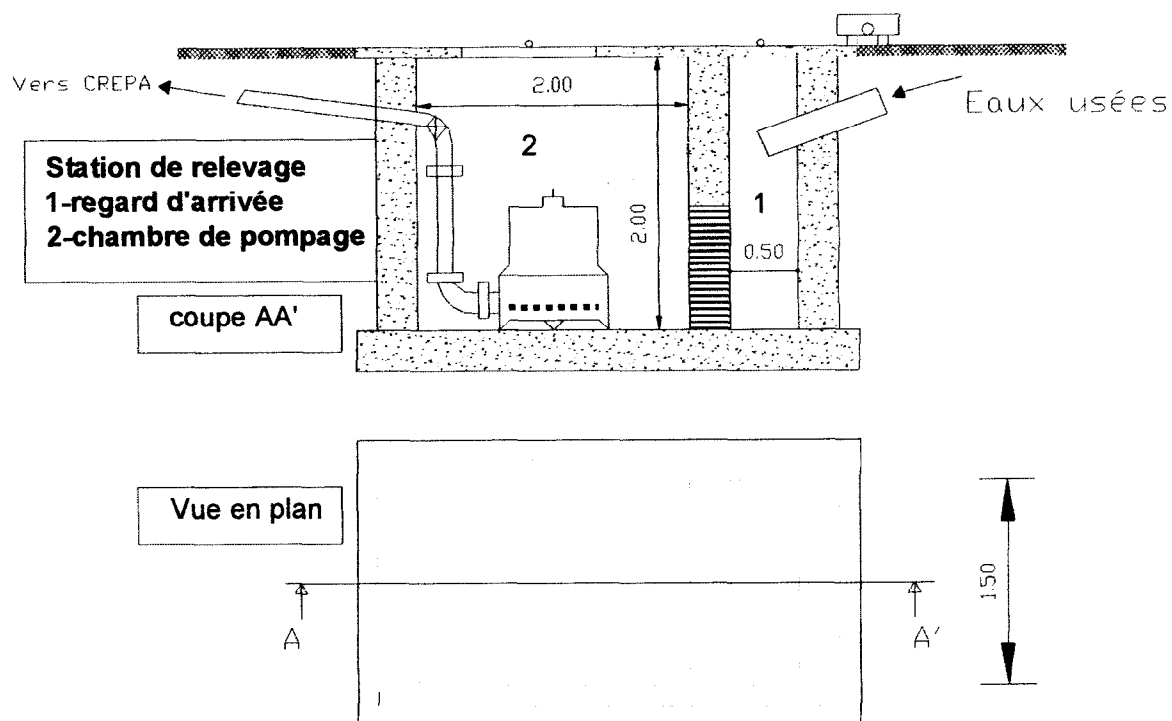


Figure 11 : station de relevage

III.9.2. Principe de dimensionnement

La station de relevage doit s'adapter dans de bonnes conditions à l'évolution des débits de collecte. Le débit de dimensionnement d'une station de relevage correspond au débit de pointe sur le réseau situé en amont. En dehors des débits de pointe les pompes fonctionnent par intermittence car le débit des eaux usées est inférieur au débit des pompes. La marche des pompes est assujettie aux niveaux haut et bas d'un volume de régulation. La limite des basses eaux est donnée par la caractéristique de la hauteur minimale d'eau au-dessus de la roue de la pompe. Le niveau limite admissible des hautes eaux est donné par le niveau d'arrivée du collecteur, le principe étant de conserver un écoulement gravitaire sur le collecteur d'entrée à la fosse. La commande des pompes se fait de la manière suivante : démarrage au point haut et arrêt au point bas.

Les durées d'abattement des pompes sont fonctions de la qualité et de la résistance à l'échauffement des moteurs électriques des pompes aux démarrages successifs répétés. Les pompes d'assainissement peuvent supporter jusqu'à 10 démarrages par heure. Le volume de régulation dépend directement du débit nominal de la pompe et du nombre de démarrage par heure.

Au niveau de la conception du génie civil de la fosse de pompage, le volume de régulation se situe sous le fil d'eau de la conduite d'arrivée dans cette fosse. La conduite d'arrivée fonctionne en permanence en gravitaire, normalement elle n'est pas en charge.

Exceptionnellement lors des coupures sur le réseau électrique, comme les pompes de refoulement ne peuvent pas fonctionner, la conduite d'arrivée pourra se mettre en charge.

Pour dimensionner les pompes de la station de relevage nous avons procédé comme suit :

Données de base

- débit d'apport à la station (Q_j),
- cote du TN à l'endroit d'implantation de la station (Z_1) ;
- cote arrivée de la conduite de refoulement (Z_2),
- nombre de démarrage par heure des pompes ;
- nombre de pompes ;
- la forme de la bache de pompage est circulaire et sa surface a été fixé à 10 m² ;
- la hauteur de sécurité H_s fixée à 0.5 m, ceci pour éviter que la pompe ne refoule les dépôts ;
- le marnage (ma) a été fixé à 0,5 m ;
- viscosité cinématique (ν) de l'eau a été prise égale à 10^{-5} (eaux usées) ;

Calcul des dimensions de la bache de pompage

Pour déterminer les dimensions de la bache, nous avons procédé comme suit :

- calcul du coefficient de pointe par la formule $C_p = 1.5 + 20.5/\text{racine}(Q_j)$;
- calcul du débit de pointe Q_p ou de dimensionnement de la station par la formule : $Q_p = C_p \cdot Q_j$;
- détermination du volume de la tranche d'eau pompée par la formule :

$$V = Q_p \cdot t / (4 \cdot (N-1)) \text{ dans laquelle :}$$

Q_p : débit en (m³/h) d'une pompe ou d'un groupe de pompe ;

N : nombre de pompes identiques et $N-1$ excluant la pompe de secours ;

T : durée d'un cycle, $t = 1/n$ avec n le nombre maxi de démarrages par heure.

Nous avons pris $n = 10$ démarrages par heure étant donné qu'on a des grands débits à gérer.

- lame d'eau de régulation

$L_r = V / S$ où V est le volume de régulation précédemment déterminé et S la surface de la bache;

- La hauteur totale de la bache est égale à $L_t = L_r + ma + H_s$. Cette hauteur doit être supérieure à l'encombrement de la pompe ou des pompes choisies sinon on change les valeurs des dimensions précédemment fixées ;
- la cote de radier de la bache de pompage est la somme de la cote du terrain naturel à l'endroit de la station et de la hauteur totale (H_t),

Calcul de la HMT de la pompe

$$HMT = H_{\text{géo}} + J_L + J_s \text{ où :}$$

- Hgéo = hauteur géométrique = Zref + Zasp avec :
 - Zref : la cote de refoulement ;
 - Zasp : la cote d'aspiration (Zasp = 0 car les pompes utilisées seront des pompes immergées) ;
- JL = les pertes de charge linéaires. Elles sont données par la formule :
$$JL = \lambda (L/D_r) [U^2 / (2 \cdot g)]$$
où :
 - U : est la vitesse de l'eau dans la conduite de refoulement ($U = Q_p / S$) ;
 - L : L est la longueur totale de la conduite de refoulement ;
- ϕ_{ref} : le diamètre de la conduite de refoulement calculé par la formule de de Vuibert Maïga :
$$\phi_{ref} = 0,997 \cdot (Q_p)^{0,46}$$
- λ : est le coefficient de perte de charge = $0,3164 / Re^{0,25}$ (Formule de Blasius) où Re est le nombre de Reynolds.
$$Re = U \cdot \phi_{ref} / \nu$$
- Js = les pertes de charges singulières, nous les avons prises égale à 15 % de JL ;

Choix de la pompe ou des pompes

Le choix d'une pompe se fait en connaissant son débit et sa HMT. Comme nous avons des eaux usées à pomper, nous avons choisis les pompes submersibles de la marque FLYGT car le traitement des eaux usées fait parti de leurs domaines d'utilisation notamment pour le pompage des eaux sales et de boue.

III.10. Approche méthodologique pour l'évaluation financière du projet

III.10.1. L'évaluation du coût de l'investissement

L'évaluation du coût des ouvrages est faite sur la base des documents du Plan stratégique d'assainissement de la ville de Ouagadougou, du bordereau des prix de l'ONEA pour l'année 2002 et des entreprises agréées à l'EIER.

Nous avons calculé les coûts d'investissement des différents composants du réseau et des bassins de stabulation et fixé leur durée d'amortissement.

Les durées globales retenues sont consignés dans le tableau ci dessous :

Designation	Durée d'amortissement(ans)
Réseau collectif	35
Bassin de retenue ou de stockage	25
Motopompes	10
Véhicule et engin	5
Ouvrage de génie civil	30

III.10.2. L'évaluation du coût d'exploitation

Pour un bon fonctionnement d'une station d'épuration, il faudra chaque année consacrer les ressources à l'entretien des ouvrages et des installations d'épuration, et au fonctionnement des postes de relevage des eaux usées (entretien, exploitation, gestion). Chaque année, il faudra prévoir des coûts pour :

- le fonctionnement des installations électriques à savoir les stations de relevage (pompes), l'éclairage des bâtiments se trouvant dans la station ;
- le curage des boues des bassins (cela se fera tous les 3 ans),
- Renouvellement et entretien courant de l'installation
- L'entretien du véhicule de liaison ;
- Les salaires du personnel travaillant à la station;

III.10.2.1. Fonctionnement des ouvrages électriques

Il s'agit de déterminer les puissances électriques des pompes connaissant leur débit et leur HMT. La puissance électrique d'une pompe est donnée par la formule :

$$P_e = P_h / \eta \text{ où :}$$

- P_h est la puissance hydraulique de la pompe exprimée en Kw et se calcule à partir de la formule : $P_h = Q_p \cdot HMT \cdot \rho / 367$ avec :
 - Q_p le débit de la pompe immergée en m³/h ;
 - HMT est la hauteur manométrique totale de la pompe à installer ;
 - ρ est la masse volumique de l'eau exprimée en kg/dm.
- η est le rendement de la pompe. Nous l'avons pris égal à 0,7.

Le coût de fonctionnement annuel sera donc égale au produit des trois nombres suivants : puissance électrique de la pompe, nombre d'heure de fonctionnement de la pompe par mois et le prix du kWh consommé au Burkina Faso.

III.10.2.2. le curage des boues des bassins

Le curage se fera tous les trois ans dans tous les bassins. La quantité des boues produites se détermine à partir de la quantité de l'effluent traité par jour et de la concentration en MST (matières sèches totales déterminées lors des analyses des effluents prélevés dans la zone d'étude). Une fois ces boues recueillies, elles seront stockées et séchées à l'air ambiant dans l'enceinte de la station d'épuration. Elles pourront, si le rabattement de la pollution dans les bassins est de l'ordre de 1000 CF/ 100 mg être valoriser en la vendant aux agriculteurs par exemple et cela pourra générer des fonds à la station. Au cas contraire, après séchage elles pourront être évacuer dans une décharge.

III.10.2.3. Renouvellement et entretien courant de l'installation

Il s'agit du renouvellement des matériels comme les canalisations au niveau du réseau, les vannes au niveau des stations de relevage et l'enlèvement des déchets organiques, des herbes

ou algues en décomposition, le contrôle et la réparation des revêtements imperméables au niveau des stations d'épuration.

III.10.2.4. Le personnel travaillant dans la station

Pour le bon fonctionnement de la station, nous avons prévu :

- Un ingénieur du génie rural (GR)
- Un chef de station ;
- Deux ouvriers au niveau de la station,
- Deux gardiens,
- D'un électromécanicien pour l'entretien des postes de relevage,
- Deux égoutiers pour les dégrillages et les nettoyages au niveau des postes de relevages. Ils travailleront en équipe avec l'électromécanicien.

Ils seront payés sur la base suivante :

Désignation	Unité	PU (FCFA)
Ingénieur GR	H-mois	250 000
Électrotechnicien	H-mois	150 000
Plombier	H-mois	100 000
Manoœuvre (gardiens, égoutiers, ouvriers)	H-mois	45 000

Un véhicule (de type Bachet) a été prévu pour le transport du personnel lors des différentes tournées et interventions.

III.11. Difficultés rencontrées

Les principales difficultés rencontrées sont les suivantes :

- L'indisponibilité des données et leur accessibilité : des données de base telles les plans topographiques de la zone d'étude n'ont pas été disponibles. De plus, certaines données ne sont pas accessibles à l'extérieur de services spécifiques (ONEA, IGB, Cadastre, etc)
- L'accessibilité à des ménages à Ouaga 2000 pose des difficultés durant les enquêtes. De plus, les prélèvements sur les fosses septiques ont connu des difficultés du fait de l'encastrement de celles ci ce qui a limité le nombre d'échantillon à cinq.
- L'étendue des travaux par rapport à la durée du mémoire ne nous a pas permis d'affiner certains points de l'étude.
- Le manque de ressources financières pour la conduite des travaux de terrain (enquêtes, etc)

III.12. Conclusion

Comme nous pouvons constater, le programme d'activités mis en place pour mener à bien cette étude a été ambitieux compte tenu de la limite de temps et de moyens nécessaires alloués a

cette étude. Malgré ces contraintes, nous avons pu réaliser toutes les activités selon les méthodologies et le matériels décrits plus haut. Les difficultés rencontrées ne sont pas à négliger pour de tels travaux.

Les résultats obtenus à la suite de la mise en œuvre des méthodologies ci-dessus font partie de la 3^{ème} partie, objet des chapitres suivants.

3^{ème} Partie :
RESULTATS ET
RECOMMANDATIONS

Chapitre 6 : Les paramètres physiques et naturels

Le site de la zone d'étude est caractérisé par un relief plus ou moins accidenté car la zone la plus haute est située à 330 m et la plus basse à 305 m environ. Les zones les plus basses sont situées du côté nord est de la zone. Le sens d'écoulement des eaux pluviales se fait de l'ouest vers l'est et du nord vers le sud .

Au sud-est du secteur 15 dans la tournée, prend naissance un cours d'eau sinueux non pérenne qui traverse la tournée⁷⁴ et se jette dans une retenue d'eau aménagée à côté de la nationale N°5. C'est dans ce cours d'eau qu'aboutit tous les ouvrages d'assainissement pluvial de la zone et constitue actuellement un dépotoir des eaux usées de cette zone (voir photo ci dessous).



Photo 2: Caniveau débouchant sur un cours d'eau

Lors de la reconnaissance du site, en nous basant sur la topographie de la zone, nous avons pu localiser trois sites éventuels pour l'implantation des différentes stations d'épuration. A savoir :

- ✓ Un site à l'endroit de la retenue d'eau situé du côté nord est de la zone d'étude. Ce site si sa superficie estimée à 20 ha environ le permet, ainsi que sa disponibilité pourra être intéressant pour abriter une station de traitement des eaux usées. Pourvu que les dimensions de la station n'excèdent pas celles de ce site. Toutes fois, il faudra tenir compte de la superficie du canal en construction dans la zone et passant au niveau de la retenue. Ce canal à une emprise de 60 m environ.
- ✓ Un site au sud du quartier Ouaga 2000 d'environ 70 ha (bande verte) car cette zone fait partie d'un bassin versant qui alimente un cours d'eau temporaire « Boulbi » situé au sud de la ville de Ouagadougou [Source : Carte au 1/200 000 de la ville de Ouagadougou] . Ce site abrite un espace vert qui pourra bien être utilisé comme site d'implantation de la station de lagunage. La contrainte majeure reste sa proximité de ce site à la Présidence actuellement en construction et aussi des résidences diplomatiques situées dans la zone.
- ✓ Un site au sud des résidences AZIMO se trouvant à l'amont du bassin versant précédemment évoqué. Ce site est très intéressant à raison de sa superficie (supérieure à 80 ha, largeur environ 500m) . Les problèmes majeurs reste sa proximité avec les résidences AZIMO et sa topographie qui pourra faire à ce que une station de relevage soit prévu pour relever le niveau de l'eau jusqu'à une certaine cote et de les laisser rejoindre gravitairement les bassins de stabilisations.

Les études topographiques réalisées dans la zone d'étude nous ont permis de retenir les pentes moyennes suivantes :

Tableau 13 : Pentes moyennes de la zone d'étude

Quartier	Pentes (%)
Tournée 66	1
OUAGA 2000	1
Patte d'oie	0,8
Tournée 74	1,2

:

Chapitre 7 :. Habitat et AEP dans les secteurs 15 et 16

I. Introduction

L'enquête auprès d'un échantillon de 114 ménages des secteurs 15 et 16 de Ouagadougou permet d'avoir un bref aperçu du contexte socio-économique, de la situation de l'AEP dans les secteurs 15 et 16 et urbanistique dans lequel nous envisageons construire notre projet.

Le présent chapitre fait la synthèse du premier volet de ces enquêtes. Il débute par la description du ménage, le genre, la taille et les activités socio-économiques du chef de ménage. Le paragraphe 2 qui s'en suit, présente le cadre bâti.

Ce chapitre s'achève par la description du mode d'AEP, les usages et les pratiques en la matière.

II. Caractéristiques des ménages des secteurs 15 et 16 de Ouagadougou

II.1. Genre et activité du chef de ménage

Sur l'ensemble des 114 ménages ayant fait l'objet des enquêtes dans les secteurs 15 et 16 environs 89, 5 % sont sous la responsabilité d'un chef de ménage de sexe masculin, contre 10,5 % tenus par les femmes.

Tableau 14 : Le genre du chef de ménage

Genre du chef de ménage	Nombre	Pourcentage (%)
Féminin	12	10,53
Masculin	102	89,47

Pour ce qui est de l'activité du chef de ménage, sa situation est marquée par la présence de près de 11% de retraité contre 89 % en activité (voir figure ci-dessous). Aussi, les secteurs d'activité des chefs de ménage sont aussi diversifiés qu'il y a d'activités dans la ville de Ouagadougou.

Le secteur privé est dominant puisque 44 % des chefs de ménages de notre échantillon sont des commerçants ou des acteurs du secteur informel. Les secteurs 15 et 16 sont occupés par moins de 6 à 7% qui sont des fonctionnaires de l'État et des organismes internationaux.

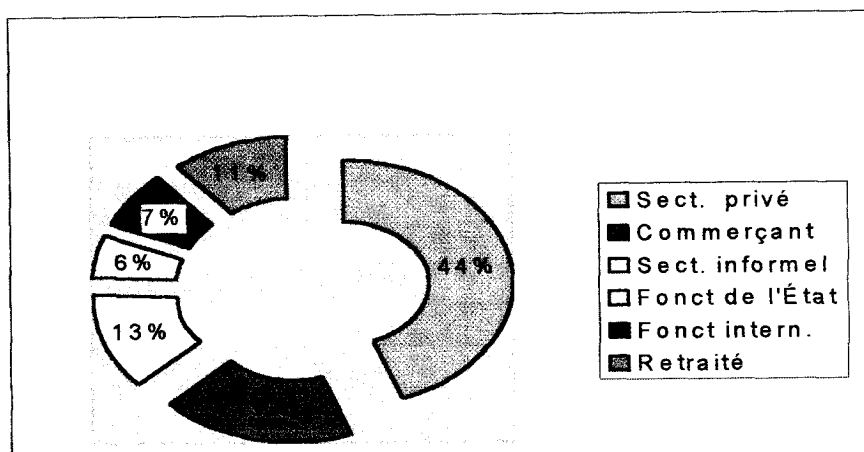


Figure 12 : Répartition des chefs de ménage par secteur d'activité dans les secteurs 15 et 16

II.2. Concession et ses habitats

L'enquête permet de relever une certaine forme de cohabitation des ménages et un taux d'occupation des maisons supérieur à 1 dans une même concession. Sur l'ensemble de la zone étudiée ; 59,3% des ménages enquêtés sont dit " unitaire" parce qu'ils occupent chacun une concession et une seule (voir tableau ci dessous). Les zones concernées sont les tournées 66, 72, 73 et 74.

Tableau 15 :Nombre de ménages par concession

Tournée	Nombre de ménages par concession			
	1	2	3	4
T20		4		2
T25		2		2
T27			4	
T66				
T72				
T73				
T74				
T75		2		
Total	64	8	4	4
% calculé sur la base des 108 ménages	59,26	14,81	11,11	14,81

Dans l'ensemble, l'enquête révèle un taux de cohabitation (c'est le rapport entre le nombre total de ménage dit unitaire et du nombre total de manages enquêtés) unitaire de 1,26. Ce taux varie en fonction des tournées (voir graphique ci contre). En effet la figure ci dessous ne fait que confirmer ce qui a été dit précédemment, elle présente la variation du nombre de ménages par concession. En outre, la cohabitation relativement élevé des ménages fait suite à un lien de parenté entre les ménages puisque 57% des ménages concernés en sont concernés avec des liens tels que : filial, consanguin, cousinage.

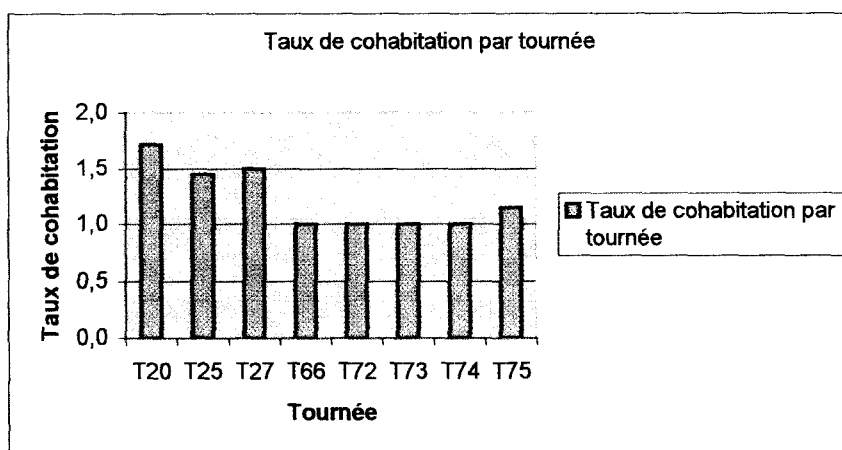


Figure 13 : Taux de cohabitation des ménages par tournée de la zone d'étude

Le nombre de maisons par concession a également été dénombré dans l'échantillon. En moyenne près de 63 % de concessions sont occupées par une maison et une seule contre 37 % qui sont occupées au moins deux maisons par concession. Cette situation varie en fonction des tournées (voir graphique ci dessous). Dans les tournées 66 et 73, toutes les concessions enquêtées ont une seule maison ; c'est dans la tournée 75 qu'il y a plus d'une maison par concession suivie des tournées 74 et 27.

Ainsi, sur l'ensemble de la zone d'étude, le taux d'occupation des concessions est de 1,6 maisons par concession. Ce ratio varie en fonction des tournées. Il est élevé dans les tournées 75, 27, 25 et 20 (situé dans la zone de la patte d'oie) et dans la tournée 74 (faisant partie de Ouaga 2000) et relativement faible voir quasiment nul dans les tournées 72, 73 et 66.

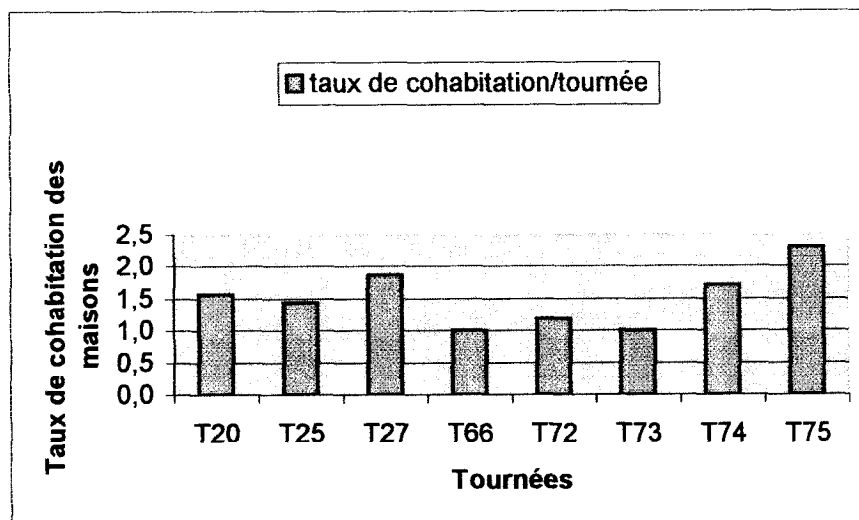


Figure 14 : Taux de cohabitation des ménages en terme de maison /tournée

Sur l'ensemble des chefs de ménages interviewés, près de 66,7 % sont des propriétaires de leur parcelle, 31,6% sont des locataires tandis qu'environ 1.7 % habitent dans des maisons familiales. Cette situation varie d'une tournée à une autre (voir figure ci-dessus). Tous les chefs de ménage interviewés dans la tournée 72 sont propriétaires de leur parcelle alors que cela n'est pas le cas dans les autres tournées. C'est dans les tournées 66 et 74 qu'on rencontre beaucoup plus des parcelles occupée par des locataires, c'est la guerre civile qu'à connu la Cote d'ivoire qui en a la cause car la majorité des habitants des ces parcelles viennent de la cote d'ivoire et le prix des loyers varis de 40 000 à 250 000 Fcfa (dans la tournée 66). Dans les tournées de la patte d'oie, le coût des loyers varie entre 4000 et 100 000Fcfa. Les parcelles en location dans la tournée 73 sont en très grande partie occupée par les diplomates.

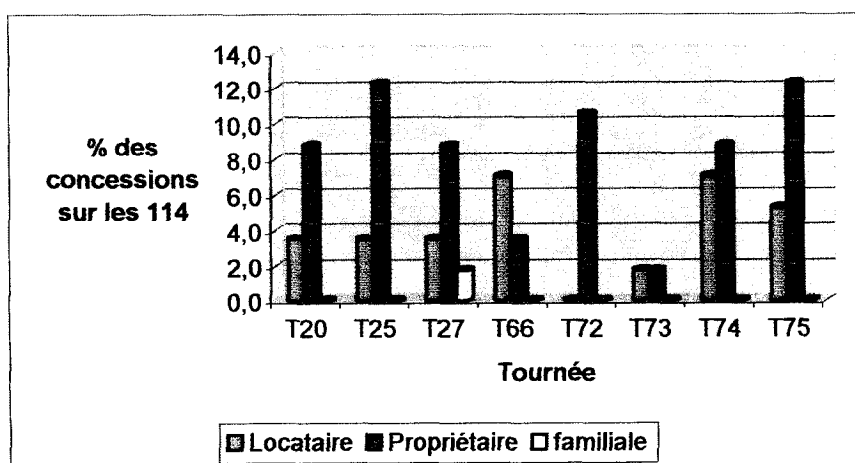


Figure 15 : Type d'occupation des concessions par tournée

Chaque chef de ménage (en dehors de la cité universitaire, églises, écoles privées, clinique et ambassade) a en charge environ 6.3 personnes par ménage. Cette taille varie d'une tournée à une autre. En effet, les ménages sont plus denses dans les tournées de la patte d'oie (T20, T27, T25 et T75).

II.3. Typologie de l'habitat

Sur la base d'une classification en fonction du type de matériaux de construction et le taux d'accès de ménages ou des parcelles aux réseaux techniques urbains d'eau, d'électricité, de téléphone, d'assainissement, nous avons identifié 4 zones de tissus urbains dans la zone d'étude :

II.3.1. Très haut standing

Les ménages ayant ce standing ont été en grande partie rencontrés au niveau des tournées 72,73 et 74 du quartier Ouaga 2000. Bien qu'une partie des maisons soient inachevées, ces ménages sont caractérisés par

- * une meilleure gestion des eaux usées et des déchets solides avec les ouvrages tels que les fosses septiques, la présence des bacs à ordures le long des voies principales ;
- * l'accès à l'eau, l'électricité (100%) et le téléphone (75%) ;
- * des constructions luxueuses avec des murs en brique de ciment et / ou en marbres et / ou en carreaux ;
- * des baies vitrées dans des parcelles clôturées avec des grands jardins floraux bien entretenus ;
- * une consommation importante de l'eau potable pour ses multiples usages notamment l'arrosage des jardins et le lavage des véhicules ;
- * la présence d'un forage ou / et d'un polytank disposés sur la toiture pour la gestion des coupures intempestives d'eau dont ils sont souvent victimes ;
- * Un nombre relativement faible de personnes par ménage, en moyenne 5,3 personnes ;
- * Une devanture très propre car les déchets sont bien ramassés et les eaux usées sont absentes sur les chaussées ;
- * la présence d'une seule maison dans la concession et d'un seul ménage,
- * la présence éventuelle d'agents de sécurité à l'entrée du ménage ou concession rendant l'accès souvent difficile aux visiteurs.

II.3.2. Haut standing

Les ménages ayant ce standing ont été rencontrés un peu partout dans la zone d'étude mais un peu plus à Ouaga 2000 et la partie de la tournée 66 concernées par l'étude (63,2% de l'ensemble des ménages ayant un haut standing). Ces ménages sont caractérisés par :

- * l'accès à l'eau potable par le biais des branchements ONEA ou des bornes fontaines, l'électricité (100%)
- * l'accès au téléphone sauf pour certains ménages du secteur 66

- * une construction en briques de ciment ou en briques de terre cuites améliorées et vernissées ou en carreaux ;
- * des baies vitrées dans des parcelles clôturées avec des jardins floraux bien entretenus;
- * une bonne gestion des eaux usées domestiques et des déchets solides
- * Une devanture propre car les déchets sont bien ramassés et les eaux usées sont absentes sur les chaussées ;
- * La présence d'un polytank disposé sur la toiture pour le stockage de l'eau lors des coupures intempestives dont ils sont souvent victimes,
- * Un nombre réduit de personne par ménage ;
- * la présence de 2,25 maisons par concession pour des maisons en location et d'un seul ménage par maison,
- * la présence d'un gardien à l'entrée de la parcelle,

II.3.3. Moyen standing

Les ménages ayant ce standing ont été beaucoup plus rencontrés au niveau du quartier de la Patte d'oie (soit 77 % de l'ensemble des ménages moyens standing sondés). Un ménage moyen standing est caractérisé par :

- * un taux d'accès moyen aux réseaux avec : 97 % en l'électricité, 53,5 % pour le téléphone et 43,9% à l'eau potable ;
- * une construction en briques de ciment ou en briques de terre cuites améliorées et vernissées;
- * des baies non vitrées dans des parcelles clôturées avec ou sans jardin de petite taille ;
- * une mauvaise gestion des eaux usées domestiques et des déchets solides
- * Une devanture plus ou moins propre car cela dépend des tournées. C'est surtout dans les tournées de la Patte d'oie que les devantures des maisons sont très sales ;
- * un nombre élevé de personne par ménage, en moyenne 1 à 20 personnes ;
- * un nombre élevé de ménages par concession soit : 2,7 ménages par concession ;
- * un nombre élevé de maison par concession : soit 2.5 maisons par concession ;
- * la présence de latrines traditionnelles ;
- * des chefs de ménages qui sont : des cadres moyens, des ouvriers qualifiés ou des commerçants moyens ;
- * des problèmes de promiscuité.

II.3.4. Bas standing

C'est dans une partie de la Patte d'oie que l'on a rencontré des ménages ayant ce standing. Plus précisément au niveau des tournées 25, 27 et 75. Bien que leur pourcentage soit faible (7% de l'ensemble des ménages sondés), ces ménages sont caractérisés par :

- * des constructions en banco et enduit, ou en briques de ciment dans une parcelle non clôturée;
- * un taux de raccordement à l'eau potable quasiment nul. Pratiquement tous les ménages ayant ce standing se ravitaillent en eau au niveau des bornes fontaines ce qui entraîne une utilisation rationnelle de l'eau potable ;
- * l'absence de téléphone ;
- * des conditions d'hygiène médiocres se traduisant par une mauvaise gestion des eaux usées et des déchets solides marquées par la présence de dépôts sauvages d'ordures et d'eaux usées dans les chaussées et les espaces libres ;
- * un nombre élevé de personnes par ménage ;
- * la promiscuité se traduisant par un nombre élevé de ménages par maison (3 par maison) et de maisons par concession (3,3) ;
- * des latrines traditionnelles à ciel ouvert
- * des chefs de ménages qui sont soit des ouvriers, soit des commerçants ou des subalternes des sociétés mixtes.

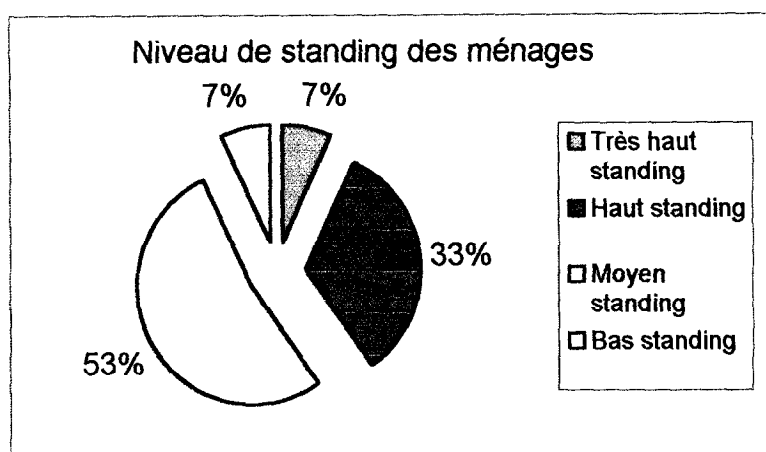


Figure 16 : Répartition des ménages par niveau de standing dans la zone d'étude

III. Situation de l'approvisionnement en eau dans les ménages

La situation de l'AEP dans les secteurs 15 et 16 peut être appréhendée à travers les principales sources d'approvisionnement en eau des ménages, les quantités des consommations par ménages, les montants mensuels des consommations, les usages de l'eau et l'appréciation que font les ménages en matière d'AEP.

III.1. Les sources d'AEP

Dans les secteurs 15 et 16 (zone d'étude), les principales sources d'AEP sont de quatre types: les branchements directs sur le réseau conventionnel de l'ONEA, les bornes fontaines (BF), les forages et les puits. On note dans certains cas des coupures intempestives d'eau sur le réseau de

L'ONEA. La figure ci dessous présente le pourcentage des ménages en fonction des sources AEP sur l'échantillon étudié.

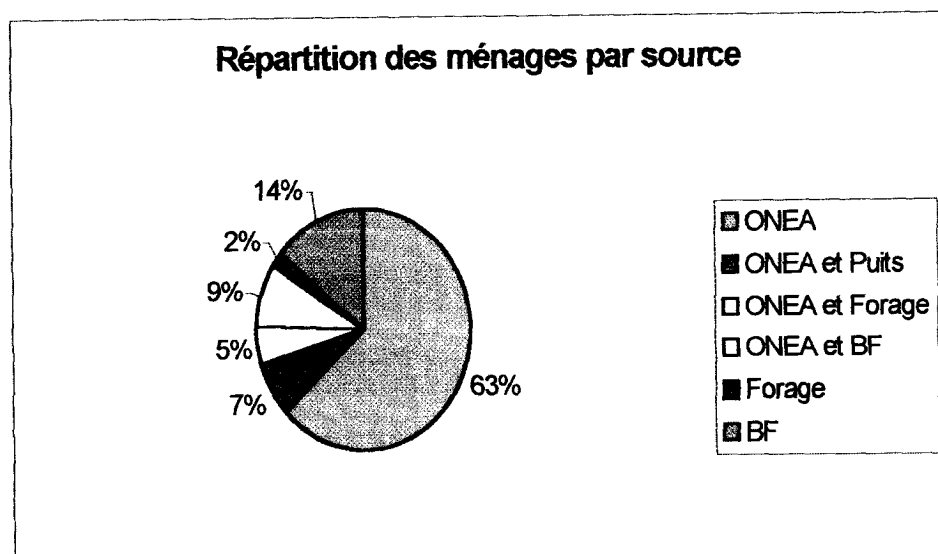


Figure 17 : Répartition des ménages par source d'eau utilisée

III.1.1. Les abonnées de l'ONEA

Des fichiers sur les consommations recherchés auprès de l'ONEA entre 1999 et 2003, il ressort que le nombre d'abonnés à l'ONEA croît chaque année à un taux d'accroissement annuel moyen d'environ 15%. Il était de 2361 en 1999 dans la zone d'étude et s'élève à 4190 soit 37% par rapport au nombre total des concessions dans la zone d'étude en février 2003. L'enquête réalisée sur les 114 ménages montre que 84,2% de l'échantillon est directement raccordé au réseau de l'ONEA dans la zone d'étude.

III.1.2. Les usagers des bornes fontaines

La zone d'études compte plusieurs bornes fontaines. Ces bornes fontaines permettent à ceux qui ne disposent pas de branchement ONEA de s'approvisionner en eau potable ainsi qu'à ceux des abonnés qui sont victimes des coupures prolongées de l'eau (hormis les tournées 74 et 25). L'eau est soit vendue directement au niveau de la BF à raison de 10 FCFA le seau soit par barrique dont le prix varie de 250 à 1000 FCFA au niveau des ménages.

III.1.3. Les usagers des puits

Dans la zone d'étude, il y a des particuliers qui malgré la présence d'un branchement ONEA, disposent d'un puits dans leur concession. Ceci pour "alléger les factures d'eau". L'eau de ces puits est polluée par les latrines situées à proximité et sa qualité peut être douteuse. Conséquence de cette situation les population concernées affirment que cette eau n'est pas destinée à la boisson mais à des usages tels que l'arrosage de fleurs ou plantes, la lessive et le lavage de véhicules.

Les concessions disposant de ces puits représentent environ 7 % de la taille d'échantillon et sont en général placées dans des zones de bas-fond. Dans ces zones, le niveau de la nappe phréatique est d'environ 10 m en moyenne. On rencontre ses puits dans les tournées 25, 74 et 75.

III.1.4. Les usagers des forages

En dehors des forages de l'ONEA destinés à renforcer le réseau en eau potable, ils existent des particuliers qui disposent d'un forage dans leur concession bien que le prix de réalisation d'un forage complet équipé d'une pompe électrique est d'environ 9 000 000 F cfa [Bureau d'études ForAfrique]. En dehors des frais de réalisation élevés, il existe aussi des taxes que les détenteurs des forages doivent payer à l'ONEA. Les concessions disposant d'un forage sont en général concentrées dans les tournées 72 et 73 où les coupures d'eau sont très fréquentes. Près de 7% des parcelles enquêtées disposent d'un forage.

III.2. Les usages de l'eau aux secteurs 15 et 16

% d'usages par sources

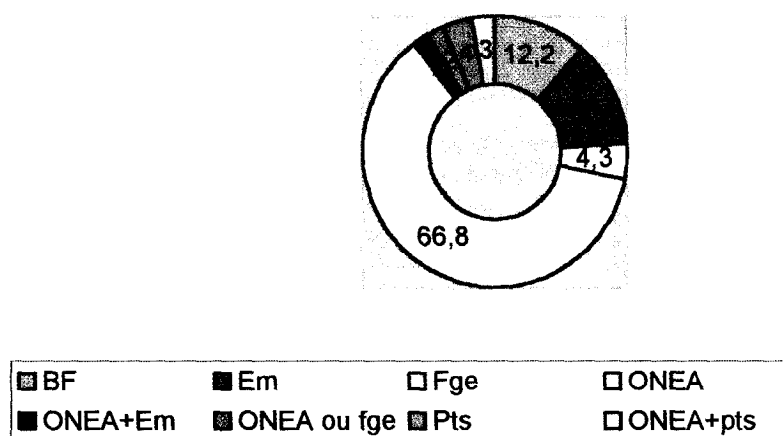


Figure 18 : Pourcentage des usages par sources

Le graphique ci dessus qui présente le pourcentage d'usages en fonction des sources d'AEP révèle que l'eau potable ONEA et BF sont couramment utilisés pour les ménages interrogés. Près de 14% des ménages de cet échantillon utilise l'eau minérale pour la boisson. La BF qui constitue la seconde source après l'ONEA est suivie par les forages. L'eau de puits utilisée par moins de 2 % des ménages de l'échantillon, est sollicitée pour satisfaire la demande en eau pour les travaux ménages notamment le nettoyage de la maison.

III.2.1. Fréquence des usages de l'eau

La fréquence des usages (somme des pourcentage des nombres de fois par usage divisée par 100) de l'eau varie selon les besoins comme l'indique la figure ci dessous :

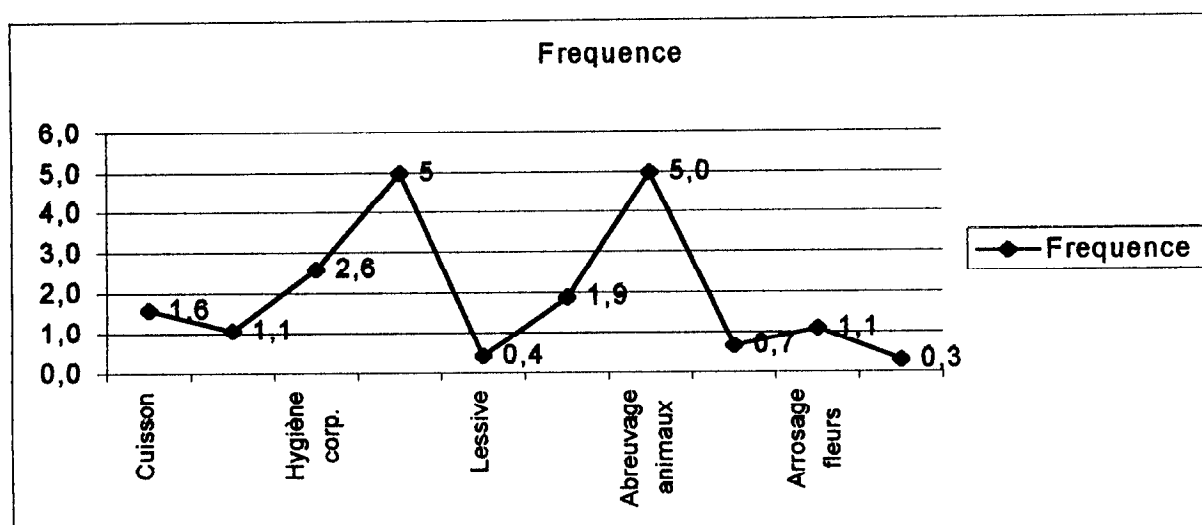


Figure 19 : Fréquence des usages par ménage

Toutes fois comme vous le constatez sur le graphique, nous n'avons pas pu avoir les informations sur les fréquences des usagers suivants : boisson, défécation et lavage des mains. Les enquêtés n'ont pas pu énumérer le nombre de fois qu'ils font ces usages car ils le font très souvent dans la journée.

- Pour les usages de la consommation (boisson et cuisson), la fréquence moyenne journalière est 1,6 fois par jour pour la cuisson ;
 - Pour les usages d'hygiène corporelle (bain, ablution, lavage des mains, défécation), cette fréquence est de 2,6 fois par jour pour l'hygiène corporelle, 5 fois par jour pour les ablutions ;
- Pour les usages d'hygiène de la maison et des ustensiles (ménage, vaisselle, lessive), la fréquence journalière est de 1,1 pour le ménage, de 1,9 fois par jour pour les vaisselles, 0,4 fois par jour pour la lessive ;
- Les autres types d'usages concernent les lavages des véhicules (0,7 fois par jour), l'arrosage des fleurs (1,1 fois par jour) et l'abreuvement des animaux (5 fois par jour).

III.2.2. Quantités par usages

L'évaluation des quantités d'eau par usage n'a pas été du tout aisée car le taux de réponse ne dépasse pas 10% de l'échantillon étudié. Le tableau ci-dessous présente pour mémoire, la moyenne de la consommation par certains usagers dans la zone d'étude pour une dizaine de ménages.

Tableau 16 Usages par ménages

Usages	Volume / ménage (l / fréquence / jour)	Fréquence	Consommation (l/j)
Cuisson	11.75	1.6	18.8
Maison	15.53	1.1	17.08
Bain	9.25	2.6	24.05
Lessive	28.75	0.4	11.5
Vaisselle	13.75	1.9	26.13

L'insuffisance des données pertinentes sur la consommation d'eau par usages dans les ménages de la zone ne permet pas d'évaluer la période de pointe encore moins la consommation spécifique par ménage ou par habitant.

C'est ainsi que nous avons eu recours à la base de données de l'ONEA sur la consommation en eau mensuelle des abonnés de la zone d'étude entre 1999 et 2003 (jusqu'en février) [cf annexe].

III.2.3. Évaluation de la quantité d'eau consommée

III.2.3.1. Calcul de la population actuelle

Le calcul de la population actuelle de la zone d'étude a été effectuée à partir de la population qu'avait le secteur 15 en décembre 1996 (soit 39369 habitants), du taux de croissance de croissance de la ville de Ouagadougou estimé à 4,96 % par an ; au quelle nous avons ajouté la population de la partie du secteur 16 concernée par l'étude (soit 288 habitants en février 2003). Nous estimons donc cette population égale à 57021 en février 2003.

III.2.3.2. Estimation de l'échéance du projet

En nous basant sur les résultats des enquêtes et les données sur les consommations de la zone d'étude, l'échéance du projet a été estimée en septembre 2018 (Voir ANNEXE N°5 pour le détail des calculs).

Tableau 17 : Nombre d'abonnés à l'horizon du projet, taux de croissance mensuel des abonnés et échéance du projet.

Tournée	Ratio du nombre de maisons /Concession	Nombre total de Concessions	Nombre d'abonnés en février 2003	Nombre de maison à saturation	Taux de Croissance moyen Des abonnés	Échéance en mois	Observation
T20	1,6	1305	1752	2051	0,41	39	Saturation en mai (moitié) 2006
T25	1,4	1777	750	2587	0,73	170	Saturation en mai (moitié) 2006
T27	1,9	1634	557	3064	0,91	189	Saturation en septembre 2018
T66	1	1131	222	1131	7,96	5	Saturation en juillet 2003
T72	1,2	1153	254	1345	32,16	6	Saturation en août 2003
T73	1	1266	258	1266	8,16	20	Saturation en octobre 2004
T74	1,7	1726	321	2877	14,25	16	Saturation en juillet 2004
T75	2,1	1344	76	2837	14,51	27	Saturation en mai (moitié) 2005
Total/moyenne	1.5	11336	4736	17814	9,88625	59	

Selon notre démarche, il y a en moyenne 1,5 ménages par concession. L'analyse par dénombrement de la carte du parcellaire des secteurs 15 et 16 montres qu'il y a 11336 parcelles(concessions) dans cette zone. Avec un nombre d'abonnés de 4736 en février 2003, il ressort que le taux de croissance moyen des abonnés évalué sur les données de l'ONEA entre 1999 et 2003 est d'environ 9.9 %. Le taux est relativement faible (de 0.41 à 0.91% par mois) pour les tournées comme 20 (presque saturée), 25 et 27, plus élevé (de 7.96 à 32.16) dans les tournées 66, 72, 73, 74 et 75.

A la saturation de la zone d'étude, nous admettons l'hypothèse selon laquelle chaque maison sera raccordée au réseau de l'ONEA. Ainsi, à saturation de la zone, on aura 17814 abonnés de l'ONEA.

Le taux de croissance mensuel des abonnés n'est pas uniforme sur l'ensemble de la zone. Nous admettons alors l'échéance de saturation au maximum, le temps où chaque maison se raccorde, marquant ainsi la stabilisation de la consommation de l'eau dans les ménages et la zone d'étude. D'après le tableau ci dessus, cette échéance correspond à septembre 2018 quand la dernière tournée (T27) est à saturation d'abonnés. Nous considérons alors l'année 2018 comme échéance de saturation de la zone.

La courbe ci-dessous présente la variation inter annuelle de la consommation mensuelle en fonction des tournées dans la zone de l'étude

Connaissant le nombre d'abonné à l'échéance du projet (par tournée) et les ratio de consommation ci dessus, nous avons pu :

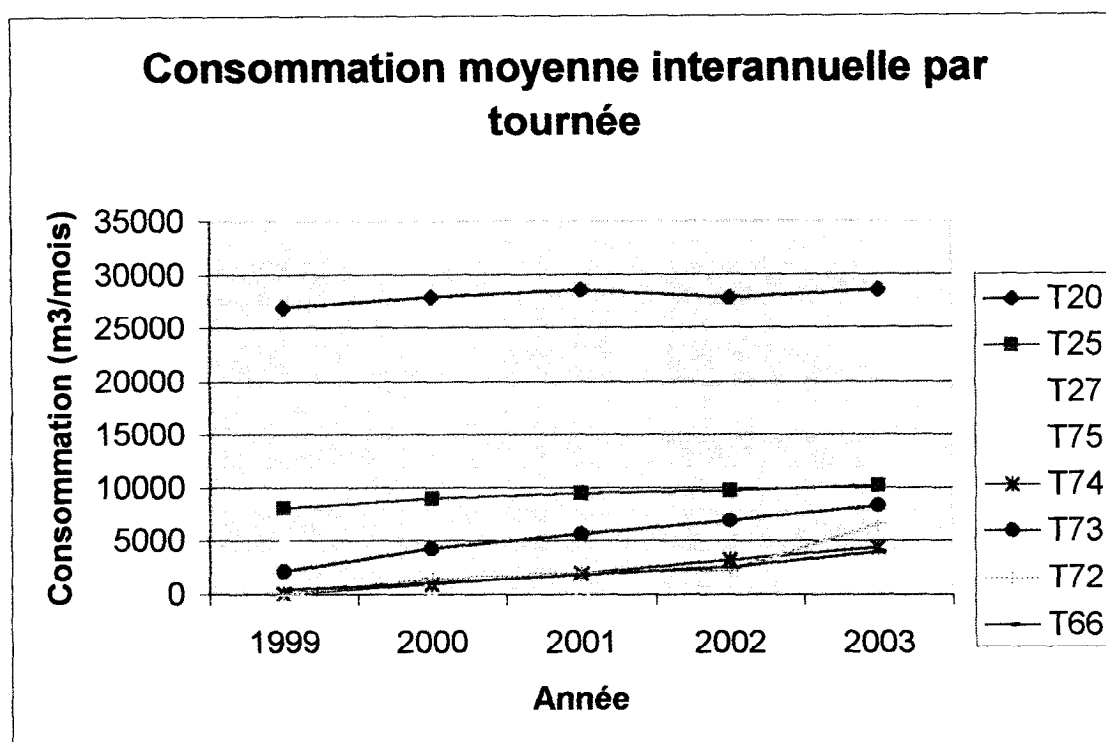


Figure 20 : Consommation moyenne mensuelle par tournée

De cette courbe, nous relevons une nette variation de la consommation moyenne de l'eau dans la zone d'étude. Cette consommation est très élevée dans la tournée 20 par rapport aux autres tournées.

Les périodes de forte consommation sont observées entre les mois de février à mai et d'octobre en décembre. Chaque année, on a deux pics de consommation très souvent au mois d'avril et de novembre pour l'ensemble des tournées.

Tableau 18 : Moyenne des ratios consommation par abonné

	Moyenne des ratios consommation / abonné/ mois par Tournée (m ³ /abonné/mois)							
Année	T20	T25	T27	T75	T74	T73	T72	T66
1999	20,81	17,51	16,18	98,00	42,00	228,89	0,00	16,49
2000	21,12	18,86	16,74	23,14	29,52	86,16	89,00	15,69
2001	22,46	17,62	16,66	26,63	20,81	67,54	33,72	17,17
2002	20,51	18,14	15,48	22,53	17,14	58,62	22,31	16,23
2003	17,15	14,61	13,50	14,21	14,32	33,72	35,74	19,97
Moyenne des ratios (m ³ /abonné/mois)	20,41	17,35	15,71	36,90	24,76	94,99	45,19	17,11

Du fichier de l'ONEA , nous avons rapporté dans le tableau sus la consommation moyenne mensuelle par abonnés. Dans ce tableau, nous avons également déterminer la consommation totale par tournée à l'échéance de saturation de l'abonnement au réseau de l'ONEA.

Il en découle les observations suivantes :

- La consommation moyenne mensuelle par abonné est de 34,05 m³/abonné/mois, varie d'une tournée à une autre : elle est relativement plus élevé dans la tournée 73 où elle représente environ 2.8 fois la moyenne de la zone. Cette tournée correspond en effet, à la zone d'habitat à dominance des maisons de très haut standing (quartier résidentiel).
- Les tournées 75 et 72 suivent avec des consommations spécifiques de 36,90 et de 45,19 m³/mois/abonné correspondent au type d'habitat dominé le haut standing pour la tournée 72 et le moyen standing pour la tournée 75.

- Le troisième groupe de tournées en fonction de la consommation spécifique est composé des tournées 74 qui est dominée par l'habitat de type haut standing. Il précède les tournées 20, 25, 66, et 27 qui sont assez mixtes et composés des habitations à dominance de moyen standing. Du même tableau, nous avons établi la figure ci-dessous présentant à l'échéance du projet la consommation moyenne journalière par tournée.

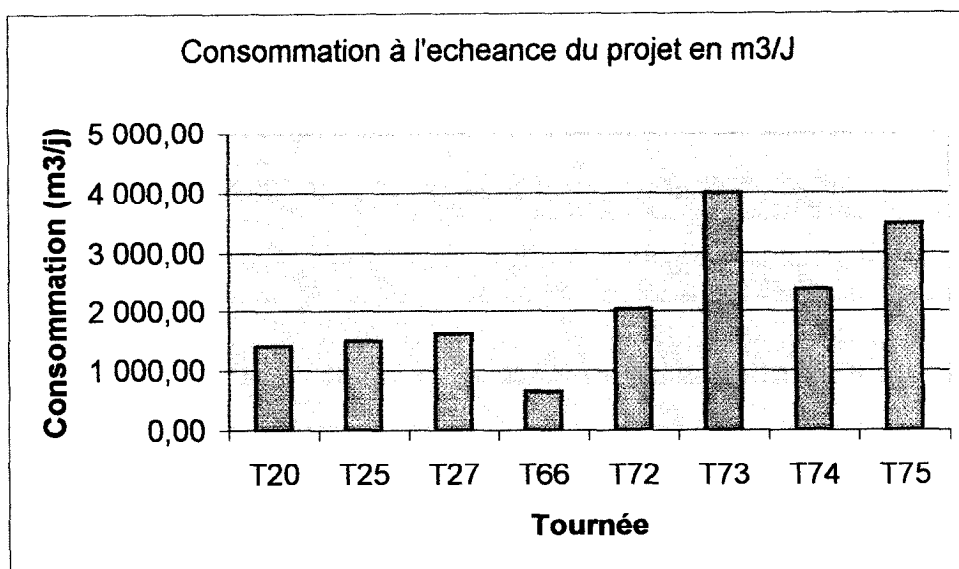


Figure 21 : Consommation à l'échéance du projet en m3/J

A l'échéance du projet, les consommations journalières des tournées des tournées T73 et T75 suivi de la tournée 74 seront très élevées par rapport aux autres tournées.

La consommation journalière à l'échéance du projet sera égale à 17 028,19 m3/jour.

III.2.3.3. La consommation spécifique de la zone d'étude

La consommation spécifique moyenne actuelle = 88,36 litres / personne / jour (Voir Annexe N°6 pour les détails de calculs). Ce nombre est égal à la moyenne des consommations spécifiques par tournée. Sur le graphique ci dessous nous pouvons constater la consommation spécifique moyenne de la tournée 73 est très élevé que celle des autres tournées (189,7 l/j/pers), elle est suivie par le groupe des tournées 66 (159,57 l/j/pers), 74 (89,06) et 72 (86,51l/j/pers). Toutes ces tournées appartiennent au quartier Ouaga 2000 où l'on rencontre les grands consommateurs de la zone d'étude. Ceci ne fait que confirmer tout ce qui a été déjà relaté sur les habitants de cette zone, dominée en grande partie par des habitations de haut standing en moyenne. Les autres tournée ayant une consommation faible par rapport aux autres (28,21 à 58,86 l/j/pers).

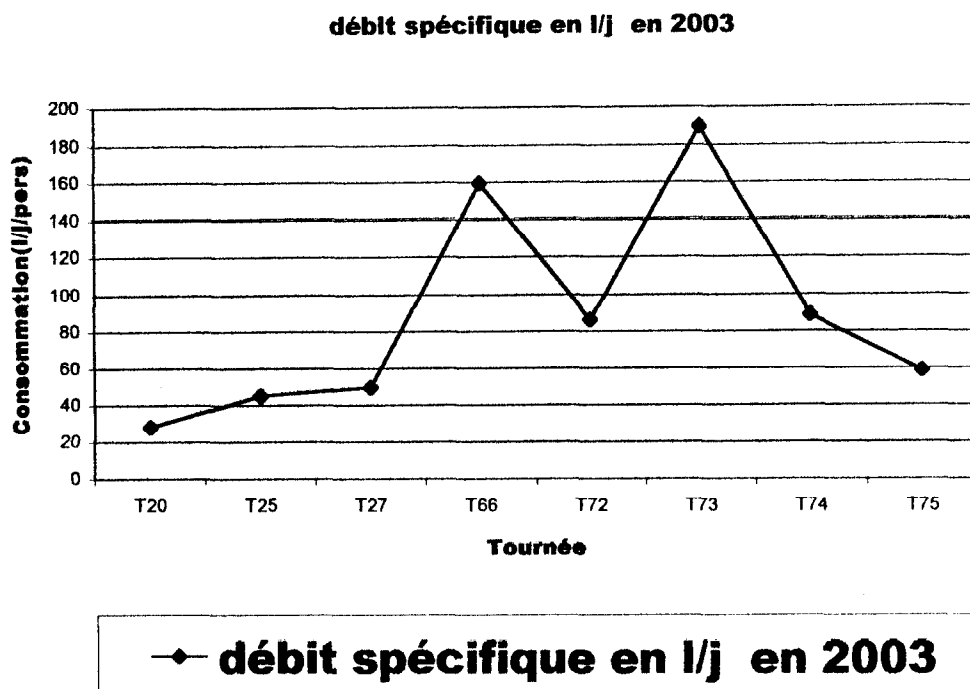


Figure 22 : Consommation spécifique par tournée

III.2.4. Perception des ménages en matière d'approvisionnement en eau potable (AEP)

L'enquête auprès des ménages a été l'occasion de relever les perceptions de ceux-ci quant à la situation de l'AEP dans les secteurs étudiés. Ainsi nous avons apprécié : les satisfactions par rapport au système d'AEP étudié, les problèmes rencontrés, les solutions préconisées et les raisons de leur mise en œuvre.

Sur les 114 ménages interrogés pendant la phase d'enquête, 17,5 % estiment être satisfait du système d'alimentation qu'ils utilisent. Ce sont en général les ménages des tournées autre que les tournées 72 et 73. Par contre 82,5 % de cet échantillon disent ne pas être du tout satisfait de la situation de l'AEP dans la zone d'étude.

Les raisons de cette insatisfaction sont révélées à travers les problèmes que rencontrent 82,5% de ménages sondés en matière d'AEP. La figure ci dessous fait la synthèse des problèmes d'AEP rencontrés dans la zone.

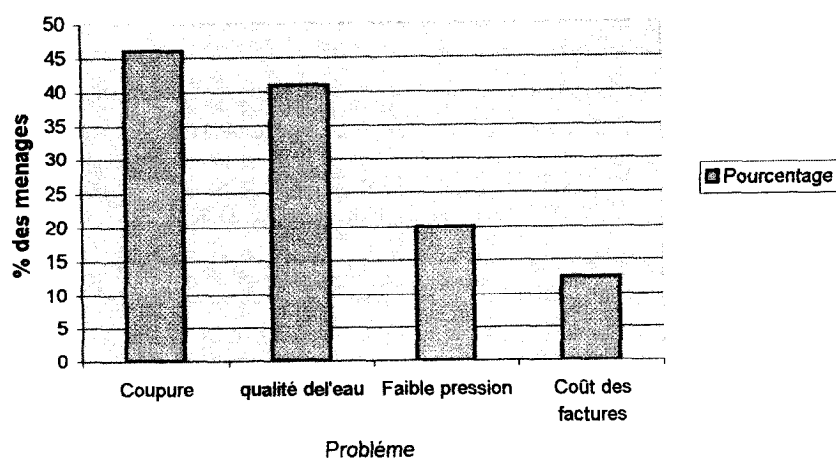


Figure 23 : Problèmes rencontrés en AEP dans la zone d'étude

Du graphique ci dessous, il ressort que :

- Près de 46 % des ménages disposant d'un branchement ONEA se sont plaints des coupures intempestives de l'eau surtout en période de chaleur. Selon les ménages, ces coupures peuvent s'étendre sur un mois et même plus. Les tournées 72, 75, et 66 sont celles les plus concernées par ces coupures et les tournées 74 et 25 en sont les moins concernées.
- Près de 41% disposant d'un branchement ONEA et ceux s'approvisionnant au niveau des BF se sont plaints de la mauvaise qualité de l'eau. Pour eux, l'eau proposée par l'ONEA est : trouble et contient beaucoup de produit chimique (eau de javel). De l'avis de certains, elle n'a pas un bon goût ;
- Environ 20 % des abonnés de l'ONEA se sont plaints de la faible pression de l'eau surtout pendant la période de la chaleur (entre mars et mai) ;
- Près de 12.5 % des ménages se sont plaints du système de facturation de l'eau au niveau de l'ONEA. Pour eux, l'eau coûte très chère au Burkina Faso.

A ces problèmes s'ajoute celui de la file d'attente au niveau des bornes fontaines et l'éloignement des bornes fontaines par rapport aux ménages.

Face à ces problèmes, les ménages interviewés mettent en place des solutions dont les plus importantes sont :

- Le stockage de l'eau dans un château ou un polytank, solution appliquée par les résidents des quartiers résidentiels surtout ceux des tournées 72 et 66 de la zone du projet. Ils représentent 12,5 % de l'ensemble des ménages enquêtés ;
- La construction d'un forage, solution réalisée par près de 7% des abonnés de l'ONEA se trouvant dans les tournées 72, 73 et 74 ;

- Le stockage de l'eau dans des récipients (jares, cuvettes). 20 % de ménages enquêtés qui optent généralement pour cette solution sont ceux surtout faisant partis des moyens standing du quartier de la Patte d'oie.
- L'utilisation de l'eau du puits ou l'achat d'eau à la borne fontaine ou chez des voisins sont préconisés par certains ménages.

IV. Conclusion

La typologie de l'habitat dans les secteurs 15 et 16 de Ouagadougou marqué par une trame de voirie bien fournie se prête bien à l'implantation d'un réseau de collecte et d'évacuation des eaux usées. La consommation d'eau par ménage est relativement élevée (88,36 litres / jour / personne) et garantit une meilleure évacuation des eaux usées.

Le chapitre qui va suivre présentera la situation de l'assainissement des eaux usées dans les secteurs de l'étude.

Chapitre 8 : Situation de l'assainissement et des eaux usées dans les secteurs 15 et 16 de Ouagadougou

I. Introduction

Le volet abordé dans ce chapitre est la synthèse des travaux d'enquêtes auprès des 114 ménages et des observation de terrain.

Ce chapitre sera structuré en cinq paragraphes. Le premier paragraphe présentera les principaux ouvrages d'assainissement des eaux usées utilisées par les ménages des secteurs étudiés. Après un synthèse des problèmes que rencontrent les ménages interviewés, le chapitre se poursuit au paragraphe deux sur la perception des ménages sur les impacts dus aux eaux usées et leur participation aux nouveau projet envisagé dans la zone d'étude. Le présent chapitre s'achèvera par l'évaluation de la quantité d'eaux usées produites dans la zone d'étude et la détermination de la charge polluante des eaux usées de la zone afin d'apprécier son degré de pollution pour éventuellement proposer une solution adéquate pour son traitement.

II. Les modes d'assainissements

II.1. Les différentes modes d'assainissement

L'enquête auprès des ménages et les observations de terrain montre que dans les secteurs 15 et 16 de la zone d'étude prédominent quatre types d'ouvrage d'assainissement des eaux usées : les fosses septiques, les latrines traditionnelles et les puisards (voir figure ci dessous).

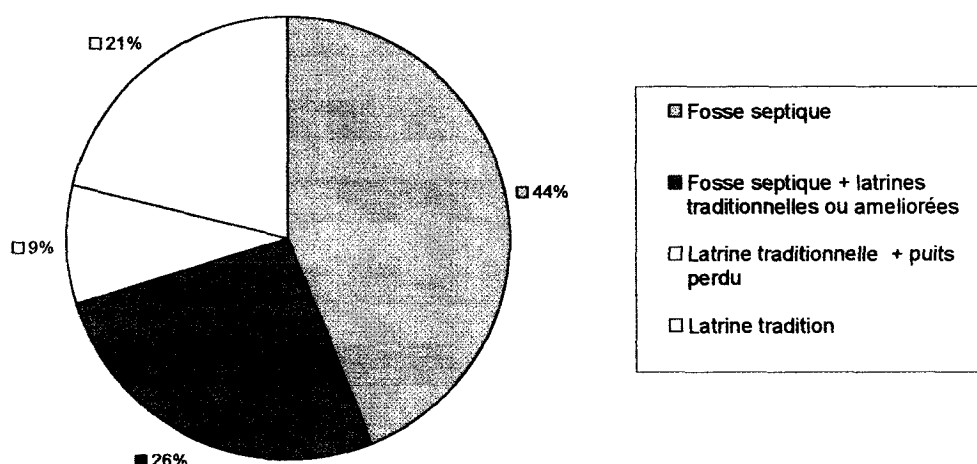


Figure 24 : Répartition des différents modes d'assainissement par ménage

II.1.1. Fosse septique

La fosse septique « toute eau » possède en général deux à trois compartiments dont la profondeur moyenne varie de deux à trois mètres. La collecte, la décantation et la digestion des eaux usées et des excréta est assurée par les deux premiers compartiments. Quant au second, il sert de zone tampon des eaux partiellement traitées avant leur rejet. Dans la zone d'étude, 70 % des ménages possèdent une fosse septique dans sa concession.

II.1.2. Latrines traditionnelles

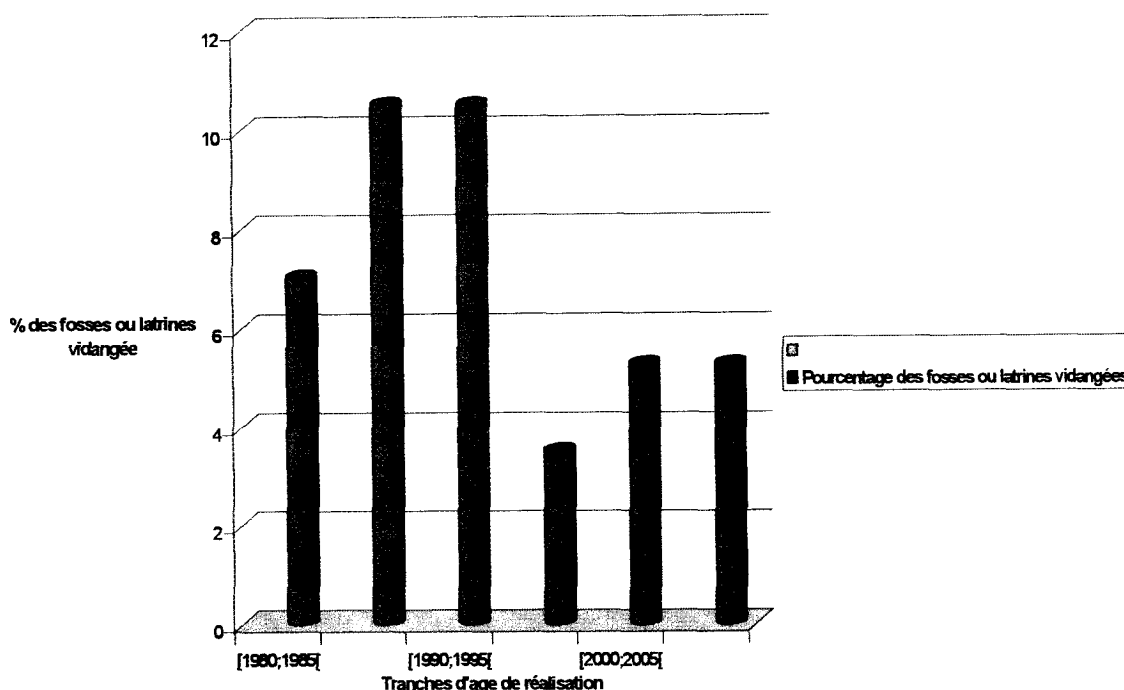
Le graphique ci dessus montre que 21% de ménages n'ont que des latrines traditionnelles. On rencontre aussi des ménages qui malgré qu'ils ont d'autres modes ont aussi des latrines traditionnelles dans leur concession. Ces latrines sont essentiellement présentes dans le quartier « Patte d'oie » (85.7% de l'ensemble de ces ménages) et la tournée 74 (14.7% de l'ensemble de ces ménages) du quartier Ouaga 2000.

II.1.3. Puits perdus

Près de 9 % des ménages affirment déverser les eaux usées dans les puits perdus se trouvant soit dans la parcelle soit dans la rue.

Sur l'ensemble de ces ouvrages (fosses septiques et latrines), près de 42% ont été vidangés dans la zone d'étude entre 1980 et 2003. 17,5% de ces ouvrages ont été vidangés il y a plus de 10 ans et 14 % l'ont été il y a plus de 5 à 10 ans. Sur les 42 % d'ouvrages vidangés, près de 92 % se trouve dans les tournées de la Patte d'oie répartie comme suit : 36,4% dans la tournée 25 ; 27,3 % dans la tournée 75 ; 22,7 % dans la tournée 27 et 13,6% dans la tournée 20. La figure ci dessous nous donne la répartition en pourcentage des tranches d'age de vidange sur les 42 %.

Figure 25 : Pourcentage des vidanges par tranche d'âges



Pour ce qui est de la fréquence des vidanges, des analyses réalisées nous avons pu ressortir les fréquences de vidanges ci- dessous par tranche d'âge de réalisation :

- la fréquence des vidanges des latrines construites avant 1985 est de 4 fois tous les 4 ans, soit une fois par année ;
- la fréquence de celles étant construite entre 1985 et 2000 est de 1,2 tous les 4 ans ;
- entre 1995 et 2000 la fréquence des vidanges est 1.5 tous les 4 ans ;
- la fréquence de celles construites entre 2000 et 2003 est de une fois tous les 3 ans.

II.2. Perception des ménages en matière d'assainissement

La situation de la gestion des EU. autres que les eaux vannes est marquée par le fait que 54,4% de ménages sont concernés par l'absence de systèmes d'assainissement dans la cours obligeant ainsi les habitants à jeter les eaux usées soit dans la cour ou dans la rue. Dans la plus part des cas, les habitants n'ont pas souvent le choix car ils n'ont aucun système d'assainissement mis à leur disposition. Ces habitants trouvent normal de jeter l'eau dans la cour ou dans la rue devant la parcelle. Ils déversent directement les EU dans les caniveaux (7,02% de ménages). Ils ne sont pas gênés par les plaintes des voisins (5,26%) pour les EU versées dans la rue ou les

caniveaux. Cette situation se rencontre dans le quartier de la Patte d'oie, plus précisément dans les tournées 25 et 75. Des habitants déversent de l'eau dans la rue, bien qu'ils ont des systèmes d'assainissement pour tout simplement "arroser la cour ou les fleurs ou la devanture de leur parcelle".

L'enquête auprès des ménages révèle que près de 19 % des ménages (tous dans les tournées de Ouaga 2000) n'ont pas de problèmes en matière d'assainissement. 9 % de ménages interrogés sont confrontés au problème de remontées du niveau de la nappe phréatique pour des latrines, des fosses septiques et dans les équipements d'assainissement. Cette situation est plus marquée dans les tournées 74, 75 et 25 de la zone d'étude. En effet, la nappe phréatique n'est pas assez profonde dans ces zones. Ce qui oblige les ménages concernés (2 % de l'échantillon enquêté) à vidanger très fréquemment leur système d'assainissement. Certains ont tout simplement construit des ouvrages en béton armé.

La situation des eaux usées est aggravée par les déchets solides qui selon 2 % des ménages (en majorité dans la tournée 27) bouchent les caniveaux. Les ménages concernés par ce problème n'ont aucune solution pour l'instant si ce n'est "l'attente d'une intervention du service d'hygiène et de la mairie". A ce problème s'ajoute le problème de plomberie (conduite bouchée, évier en panne) qui touche 11 % de l'échantillon des ménages interrogés.

Le problème des odeurs, de la présence des mouches et cafards provenant des puisards et latrines traditionnelles est cité par 3,5 % des ménages interrogés. Pour remédier à cette nuisance, il y a certains ménages qui achètent des insecticides pour les mouches et les cafards et pour les odeurs ils mettent soit du grésil, soit ils versent de l'eau savonneuse dans les latrines.

La perception des ménages quant aux gênes causées par les eaux usées est différemment appréciée selon les tournées. En effet, 40.35% des ménages sont gênés par les EU. ; parmi ces ménages, il y a près de 91.30% qui se trouvent à la Patte d'oie plus particulièrement dans les tournées 20, 25, 27 et 75. Le type de gêne que ces eaux peuvent procurer sont entre autres : les mouches, les odeurs, les moustiques, les crapauds et les cafards ; la dégradation du paysage par la stagnation des EU. dans la rue (12.28 %), les caniveaux (15.79 %), les regards (cas des étudiants du campus des étudiants de la Patte d'oie) et enfin les ordures déversées dans les caniveaux. Près de 2 % de ménages essentiellement situés dans la tournée 75 se sont plaints car il y a beaucoup de caniveaux dans la zone qui sont des dépotoirs des ordures ménagères.

Selon les ménages interrogés et ayant reconnus que les eaux usées ont des impacts sur la santé des riverains et ceux qui les manipulent. Près de 39 % des ménages ont mentionné le type d'impacts que cela pouvait avoir sur leur santé. Pour eux, les eaux usées peuvent être à l'origine de diverses maladies telles que le paludisme, le choléra, la diarrhée, les maux de ventre, le

ballonnement de ventre à force d'inhaler les mauvaises odeurs en provenance de ces eaux, et dangereux pour les enfants marchant souvent pieds nus.

Les impacts sur l'environnement sont perçus par la quasi totalité des ménages étudiés puisque 91.3 % entre eux ont répondu que ces eaux avaient des impacts sur l'environnement. Parmi ces impacts, l'enquête a permis de relever les points suivants : la dégradation de l'environnement ; la prolifération des moustiques, des mouches et des cafards ; la pollution de l'air ; le dégagement des mauvaises odeurs provenant des tas de pourriture déposés dans les rues ou les caniveaux ; la stagnation des eaux dans les rues les rendant ainsi impraticable par les piétons et les engins et les conflits entre voisins.

L'impact sur le cadre de vie est également perçu par les ménages constatant un gêne à partir des eaux usées. Près de 83 % de ces ménages ont affirmé que les eaux usées avaient des impacts sur leur cadre de vie avec notamment la dégradation du cadre de vie surtout lorsqu'elles stagnent dans la rue, tout juste devant leur parcelle ou dans le caniveau (très souvent à ciel ouvert) longeant la devanture de leur concession. En outre, selon ces ménages, la présence des EU. favorise la croissance des herbes indésirables ou adventices dans la cour ou dans la rue et dégrade le paysage . La présence d'eaux usées est " très gênante pour les visiteurs voir un objet de honte pour eux ".

II.3. Connaissance du projet futur par les ménages de la zone d'étude

Le niveau d'information des ménages ayant fait l'objet de l'enquête est relativement faible en ce qui concerne les projets en cours à Ouagadougou, puisque moins du quart (21 % environ) disent être au courant des projets extension du réseau d'égouts (en cours) et de la construction de la nouvelle station de Kossodo. Pour cette tranche des ménages, ce nouveau projet est " une bonne initiative qui aurait pu voir le jour depuis for longtemps ". En outre ce projet pourra générer des emplois pour les chômeurs qui seront recrutés lors de la réalisation ; mais également pour les maraîchers qui envisageront s'installer à l'aval de la station d'épuration. Pour d'autres, " la réalisation d'un tel projet est normale pour un pays en développement ".

Dans l'ensemble, les ménages concernés encouragent l'ONEA à " résoudre leurs problèmes d'assainissement par la construction de réseau d'égouts ". Mais auparavant l'ONEA devra stabiliser l'offre en eau dans leurs secteurs.

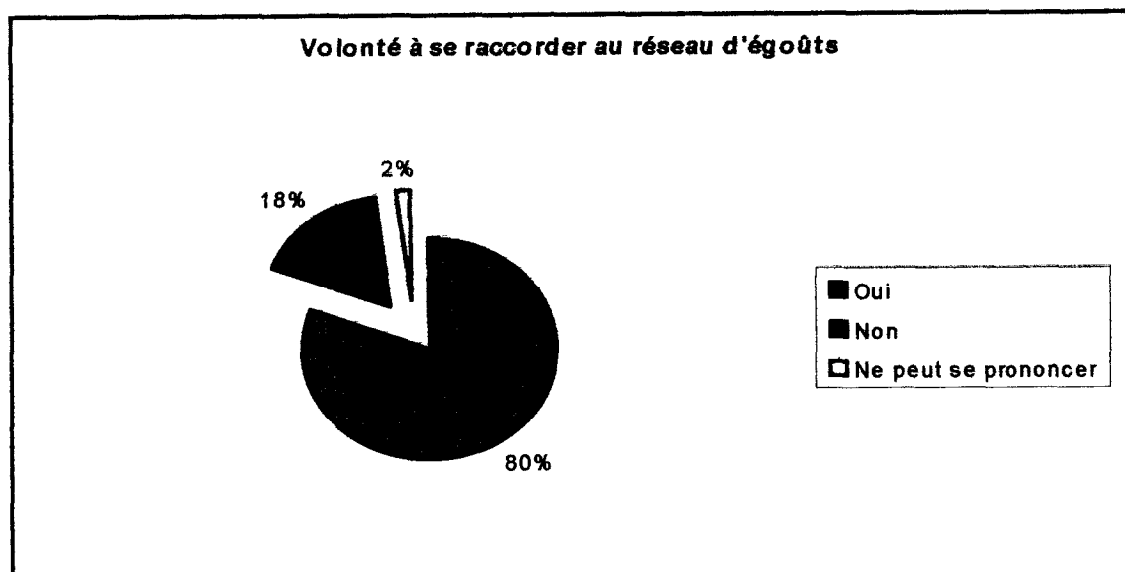


Figure 26 : Volonté à payer pour se raccorder au réseau d'égouts

A la question de savoir s'ils étaient d'avis à se raccorder au nouveau réseau d'égouts ; d'après le graphique ci dessus, les ménages interrogés répondent à près de 80 % à l'affirmation, 18 % ne se prononcent pas et 2% ont dit non.

Pour le groupe de ceux qui sont d'accord pour se raccorder, plus des 2/3 (66%) accepte de contribuer pour le branchement au réseau et le tiers restent indécis car ne peuvent pas se prononcer. Cette hésitation est beaucoup plus perçue par les locataires (74 % des indécis) contre 21% des propriétaires des concessions (parcelles).

Pour ce qui est de la participation de la population de la zone d'étude, toutes les personnes sondées et qui ont accepté de contribuer, ont optées pour une participation financière (autour de 500 FCFA/abonné/mois pour certains ménages sondés). Mais toutefois cela dépendra pour certains du coup ou des taxes à payer et de la participation du propriétaire de la parcelle pour d'autres ceux qui sont en location.

II.4. Évaluation de la quantité d'eaux usées produite dans la zone d'étude

A l'horizon du projet, la quantité d'eaux usées produite dans la zone d'étude sera de 13 622,55 m³/jour pour une consommation journalière d'eau potable égale à 17 028,19 m³ et un taux de rejet fixé à 0,8. Le tableau ci dessous nous donne les quantités d'effluents produits dans chaque tournée.

Tableau 19 Quantités d'effluents produits dans la zone

Tournée	Consommation moyenne de pointe EP(échéance projet) m3/ mois	Consommation moyenne de pointe EP(échéance projet) m3/ j	Débit EU moyen m3/j
T20	41 856,29	1 395,21	1 116,17
T25	44 525,86	1 484,20	1 187,36
T27	48 137,82	1 604,59	1 283,67
T66	19 351,84	645,06	516,05
T72	60 788,75	2 026,29	1 621,03
T73	120 252,47	4 008,42	3 206,74
T74	71 226,04	2 374,20	1 899,36
T75	104 706,54	3 490,22	2 792,18
Total	510 845,62	17 028,19	13 622,55

Le débit moyen d'effluent produit dans la zone d'études par jour et par personne est égal à 110,5 litres / personne / jour à l'échéance du projet. Cette quantité moyenne d'effluent produit dans la zone d'étude qui fait partie du centre urbain de Ouagadougou, cadre bien avec celle produite dans des centres urbains de haut standing

Le graphique ci dessus, donne des quantités unitaires d'eaux usées par tournée de la zone d'étude.

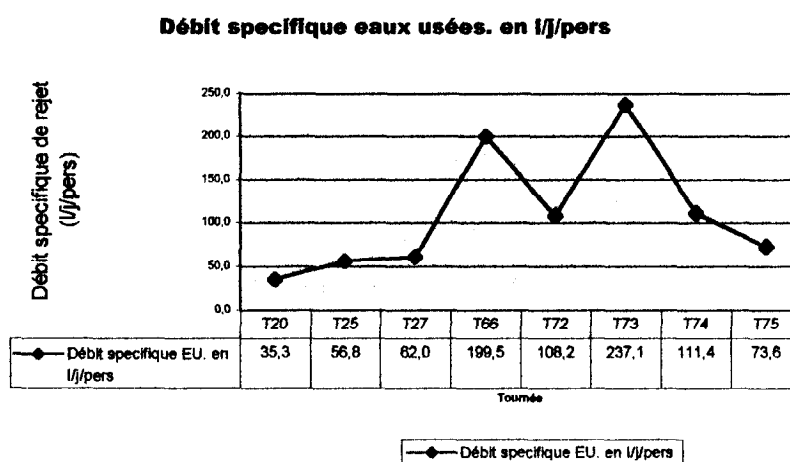


Figure 27 : Débit spécifique d'eaux usées en l/j/ personne

Les quantités unitaires d'effluents rejetées dans les tournées 66 et 73 sont élevées à cause du niveau de standing de ces tournées, des activités qui y sont menées et des usages d'eau (arrosage quotidien des plantes, lavage des véhicules, etc.). Le problème des coupures d'eaux intempestives peut expliquer le fait que les abonnés de la tournée 66 rejettent plus d'eau que ceux de la T72 dont les abonnés utilisent par ailleurs beaucoup plus l'eau des forages pour leurs usages quotidiens.

II.5. Résultats d'analyses des eaux

Pour apprécier le degré de nuisance des eaux usées dans la zone d'étude et de confirmer ou infirmer les avis des ménages abordés dans le paragraphe précédent sur les impacts que peuvent avoir les EU. sur leur santé, nous avons réalisé des prélèvements des eaux usées de la zone d'étude puis analysés au laboratoire afin de les caractériser. Pour faire cette évaluation nous avons eu recours aux résultats d'analyses en laboratoire des eaux usées prélevées dans la zone d'étude. Les analyses physico- chimique et bactériologiques ont été effectuées sur cinq échantillons prélevés sur le terrain afin de rechercher les différents indicateurs de pollution (voir paragraphe III.7 du chapitre N°5). Le nombre d'échantillon est réduit à causes des difficultés rencontrées lors de ces différents prélèvements.

Tableau 20 Résultats d'analyse physico-chimique des eaux usées

Paramètre	Unité	Échantillo n N°1	Échantillo n N°2	Échantillo n N°3	Échantillo n N°4	Échantillo n N°5
PH		6,74	7,21	7,40	7,36	7,40
Température	°C	33,2	34,5	34,9	35,2	34,3
Conductivité à 20°C	'µS/cm	1588	691	4780	2630	2060
Potentiel redox	mV	+42	+16	-11	+1	+18
MES Matières en suspension	'mg/l	0,78	0,46	0,39	0,23	1,20
MST Matières sèches totales	'mg/l	1,435	1,329	1,222	0,106	0,095
MM Matières minérales	'mg/l	0,427	1,025	0,664	0,065	0,040

MO Matières organiques	'mg/l	1,008	0,304	0,558	0,041	0,055
DCO	'mg O ₂ /l	1180	590	680	690	600
DBO5	'mg O ₂ /l	700	200	250	250	200
NTK Azote Kjeldahl	'mg O ₂ /l	196	146	174	179	173
Phosphore total	'mg /l	5,5	0,1	9,4	7,9	3,4

- Les mesures de potentiels redox n'ont pas été faites in situ, les échantillons ayant attendu avant que la mesure ne soit effectuée, les résultats obtenus doivent être pris avec précaution.

Tableau 21 Résultats d'analyses bactériologiques

Paramètre	Méthode	Échantillon N°1	Échantillon N°2	Échantillon N°3	Échantillon N°4	Échantillon N°5
Recherche et dénombrement des coliformes thermotolérants (fécaux) à 44°C (nombre / 100ml	Par étalement tergitol 7+TTC incubatio n 24 heures	2.10 ⁶	2.10 ⁶	1.10 ⁶	1.10 ⁶	5.10 ⁶
Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux du groupe D à 35 °C (nombre / 100ml	Par étalement gélose Slanetz incubatio n 48 heures	4.10 ⁶	1.10 ⁶	1.10 ⁶	1.10 ⁶	6.10 ⁶

▪ **Commentaire**

Des résultats d'analyses obtenues ci dessus, nous pouvons dire que les eaux de la zone d'étude contiennent des matières organiques et minérales ainsi que des matières en suspension. Leur présence n'est pas un danger pour l'homme mais plutôt pour le milieu récepteur qui peut être l'eau de surface ou souterraine. Par exemple la présence des phosphates nous renseigne sur la pollution de l'eau due aux détergents qu'utilisent les hommes dans leurs tâches quotidiennes. Leur risque est lié à l'eutrophisation des eaux calmes.

La présence très élevée (de l'ordre de 10^6) des coliformes fécaux et des streptocoques nous révèlent la présence des indicateurs de pollution que l'on peut trouver dans les eaux utilisées par l'homme et de ce fait, provoquer des maladies si elle n'est pas traitée.

La plupart des micro-organismes à l'origine des grandes épidémies historiques d'origine hydrique et de celles qui subsistent encore dans les pays développés, ont pour habitat normal les intestins de l'homme ou de certains animaux à sang chaud. De ce fait, s'il a été prouvé qu'une eau est soumise à une pollution par les matières fécales, il existe un risque qu'elle contienne des micro-organismes pathogènes de cette origine.

Comme les rapports DCO /DBO5 de tous les échantillons tournent autour de 2,5, les eaux usées de la zone d'étude peuvent être traitées biologiquement.

Quant aux impacts de cette eau sur la santé en se servant des études déjà réalisées en la matière nous pouvons dire que eaux peuvent être à l'origine des maladies hydriques telles que le paludisme, le choléra, la dysenterie amibienne et la bilharziose. Ceci ne fait que confirmer tout ce qui a été recueillies comme informations au niveau des ménages dans le domaine de la santé.

I. Conclusion

L'analyse des résultats d'enquêtes développée dans ce chapitre ne fait que confirmer ce que nous avons vu sur le terrain lors de la reconnaissance du site. Sur les 19% de ménages n'ayant pas de problème d'assainissement, ne figure guère les ménages de la Patte d'oie ; tous ces ménages font partis de Ouaga 2000. En effet, la patte d'oie est confrontée a des sérieux problèmes d'assainissement surtout dans les tournées 25, 27 et 75. Ces eaux usées males gérées sont source de maladies pour 39 % des ménages concernés par les problèmes d'assainissement, 91,3% pensent que les eaux usées ont des impacts sur la santé et 83 % sur le cadre de vie. Pour ce qui est de la connaissance du projet Kossodo, 21 % de ménages sur les 114 sont au courant de ce projet. 80 % ont donné un avis favorable pour se raccorder au réseau d'égouts en projet mais seuls les 2/3 d'entre eux ont opté pour une participation financière tournant autour de 500 F cfa /abonné, pour certain et d'autre exige que la participation ne soit pas très élevée.

La production des EU actuelle (58,36 l/jour/personne en moyenne) et futur (110,6 l/jour/personne en moyenne) dans la zone d'étude prouve que cette zone doit bénéficier d'un projet d'assainissement collectif des eaux usées, ceci pour améliorer le cadre de vie des habitants. Pour pallier à tous les problèmes causés par le manque des systèmes d'assainissement et pour une meilleure gestion des eaux usées dans la zone d'étude, dans le chapitre suivant nous allons faire la proposition des solutions envisagées et déterminer leurs coûts de réalisation.

Chapitre 9 : Les options technologiques applicables dans la zone

I. Introduction

Pour résoudre les problèmes majeurs causés par une mauvaise gestion des eaux usées dans la zone d'étude, il a été prouvé dans les chapitres précédents que c'est le lagunage qui était le système le mieux adapté dans notre contexte, pour traiter les eaux de la zone d'étude compte tenu des multiples avantages entre autres son fonctionnement très simple et de son coût d'investissement nettement plus faible que les autres. Le problème avec ce système reste celui de la disponibilité des terres pour l'implantation de ces différents bassins de lagunage. Comme nous l'avons annoncé dans le chapitre 5, deux sites d'implantation ont été repérés lors de nos investigations. La présence de ces sites nous a permis de proposer deux solutions pour le traitement des eaux, seule la contrainte de la disponibilité de l'espace et du coût d'investissement du projet qui nous fera adopter l'une de ces deux options. Ainsi, dans ce chapitre, nous allons dimensionner le réseau d'égouts, dimensionner les bassins de lagunage, faire le calcul économique des différences de chaque option.

II. Présentation des différentes options

II.1. Première option

Pour cette option, nous avons prévu deux stations d'épuration des eaux usées dont une est située au niveau de la retenue d'eau (voir Figure 33) et l'autre au sud-est des résidences AZIMO.

II.1.1. Station N°1

Cette station recevra toutes les eaux de la Patte d'oie et de la tournée 74, soit un volume journalier de 8278,74 m³ à l'échéance du projet (2018). Toutes les eaux seront collectées dans une bache munie d'un dégrilleur de maille 2mmX3mm avec barres de 3mm d'épaisseur. Cette bache sera située au point S1 (voir plan ci dessous) puis acheminées gravitairement vers le premier bassin anaérobie qui sera situé à une vingtaine de mètre de la bache.

II.1.2. Station N°2

Pour acheminer les eaux usées de Ouaga 2000 et de la tournée 66 collectées au point S4 (cote du terrain naturel 325) vers le premier bassin (anaérobie) de la station située à une distance d'environ 340 du pont S5 (cote du terrain naturel 328,5m). Compte tenu de la topographie de ce site, nous avons prévu trois stations de relevage a cet effet.

- une station (P1) au niveau du point S2 pour relever les eaux de ce point (côte du terrain = 320 m) au point S3 (côte du terrain = 315 m). Cette station recevra toutes les eaux de la

tournée 72 et 73 situées au nord de l'avenue Pascal ZAGRE. Cette station sera dimensionner pour un débit d'apport de 36,24 l/s correspondant à la somme des débits de ces deux tournées (coté nord).

- une station (P2) au niveau du point S3 pour relever les eaux de ce points jusqu'au point S4 (côte du terrain = 325 m). La station a été dimensionnée pour un débit de pointe estimé à 110 l/s (débit de pointe des tournées 72 et 73).
- une station (P3) de relevage pour pomper toutes les eaux recueillies au niveau du point S5. Ainsi, les eaux pourront descendre d'une manière gravitaire dans les différents bassins de stabilisation. Cette station ainsi que sa bâche ont été dimensionnées pour un débit de pointe 125 l/s correspondant au débit de pointe de l'ensemble des tournées 72, 73 et 66.

Récapitulatif

Pour la conception de cette station, nous aurons à prévoir trois stations de relevage.

II.2. Seconde option

Pour cette option, nous avons prévu une station pour épurer toutes les eaux de la zone d'étude. Cette station sera située au sud des résidences AZIMO compte tenu de la disponibilité de l'espace dans cette zone (plus de 80 ha).

Pour cette station, nous avons prévu en tout et pour tout quatre stations de relevage pour des raisons liées à la topographie de la zone.

- une station (P1) pour relever le niveau des eaux du point S1(cote du terrain naturel =305 m) au point S3 (cote du terrain naturel =315 m) sur environ 2 km pour un débit de 168 l/s;
- une station (P2) pour relever les eaux du point S2 (cote du terrain naturel =310 m) au point S3(cote du terrain naturel =315 m) pour un débit de pointe estimé à 36,24 l/s ;
- une station (P3) pour relever les eaux du point S3 (cote du terrain naturel =315 m) au point S4 (cote du terrain naturel =325 m) pour un débit de pointe estimé à 258,3 l/s ;
- une station (P4) de relevage pour pomper toutes les eaux recueillies au niveau du point S5. Ainsi, les eaux pourront descendre d'une manière gravitaire dans les différents bassins de stabulation. Cette station ainsi que sa bâche ont été dimensionnées pour un débit de pointe correspondant au débit de pointe de l'ensemble de la zone d'étude.

II.3. Choix de l'option à retenir

L'option deux nous présente un choix d'une station d'épuration traitant les eaux usées de la zone d'étude totalement avec 4 pompes de relevages tandis que l'option une préconise un choix de deux statons d'épuration traitant les EU de la zone d'étude de façon partagée avec 3 pompes de relevage.

Si nous supposons que le coût d'investissement du traitement des EU de la zone d'étude est le même pour les stations d'épuration de l'option deux et une puisqu'elle traiteront la totalité des EU alors le choix sera basé sur le coût d'investissement des pompes.

Le nombre moins important de pompes de l'option une nous préconise son choix.

Néanmoins, cette ébauche d'évaluation de l'investissement sommaire doit être mieux approfondie et détaillée afin d'arriver à une estimation fiable des coûts. La durée de l'étude ne nous a pas permis d'affiner notre évaluation financière des coûts.

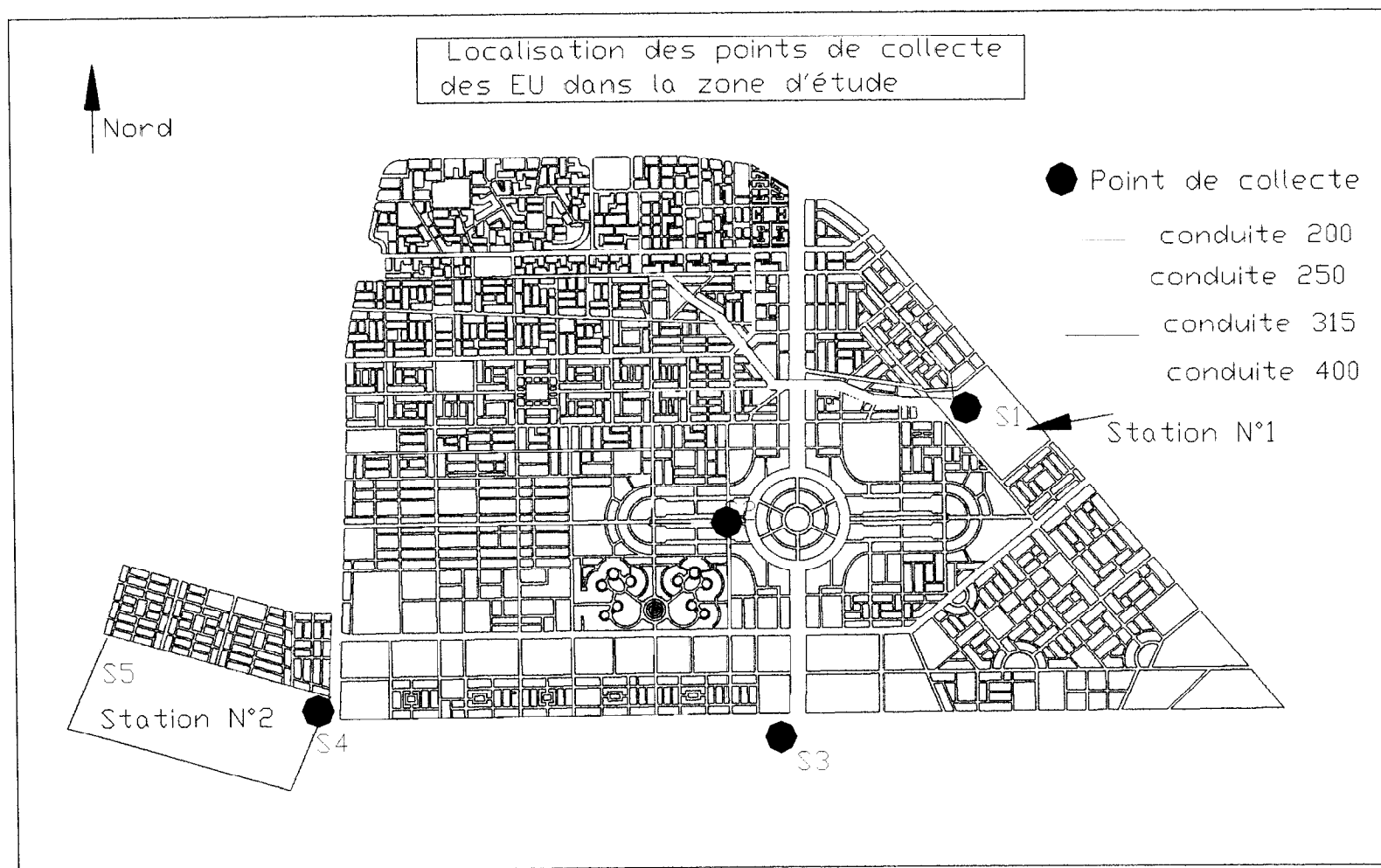
Aussi, les coûts récurrents devront de même être mieux évalués.

III. Dimensionnement du réseau d'égouts

Le dimensionnement a été fait en se basant sur le sens d'écoulement des eaux de la zone d'étude, afin de limiter le nombre de station de relevage dont les coûts d'entretien et d'investissement coûtent relativement chers. Comme la topographie de la zone d'étude n'est pas uniforme dans son ensemble, nous avons privilégié un écoulement gravitaire des eaux usées dans les conduites. Nous nous sommes donc retrouvés avec quatre points de collecte des eaux usées dont la disposition est indiquée sur le plan ci-dessous.

Le réseau d'égouts a été conçu de telle sorte que les conduites passent dans pratiquement toutes les voies ceci pour permettre au ménage de se raccorder au réseau à partir d'un regard de branchement (à raison d'un regard de branchement pour 10 concessions). Des regards ont été prévus aussi aux points de croisement des conduites et aussi au niveau des changements de direction des conduites. Ceci pour éviter les coudes et les Tés qui coûtent excessivement chers. Nous avons opté pour des regards de dimension : Longueur=1,5m ; largeur=1,0m et Hauteur=0,5m.

Carte 6: Localisation des points de collecte des EU



Les calculs ont été effectués selon que les eaux seront dirigées vers les différents points de collecte localisés sur la carte ci-dessous. Nous avons considéré les pentes moyennes de la zone d'études pour faire le dimensionnement du réseau.

Les résultats sont consignés dans les tableaux ci-dessous et par tournée.

Tableau 22 : Longueur et diamètre des conduites du réseau

Tournée	Débit d'avenir à transporter en l/s	Longueur totale des conduites	Longueur totale par point de collecte	longueur totale des conduites de ϕ 400	Longueur totale des conduites de ϕ 315	Longueur totale des conduites de ϕ 250	Longueur totale des conduites de ϕ 200
66	5,97	15569	15569				15669
72	18,76	27792	61043			646	60397
73	37,12	33252					
20	14,86	19054	133785	1580	570	2246	129389
25	21,98	24227					
27	32,32	23968					
74	12,92	41448	133785	1580	570	2246	129389
75	13,74	25088					
Total	157,67	210 398	210398	1580	570	2892	205456

Commentaire des résultats

Nous ferons les commentaires par tournées ou par groupe de tournées, étant donné que les calculs ont été faits en tenant compte du drainage des eaux d'une tournée aux différents points de collecte repérés.

- **Tournée 66**

Toutes les conduites de cette tournée ont un diamètre minimal. Toutes les trois conditions d'autocurage étant vérifiées, les conduites de cette tournée ne devant pas bénéficier d'un entretien régulier (Annexe N°11). Cela s'explique par la faible quantité de l'effluent à transporter à l'horizon du projet.

- **Les tournées 72 et 73**

Les tournées 72 et 73 ont été combinées parce que les effluents de la tournée 73 situé en amont (dans le sens d'écoulement gravitaire des eaux) de la tournée 73 doivent transiter par cette dernière pour rejoindre le point de collecte; que ce soit du côté sud ou du côté nord de ces deux tournées. Dans la tournée 72, toutes les conduites sont en ϕ 200 mais par contre dans la tournée

73 il y a des conduites qui ont des diamètre de 250 mm. Ceci à cause du débit qui croit au fur et à mesure on se rapproche du point de collecte. Les conditions d'autocurage n'étant pas toutes vérifiées (condition sur les vitesses), un entretien régulier des conduites doit être effectué. Les eaux de ces deux tournées seront collectées en deux points différents à savoir un point au sud S4 et un autre au nord S3 (Voir Figure N° 33).

- Toutes les eaux des tournées 20, 25, 27, 75 et 74 sont acheminées gravitairement vers la retenue en longeant le lit du cours d'eau qui prend naissance entre les limites des tournées 74 et 75. Dans cet ensemble de tournée, on rencontre toutes les catégories de diamètre à savoir : les conduites de diamètre 200 mm, 250, 315 et 415 mm. C'est dans la tournée 74 qu'on rencontre la troisième et la quatrième catégorie de conduites car ces dernières sont chargées de drainer toutes les eaux des autres tournées. Les conditions d'autocurage n'étant pas toutes vérifiées, un entretien régulier doit être effectué dans ces conduites.

Estimation du coût d'investissement des canalisations

Tableau 23 : Coût de la fourniture et pose canalisations en PVC

Désignation	unité	quantité	prix unitaire	prix total (FCFA)
Installation de chantiers	Forfait	1	1 500 000	1 500 000
Démolition et reconstruction d'aires revêtues ***	M2	686,4	9 000	6 177 600
Conduites (φ) 200	MI	281722	6 585	1 855 139 806
Conduites (φ) 250	MI	3142	10 275	32 287 212
Conduites (φ) 315	MI	4785	12 948	61 956 180
Conduites (φ) 400	MI	2050	16 442	33 705 905
Grillage avertisseur	MI	291699	200	58 339 875
Regards de croisement et de changement de direction	U	980	72 000	70 560 000
Regards de branchement	U	1200	49 500	59 400 000
Regards de visite (hauteur=2m, diamètre 1m)	U	8	250 000	2 000 000
Total conduites				2 181 066 577

*** La démolition concerne toutes les routes bitumées devront être traversées par les conduites. C'est dans le quartier Ouaga 2000 que ce problème se posera car toutes les voies de ce quartier sont bitumées.

IV. Dimensionnement des stations de relevages

Pour la solution retenue, trois stations de relevage seront à dimensionner compte de la topographie du site. A savoir :

- une station (P1) au niveau du point S2 pour relever les eaux de ce point (côte du terrain = 320 m) au point S3 (côte du terrain = 315 m). Cette station recevra toutes les eaux de la tournée 72 et 73 situées au nord de l'avenue Pascal ZAGRE. Cette station sera dimensionner pour un débit d'apport de 36,24 l/s correspondant à la somme des débits de ces deux tournées (coté nord).
- une station (P2) au niveau du point S3 pour relever les eaux de ce points jusqu'au point S4 (côte du terrain = 325 m). La station a été dimensionnée pour débit égal à la somme des débits de ces deux tournées estimés à .
- une station (P3) de relevage pour pomper toutes les eaux recueillies au niveau du point S5. Ainsi, les eaux pourront descendre d'une manière gravitaire dans les différents bassins de stabulation. Cette station ainsi que sa bêche ont été dimensionnées pour recevoir toutes les eaux en provenance de des tournées 72, 73 et 66.

Estimation des coûts d'investissement des trois station de relevage

Pour chaque station de relevage, nous avons prévu deux pompes submersibles de type Flyt. Une sera en fonctionnement et l'autre sera une pompe de réserve. Après avoir déterminé les caractéristique des pompes(HMT, débit), nous nous sommes retrouvés avec trois catégories de pompes différentes. Tous les détails des calculs sont en Annexe. Les trois tableaux ci dessous nous donnent les coûts d'investissement de chaque catégories de pompes.

Tableau 24 : Devis estimatif des ouvrages hydrauliques la station de relevage P1

Désignation	unité	quantité	prix unitaire	prix total
Pompe P1				
Pompe de type Flygt submersible 2201, P = 13,5 kw, HMT=13,3 m, débit = 69,4l/s y compris l'équipement hydro-électromécanique	U	2	10 897 500	21 795 000
Bâche de pompage en béton armé couverte de tôle métallique	U	1	370 000	370 000
Dégrilleur de maille 2mmX3mm avec barres de 3mm d'épaisseur	U	1	50 000	50 000
Vannes à opercule caoutchouc à entraînement direct au droit des pompes	U	3	1 100 000	3 300 000
Coudes fontes à brides 90° (1/4) ==> Pompe	U	5	400 000	2 000 000
Local semi-maçonné et grillagé pour abriter l'armoire électrique	U	1	500 000	500 000
TOTAL				28 015 000

Tableau 25 : Devis estimatif des ouvrages hydrauliques la station de relevage P2

Désignation	unité	quantité	prix unitaire	prix total
Pompe de type Flygt submersible 2201 P Pe = 28,5 kw, HMT=18,11 m, débit = 110 l/s, y compris équipement hydro-électromécanique (1 en fonctionnement et 1 en réserve)	U	2	15 000 000	30 000 000
Bâche de pompage en béton armé couverte de tôle métallique	U	1	430 000	430 000
Dégrilleur de maille 2mmX3mm avec	U	1	50 000	50 000

barres de 3mm d'épaisseur				
Vannes à opercule caoutchouc, entraînement direct au droit des pompes	U	3	1 100 000	3 300 000
Coudes fontes à brides 90° (1/4) ==> Pompe	U	5	400 000	2 000 000
Local semi-maçonné et grillagé pour abriter l'armoire électrique	U	1	500 000	500 000
TOTAL				36 280 000

Tableau 26 : Devis estimatif des ouvrages hydrauliques la station de relevage P3

Désignation	unité	quantité	prix unitaire	prix total
Flygt submersible 2201 ; Pe = 31,5 kw ; HMT=16,5m ; débit = 125 l/s ; y compris équipement hydro-électromécanique	U	2	15 000 000	30 000 000
Bâche de pompage en béton armé couverte de tôle métallique	U	1	450 000	450 000
Dégrilleur de maille 2mmX3mm avec barres de 3mm d'épaisseur	U	1	50 000	50 000
Vannes à opercule caoutchouc à entraînement direct au droit des pompes	U	3	1 100 000	3 300 000
Coudes fontes à brides 90° (1/4) ==> Pompe	U	5	400 000	2 000 000
Local semi-maçonné et grillagé pour abriter l'armoire électrique	U	1	500 000	500 000
TOTAL				36 300 000

Soit un total de CENT MILLIONS CINQ CENT QUATRE VINGT QUINZE MILLE (100 595 000) FRANCS CFA pour l'ensemble des 6 pompes, en ajoutant 5 % d'imprévus à chacun des prix ci dessus avec le coût des conduites, nous obtenons un montant global de :

DEUX MILLIARDS TROIS CENT QUATRE VINGT QUINZE MILLIONS SEPT CENT QUARANTE QUATRE MILLE SIX CENT CINQUANTE SIX (2 395 744 656) FRANCS CFA

V. Dimensionnement des bassins de lagunage

V.1. Bassin de stabilisation de la station de traitement N°1

Tableau 27 : Dimensions de la première station

Volume journalier d'EU à traiter					8278,7	
Taux de coliformes fécaux à l'entrée de la station					1,7x10 ⁶ /100ml	
Taux de coliformes fécaux à la sortie de la station					93 /100ml	
Bassin	Nombre	Temps de séjour (jour)	Volume (m ³)	Hauteur (m)	Longueur (m)	Largeur (m)
Anaérobie	2	1	8278,7	3	98,5	34,10
Facultatif	1	3,9	54403,1	1,2	124,4	371,80
Maturation	2	6	49672,4	1	129,9	388,50
Tampon autour des bassins					20 m	
Longueur encombrement					420 m	
Largeur					355 m	
Superficie totale					14,91 ha	

Tableau 28 : Calcul du coût de l'investissement de la station N°1

Désignation	unité	quantité	prix unitaire	prix total
Installation de chantier y compris implantation	Forfaitaire	1	1 500 000	1 500 000
Sous total Installation				1 500 000
Bassins de stabilisation (2 anaérobies + 1 facultatif + 2 maturations)				
Fouilles et découpage des digues	m ³	152866,5	2 500	382 166 356
Apport de latérite et compactage à l'OP-90%	m ³	57441,2	9 000	516 971 001
apport d'argile et fil polyane pour imperméabilité des parois des bassins et des digues +compactage	m ³	11488,2	5 000	57 441 222
bâches en BA de forme circulaire h=2m, diam=1m pour recueillir les eaux refoulées et les eaux devant être acheminées vers le cours d'eau.	U	1	250 000	250 000
clôture avec fil barbelé et plants d'eucalyptus	ha	7	230 000	1 518 000
Protection de digue (enrochement ciblé sur une bande de 50cm en perrés maçonné)	m ³	2649,3	40 000	105 972 318
Piste de circulation	ha	0,66	300 000	198 000
Magasin+guérite+vestiaire+toilette pour personnel	U	1	2 000 000	2 000 000
Caniveau de drainage des eaux de pluie	Forfaitaire	1	5 000 000	5 000 000
Sous total				1 071 516 897
Divers et imprévus				
Divers et imprévus	%	5	1 071 516 897	53 575 845
Sous total				53 575 845
TOTAL GENERAL STEP 1				1 125 092 742

V.2. Bassin de stabilisation de la station de traitement N°2

Tableau 29 :Dimensions de la seconde station

Volume journalier d'EU à traiter					5343,8 m3	
Taux de coliformes fécaux à l'entrée de la station					3x106/100ml	
Taux de coliformes fécaux à la sortie de la station					274,2 /100ml	
Bassin	Nombre	Temps de séjour (jour)	Volume (m ³)	Hauteur (m)	Longueur (m)	Largeur (m)
Anaérobie	2	1	5343,82	3	80,6	28,1
Facultatif	1	3,9	20611,9	1,2	77,2	230
Maturation	2	6	32062,9	6	104,6	312,6
Tampon autour des bassins					20 m	
Longueur d'encombrement					530 m	
Largeur d'encombrement					430 m	
Superficie totale					22,79 ha	

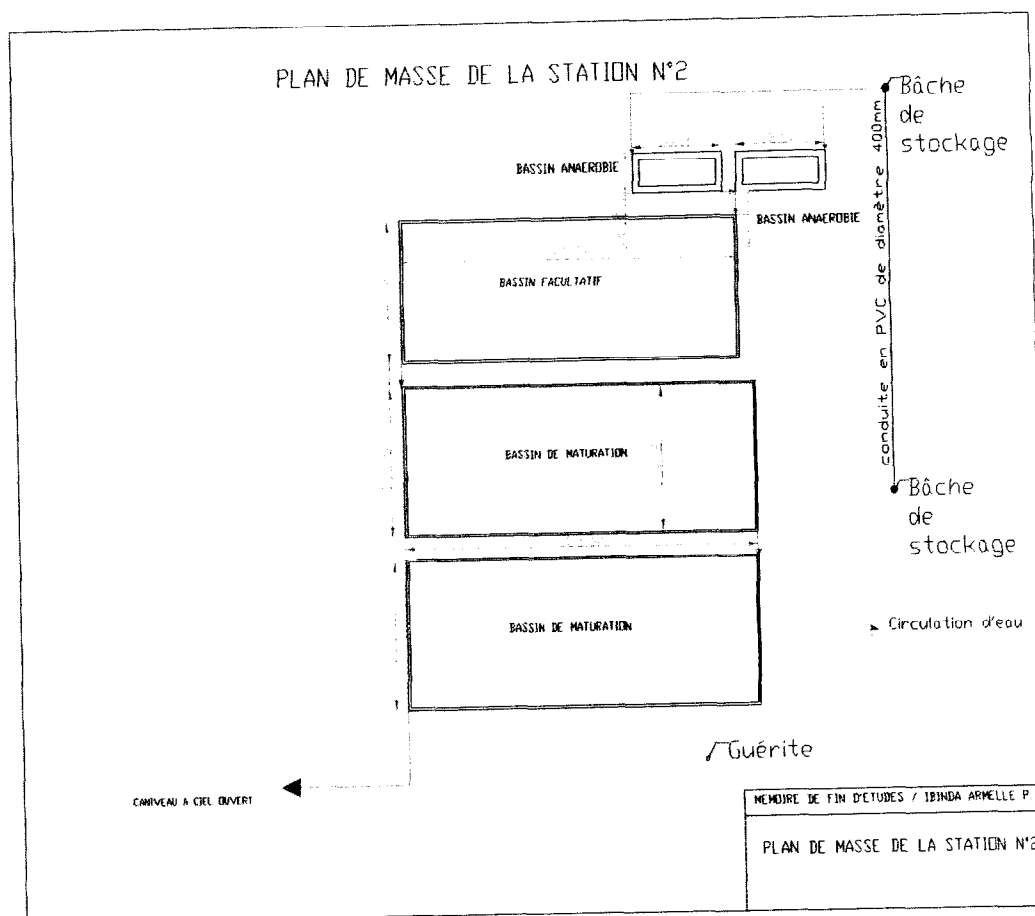


Figure 28 Disposition des bassins de la station N°2

Cette disposition est la même que celle des bassins de la station N°1

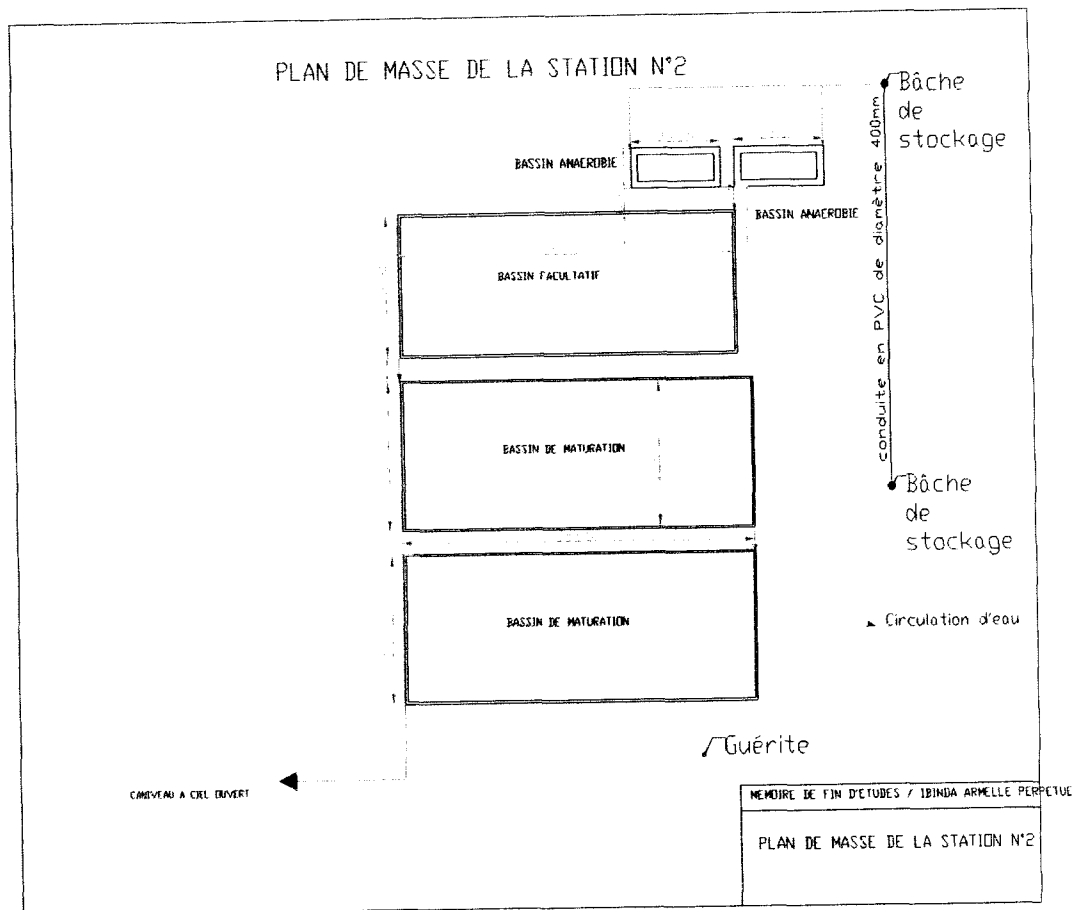


Figure 28 Disposition des bassins de la station N°2

Cette disposition est la même que celle des bassins de la station N°1

Tableau 30 : Calcul du coût de l'investissement de la station 2

Désignation	unité	Quantité	prix unitaire	prix total
Station S 2(sud T66)				
Installation de chantier y compris implantation	Forfaitaire	1	1 500 000	1 500 000
Sous total Installation				1 500 000
Bassins de stabilisation (2 anaérobie + 1 facultatif + 2 maturation)				
Fouilles et découpage des digues	m ³	268980,8	2 500	672 452 027
Apport de latérite et compactage à l'OP-90%	m ³	82229,5	9 000	740 065 580
apport d'argile et fil polyane pour imperméabiliser les parois des bassins et des digues +compactage	m ³	16445,9	5 000	82 229 509
bâches en BA de forme circulaire h=2m, diam=1m pour recueillir les eaux refoulées et les eaux devant être acheminées vers le cours d'eau.	U	1	250 000	250 000
clôture avec fil barbelé et plants d'ecalyptus	ha	22,79	230 000	5 241 700
Protection de digue (enrochement ciblé sur une bande de 50cm en perrés maçonné)	m ³	3527,5	40 000	141 101 060
Piste de circulation	ha	2,279	300 000	683 700
Magasin+guérite+vestiaire+toilette pour personnel	U	1	2 000 000	2 000 000
Caniveau de drainage des eaux de pluie	ml	1	5 000 000	5 000 000
Sous total				1 649 023 575
Divers et imprévus				
Divers et imprévus	%	5	1 649 023 575	82 451 179
Sous total				82 451 179

TOTAL GENERAL STEP2				1 731 474 754
----------------------------	--	--	--	----------------------

Soit un total de **DEUX MILLIARDS HUIT CENT SOIXANTE MILLIONS (2 860 000 000) FRANCS CFA** pour les deux station de lagunage.

Désignation	Coûts d'investissements (FCFA)
Canalisations d'égout	2 181 066 577
Les stations de relevages	2 395 744 656
station d'épuration N°1 + station d'épuration N°2	2 856 567 496
Équipements d'exploitation	16 000 000
Sous total	7 449 378 728
Frais des prestations diverses	10 000 000
Total général	7 459 378 728

Tableau 31 : Récapitulatif des coûts d'investissement des ouvrages

VI. Evaluation environnementale

La mise en œuvre de ces ouvrages aura un impact certain sur l'environnement qu'il convient d'évaluer afin de proposer des mesures compensatrices ou correctrices.

Impact positif :

La mise en œuvre du système permettra aux populations riveraines maraîchères l'exploitation des eaux traitées déversées dans le cours d'eau ou les boues pour leurs activités maraîchères. De plus, nous aurons une création certaine d'emplois (maraîchers, personnel permanent des stations , etc). Enfin, ce système d'égout et la station d'épuration amélioreront considérablement le cadre de vie donc la santé des populations des secteurs 15 et 16 dont notre étude a montré par les enquêtes socio économiques les difficultés liées à l'absence de système d'assainissement.

Impact négatif

L'implantation de stations d'épurations aura un impact sur le cadre de vie du site choisi. En effet, au delà du paysage qui sera modifié, les populations riveraines au site seront soumises à des nuisances olfactives (odeurs) , à la présence importante de mouches responsables de maladies connues et surtout de moustiques aux alentours immédiats des STEP.

Les eaux traitées contiennent toujours du phosphore puisque notre système n'intègre pas l'élimination du phosphore ainsi que de l'azote. Le déversement de ces eaux dans le cours d'eau pourraient conduire à son eutrophisation.

Les mesures suivantes sont proposées pour atténuer ces impacts négatifs et sont :

Désinfection poussée au chlore

Élimination de la végétation aquatique

Utilisation d'herbicides et d'insecticides

Sensibilisation et formation à l'éducation environnementale.

Chapitre 10 : L'étude financière du projet

Nous avons réalisé une étude financière du projet qui reste à affiner avec le souci d'estimer une contribution des usagers supportable et réaliste pour supporter les coûts de fonctionnement du système d'assainissement proposé. Pour ce faire, nous avons mené les actions suivantes :

- Estimation des coûts d'investissement du système avec une attention particulière aux amortissements
- Estimation des coûts d'exploitation du système
- Proposition de deux variantes : l'une basée sur la non prise en compte des amortissements, la contribution des usagers ne finançant que le fonctionnement du système ; l'autre variante avec la prise en compte de l'amortissement des différents ouvrages des stations.

Pour la première variante, le coût du m³ d'eau traité sera de 35 F cfa au lieu de 21 F cfa environ facturée par l'ONEA au prix du m³ d'eau traitée.

Pour la seconde variante, le coût du m³ d'eau traitée sera de 72 F cfa.

Les détails de ces estimations sont fournies dans les tableaux ci dessous.

Néanmoins, au vu des estimations des contributions des usagers, il convient de se poser la question de la viabilité et de la pérennité du système à mettre en œuvre. Ce scénario est il réaliste ? quel sera la part de co - financement supporté par les principaux acteurs :Etat, Collectivités locales, ONEA, Bailleurs de fonds au vu du manque de ressources des usagers ?

Ces questions méritent des études approfondies afin d'arriver à des scénarios plus opérationnels. Cependant, notre étude pose les esquisses de cette réflexion.

Tableau 32 : Récapitulatif des coûts d'investissement des ouvrages

Désignation	Coûts d'investissements (FCFA)
Canalisations d'égout	2 181 066 577
Les stations de relevages	2 395 744 656
station d'épuration°1 + station d'épuration°2	2 856 567 496
Équipements d'exploitation	16 000 000
Sous total	7 449 378 728
Frais des prestations diverses	10 000 000
Total général	7 459 378 728

Tableau 33 : Tableau des amortissements

Désignation	Durée de vie (année)	Coût d'investissement	Annuité
Les ouvrages de génie civil et annexes			
Local semi-maçoné et grillagé pour abriter l'armoire électrique	30	1500000	50000
Bâches de pompage	30	1250000	41666,66667
Maisons du gardien	30	4000000	133333,3333
Sous total 1		6750000	225000
Installations hydrauliques			
Pompe P1	10	21795000	2179500
Pompe P2	10	30000000	3000000
Pompe P3	10	30000000	3000000
Canalisations+ ouvrages annexes	35	2181066577	62 316 188
Sous total 3		2262861577	70495687,91
Bassins de stabilisations			
Bassins 1	25	1067550897	42 702 036
Bassins 2	25	1640848175	65 633 927
Sous total 2		2708399072	108 335 963
Total général		4 978 010 649	179 056 651

Pour le calcul des coûts d'amortissement des bassins , les éléments suivants ont été pris en compte : fouilles et découpage des digues; apport de latérite et compactage à l'OP-90%; apport d'argile et fil polyane pour imperméabilité les parois des bassins et des digues +compactage; protection de digue (enrochement ciblé sur une bande de 50cm en perrés maçoné); caniveau de drainage des eaux de pluie)

Tableau 34 : Charges d'exploitation

Les charges d'exploitation	
Désignation	Prix total (F CFA)
Personnel	19 320 000
Fonctionnement des installations électriques	1986000
Curage des boues des bassins	2 240 358
Renouvellement et entretien courant de l'installation (5 % du coût de l'investissement)	142 828 375
les frais d'entretien du véhicule (carburant ; pannes)	1 200 000
Fonctionnement des bureaux	900 000
TOTAL (an)	168 474 732
TOTAL (mois)	14 039 561

Tableau 35 : Variante N°1 sans frais d'amortissement

Variante N°1 sans frais d'amortissement	
Dépenses (annuelles pour le fonctionnement normal de la STEP)	14 039 561
Production mensuelle d'EU à l'échéance du projet(13623 m3/j)	408 690
Coût du traitement d'un m3 d'eau	34,4
Coût du m3 d'eau traitée facturé aux abonnés	35
Rejet moyen mensuel d'EU d'un abonné(m3) à l'échéance du projet	27,5
Contribution mensuelle d'un abonné	962,5
Nombre total d'abonné (à l'échéance du projet)	17 814
Recette totale mensuelle	17 145 975
Provision mensuelle	3 106 414
Provision annuelle	37 276 968

Tableau 36 : Variante N°2 sans frais d'amortissement

Variante N°2 avec frais d'amortissement	
Dépenses (annuelles pour le fonctionnement normal de la STEP)	347 531 383
Production mensuelle d'EU à l'échéance du projet	405 000
Coût du traitement d'un m ³ d'eau	72
Rejet moyen mensuel d'EU d'un abonné(m ³)	27,5
Contribution mensuelle d'un abonné	1966

CONCLUSION

Pour acheminer les eaux usées de la zone d'étude dans les différentes stations d'épuration retenues, nous avons déterminé ou estimé :

- la conception d'un réseau d'égout
- le traitement des EU par lagunage
- le dimensionnement des canalisations
- l'évaluation financière et une analyse sommaire du projet.

Cette étude nous a permis de mieux appréhender les difficultés de la gestion de l'assainissement des capitales africaines et Ouagadougou en particulier et de mettre en œuvre et valoriser nos connaissances acquises durant le cycle de formation d'ingénieur à l'EIER.

Au vu du coût des investissements à réaliser et des problèmes posés y compris ceux sanitaires, cette étude nous interpelle sur la prise de conscience de la difficulté et de la mobilisation à mettre en œuvre avec les pouvoirs publics, les collectivités locales, les populations locales et l'appui de partenaires au développement.

RECOMMANDATIONS

De notre expérience dans la conduite de cette étude et des expériences antérieures, nous formulons les recommandations suivantes :

Gestion de l'information :

l'ONEA devra disposer de sa propre base de données cartographiques indispensable à tout projet d'assainissement.

Réalisation d'études additionnelles ou approfondies

✓la réalisation d'une étude de topographique approfondie de la zone d'étude afin de bien caler les différentes cotes des points stratégiques.

✓la réalisation des analyses physico – chimiques complémentaires des EU prélevées dans la zone d'étude car nous estimons que les résultats d'analyse des cinq échantillons prélevés dans la zone ne sont pas assez représentatifs pour dimensionner les stations d'épuration.

✓La réalisation des études géotechniques de sites retenus pour l'implantation des stations de relevage.

Gestion des ordures solides

L'initiation d'un projet ou d'une étude sur la gestion des ordures solides dans la zone d'étude notamment dans les tournées de la Patte d'Oie. En effet, ce quartier a de sérieux problèmes de gestion des ordures ménagères. Il ne faudra pas que l'étude se limite à la collecte des EU mais puisse s'étendre à celles des ordures ménagères. Ceci pour améliorer le cadre de vie des habitants de la zone.

L'ONEA doit résoudre le problème des tournées concernées par les coupures prolongées de l'eau (72,73,20) afin d'inciter les ménages à se brancher sur le réseau d'égouts à venir.

Sensibilisation , éducation environnementale

Continuer et améliorer la sensibilisation et l'éducation des populations de ses secteurs pour la nécessité de ne pas transformer les ouvrages d'assainissement pluvial (caniveau) en de véritables dépotoirs d'ordures qui sont sources de maladies comme le paludisme.

Disponibilité des sites

L'ONEA doit s'assurer de la disponibilité des espaces choisis pour l'implantation des stations d'épuration.

Evaluation environnementale et sociale

L'ONEA doit réaliser une étude d'impact environnemental et social approfondie car les stations de relevage , d'épuration seront construites sur des sites non loin des habitations. Enfin, l'ONEA doit proposer un mécanisme équitable, juste et durable pour permettre aux ménages de se raccorder au réseau d'égouts à venir afin d'assurer la bonne fonctionnalité de ce dernier.

BIBLIOGRAPHIE

BOUTIN – DUCHENE - LIENARD, 1998, Filières d'épuration adaptées aux petites collectivités
CEMAGREF , CSTB Document technique FNDAE N° 22

SGI INGENIERIE SA 1997 Services de consultants pour la validation des conclusions de l'étude
de faisabilité de l'assainissement collectif de la ville de Ouagadougou ONEA

CFPI - OTH International 1995 : *Etude de faisabilité technico – économique et environnementale
de la collecte et de l'épuration des effluents urbains et industriels de Ouagadougou (ONEA)*

OUATTARA 1994 : Mémoire de fin d'études ETSHER : Assainissement GONATE [Notes de
calculs] [ANNEXES - III] Eaux Usées-STEP au CREPA

BCEAOM – BERA Groupement d'ingénieurs conseils : Juillet 2000.

*Plan stratégique d'assainissement de la ville de Ouagadougou : assainissement collectif de la ville
de Ouagadougou Rapport N° 2 : critère de conception*

GUILLERET JR 1998 EIER Cours de microbiologie des eaux

WETHE J. Mars 2002 EIER Cours d'assainissement volet : collecte, évacuation et traitement des
eaux usées

DJOUKAM J. Juillet 1999 EIER Cours des extraits des catalogues des constructeurs de pompes

SATIN M., SELMI B. 1999 Guide technique de l'assainissement 2 édition Moniteur référence
technique.

H.GUERREE Pratique de l'assainissement des agglomération urbaines et rurales EYROLLES
éditeur Paris

Bulletin de liaison du Comité Interafricain d'études hydrauliques N°63 janvier 1986- spécial
assainissement

CISSE G. (1997). Impact sanitaire de l'utilisation d'eaux polluées en agriculture urbaine. Cas du
maraîchage à Ouagadougou (Burkina Faso). Thèse de doctorat EPFL. 1997.

- MÜLLER, F.(1999).** Une vue exploratoire de la production maraîchère et de l'économie au niveau des ménages. Cas du maraîchage à Ouagadougou. Travail de Diplôme Institut Tropical Suisse, Département Santé Publique et Epidémiologie. Juin 1999.
- NDRI KOUADIO P. (2001).** Etude de faisabilité d'un réseau d'égout à faible diamètre (système SBS) dans le quartier des 20 villas de l'EIER). Mémoire de fin d'étude d'ingénieur de l'équipement rural. EIER, Juin 2001.
- ONEA /Ministère de l'Eau (1993).** Plan stratégique d'assainissement des eaux usées de la ville de Ouagadougou (PSAO). Projet BKF/89/016. Février 1993.
- SOW A. (1995).** Contribution à l'aménagement et à la gestion des sites de transfert des ordures ménagères à Ouagadougou. Mémoire de fin d'étude d'ingénieur de l'équipement rural. EIER, Juin 1995.
- Institut Africain de Gestion Urbaine (IAGU)** Profil du recyclage des eaux usées dans l'agriculture urbaine à Ouagadougou, , juillet 2001
- André SAVATIER, François GADELLE.**1994 Les pompes et les stations de pompage Troisième édition CEMAGREF

ANNEXES

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Guide d'observation

Annexe 2 : Photographies

Annexe 3 : Questionnaire

Annexe 4 : Consommations mensuelles de la zone d'étude

Annexe 5 : Estimation de l'échéance du projet

**Annexe 6 : Estimation de la consommation de l'eau potable à
l'échéance du projet**

Annexe 7 : Calcul de la charge polluante

Annexe 8 : Tableaux de synthèse (enquêtes socio économiques)

Annexe 9 : Calcul des fouilles des bassins

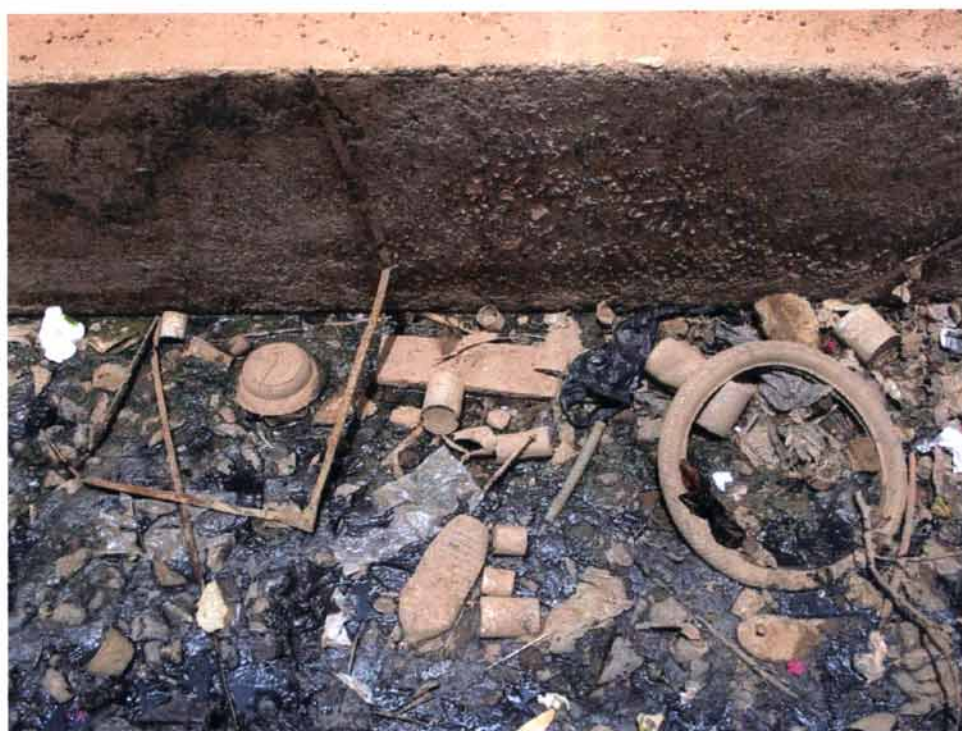
Annexe 10 : Dimensionnement des bassins de stockage

Annexe 11 : Dimensionnement des conduites

ANNEXE 1 : GUIDE D'OBSERVATION

[illegible]

ANNEXE 2 : PHOTOS



Caniveaux transformés en dépotoirs de déchets solides et liquides au secteur 15



Déversement clandestin
des EU dans un caniveau

ANNEXE 3 : QUESTIONNAIRE

Numéro du questionnaire Date de l'enquête / /
Section Secteur

IDENTIFICATION DE L'ENQUETE

- 1) Nom de l'enquêté :
 2) Sexe de l'enquêté(e) : M F
 3) Age de l'enquêté(e) :

CARACTERISTIQUE DU MENAGE

- 1) Statut de l'enquêté ? 1. Chef de ménage 2. Conjointe
 3. Jeune 4. Autres
- 2) Y a-il d'autres ménages dans cette concession ? 1. Oui 2. Non
- 3) Si "oui ": Le nombre de ménages / appartements.....
- 4) Les ménages ont-ils des liens de parenté ? 1. Oui 2. Non
- 5) Statut d'occupation de la parcelle / maison ?.....
- 6) Si II.4 = Locataire : montant mensuel du loyer FCA
- 7) Caractéristiques du ménage / concession

	Nombre de personnes	Nombre d'enfants de moins de 15 ans
Ménage		
Concession		

HABITAT ET APPROVISIONNEMENT EN EAU

- 1) Matériaux de construction de l'habitat principal ?
 1. Banco
 2. Banco et enduit
 3. Brique de terre
 4. Brique en ciment
 5. Autres
- 2) Niveau de standing du cadre bâti ?
 1. Bas standing
 2. Moyen standing
 3. Haut standing
 4. Très haut standing
- 3) Avez-vous l'électricité chez-vous ?
 1. Oui
 2. Non
- 4) Avez-vous le téléphone chez-vous ?
 1. Oui
 2. Non
- 5) Quelles sources d'eau disposez-vous dans votre concession :
 1. ONEA
 2. Puits
 3. Forage
 4. Borne fontaines
 5. Autres
- 6) Si source = « **ONEA** », Pouvez-vous nous montrer vos trois dernières factures ?
 1. Oui
 2. Non
- 7) Si oui, remplissez le tableau ci dessous.

Numéro de la tournée :		Section :	
Mois			
Montant (FCFA)			
Consommation (m3)			

- 8) Si source = « **Puits / Forage** », quelle est la quantité consommée par jour
.....(litres, seaux, barriques)
- 9) Si source = « **Borne fontaine** », précisez :
- a) le coût d'acquisitionFCFA
- b) consommée par jour(litres, seaux, barriques)

10) Quels sont les usages que vous faites de l'eau en fonction des différentes sources ? (Choisissez selon la réponse obtenue au IV.5)

USAGES	ONEA	Puits	Forage	B. Font	Autre	Fréquence	Quantité	Très- tôt	Matinée	Midi	Ap-midi	Soirée
								4h - 7h	7h - 12h	12h-15h	15h-18h	18h-4h
Boisson												
Cuisson												
Propreté de la maison												
Hygiène corporelle												
Lavage des mains												
Chasse d'eau dans WC												
Ablutions												
Remplissage -piscine												
Lessive												
Vaisselle												
Abreuvement des animaux												
Lavage des engins												
Arrosage des plantes												
Autres (à préciser)												

ASSAINISSEMENT

- 1) Quel système d'assainissement utilisez-vous ?
 1. Fosse septique
 2. Latrines améliorées
 3. Latrines traditionnelles
 3. Autres
- 2) Notez les caractéristiques géométriques du système s'il en existe un :
.....
- 3) Quand l'avez-vous construit ?/...../.....
- 4) Qui l'avez-vous construit ?
- 5) Avez-vous déjà effectué une vidange de votre fosse système ? 1. Oui 2. Non
- 6) Si oui, combien de fois ?/.....
- 7) Quelles appréciations faites-vous du fonctionnement de votre système ?
.....
.....
- 8) Quelles sont les principaux problèmes d'assainissement que vous rencontrez ?
.....
.....
- 9) Quelles solutions préconisez-vous ?

PERCEPTION SUR LES NUISANCES DE EAUX USEES

- 1) Les eaux usées constituent-elle une gêne ? 1. Oui 2. Non
- 2) Si oui, lesquelles ?
- 3) Pensez-vous que les eaux usées aient des impacts sur la santé ?
 1. Oui
 2. Non
- 4) Si oui, lesquelles ?
- 5) Pensez-vous que les eaux usées aient des impacts sur l'environnement ?
 1. Oui
 2. Non
- 6) Si oui, lesquelles ?
- 7) Pensez-vous que les eaux usées aient des impacts sur le cadre de vie ?
 1. Oui
 2. Non
- 8) Si oui, lesquelles ?

I. PARTICIPATION AU NOUVEAU PROJET

Etes-vous au courant du projet de la STEP et du réseau d'égout en construction à Ouaga ?

1. Oui
2. Non

Si oui, quelles appréciations en faites-vous ?
.....
.....

Si on vous proposait de raccorder votre maison à un réseau d'égouts collectifs avec STEP, seriez-vous prêt à accepter ? 1. Oui 2. Non

Si oui, seriez-vous prêt de contribuer ? 1. Oui 2. Non

Si oui, de quelle type ?

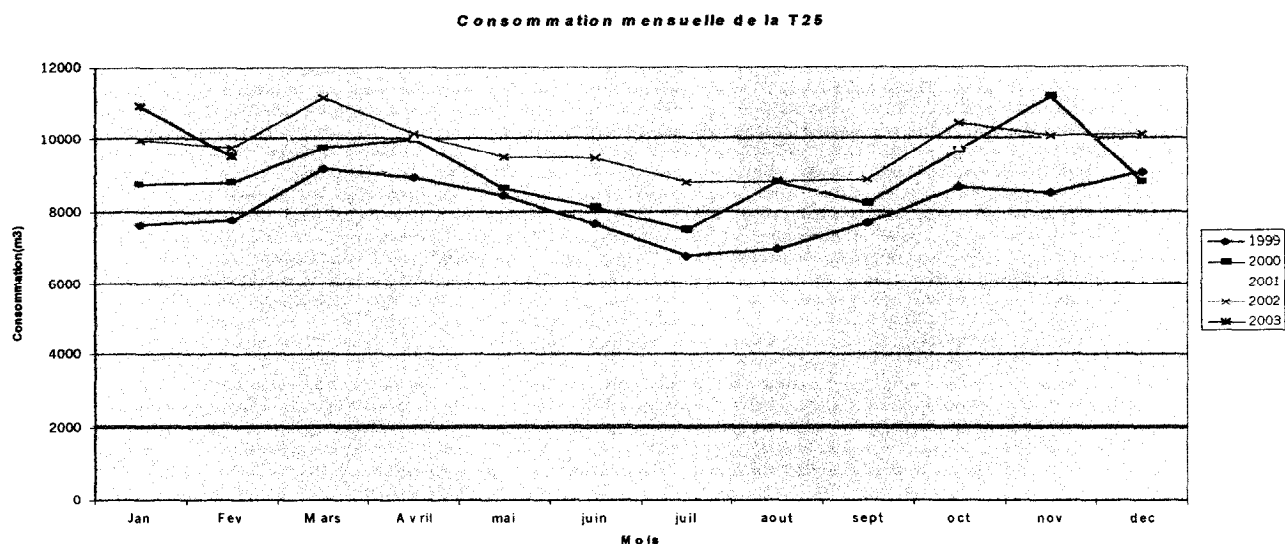
ANNEXE 4 : CONSOMMATIONS MENSUELLES DE LA ZONE D'ETUDE

Tableau N°1. Consommation mensuelle T25

Année	Jan	Fev	Mars	Avril	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	dec
1999	7617	7744	9159	8933	8453	7648	6771	6952	7685	8667	8487	9062
2000	8726	8792	9755	9988	8638	8121	7475	8785	8217	9662	11165	8793
2001	9418	9151	10534	10030	9771	8858	9341	8136	9014	9744	10000	9955
2002	9955	9745	11155	10141	9478	9452	8780	8819	8854	10424	10062	10115
2003	10913	9507										

Tableau N°2. Nombre d'abonnés dans la tournée 25

Année	Jan	Fev	Mars	Avril	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	dec
1999	514	521	523	529	533	534	540	545	550	560	556	565
2000	567	569	573	580	576	579	576	577	581	581	592	589
2001	596	596	598	601	598	598	594	602	603	603	610	598
2002	600	609	615	617	608	616	627	631	627	741	739	745
2003	747	750										



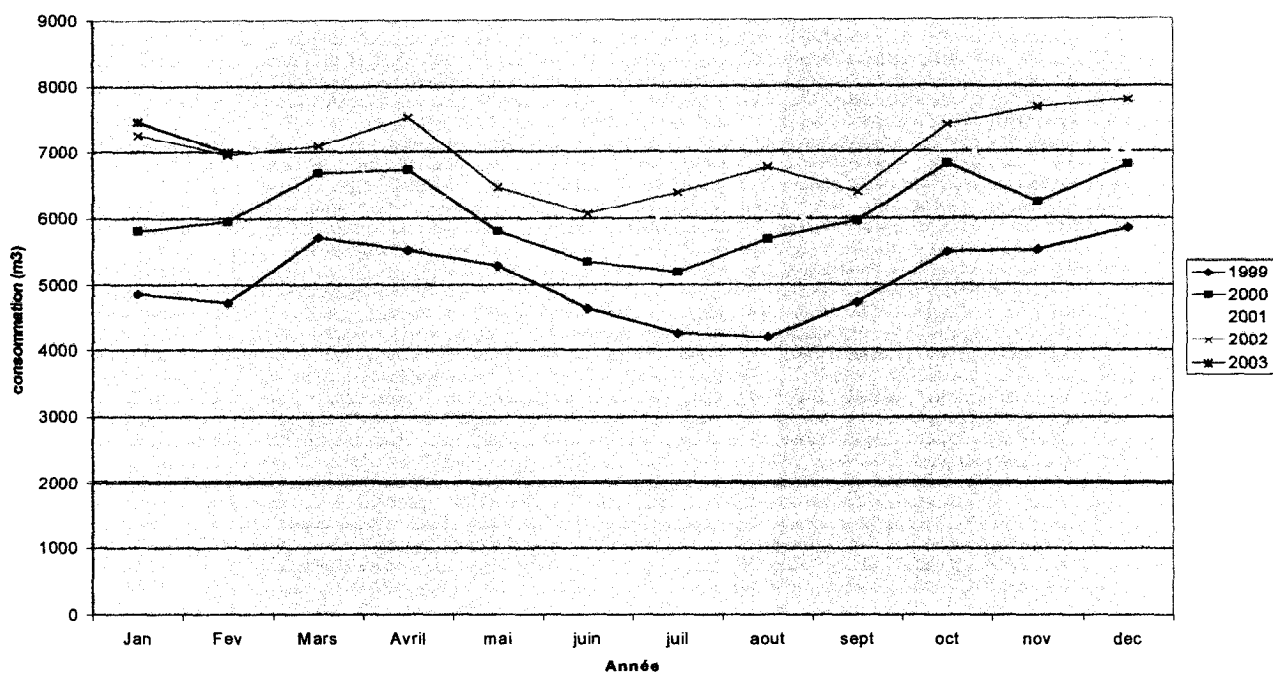
Consommation mensuelle T27

Année	Jan	Fev	Mars	Avril	mai	juin	juil	aout	sept	oct	nov	dec
1999	4863	4722	5713	5528	5293	4636	4261	4198	4736	5506	5535	5852
2000	5815	5954	6680	6737	5810	5356	5197	5693	5963	6826	6250	6809
2001	6331	6128	7346	6101	6684	6256	5921	5879	6158	7079	6805	7029
2002	7259	6958	7087	7531	6471	6068	6392	6773	6402	7417	7682	7793
2003	7465	6993										

Nombre d'année T27

Année	Jan	Fev	Mars	Avril	mai	juin	juil	aout	sept	oct	nov	dec
1999	353	352	353	357	360	363	365	370	374	377	377	383
2000	388	394	399	404	407	408	410	414	424	425	432	429
2001	429	433	441	443	449	447	445	451	449	449	452	461
2002	469	475	481	487	491	489	493	493	489	541	544	549
2003	553	557										

Consommation mensuelle T27



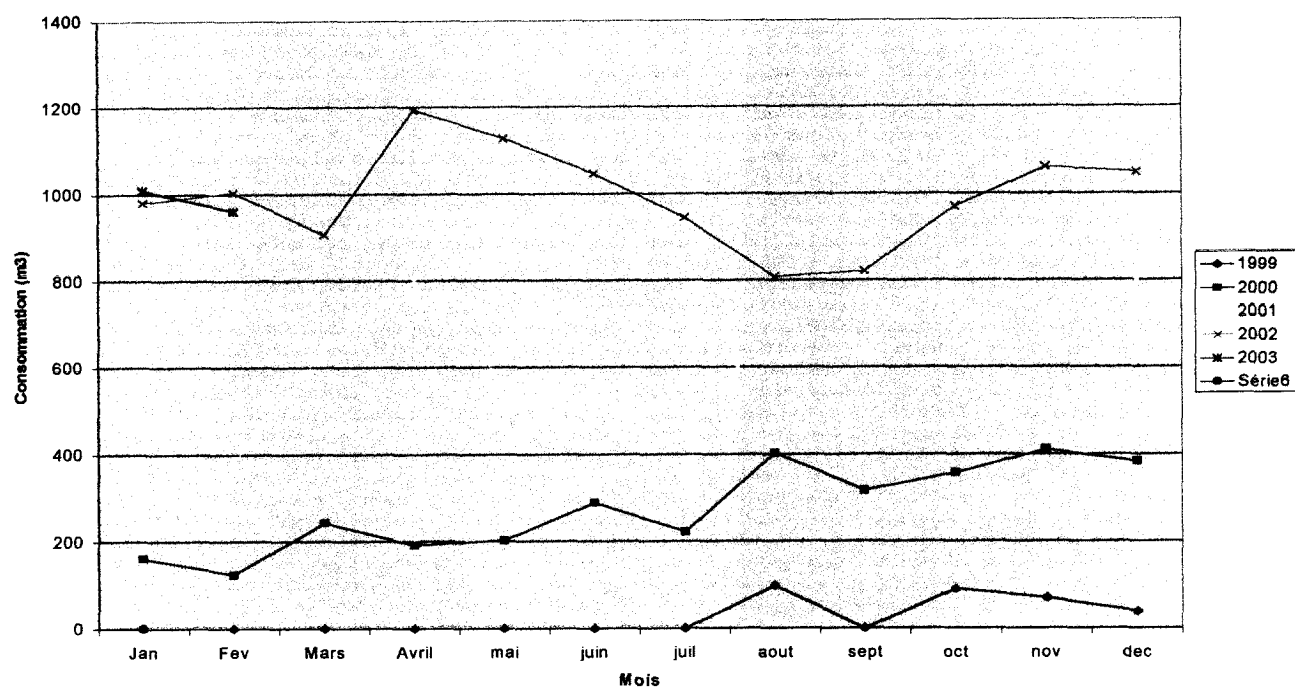
Consommation mensuelle de la tournée T75

Année	Jan	Fev	Mars	Avril	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	dec
1999	0	0	0	0	0	0	0	98	0	90	70	38
2000	162	124	243	191	203	289	222	402	317	357	411	382
2001	390	382	639	799	566	434	560	628	633	870	734	801
2002	981	1004	906	1194	1128	1047	945	808	821	970	1061	1048
2003	1009	961										

Nombre d'abonnés de la tournée T75

Année	Jan	Fev	Mars	Avril	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	dec
1999	0	0	0	0	0	0	1	1	2	3	4	6
2000	7	10	12	12	15	17	19	19	20	20	21	21
2001	24	25	28	30	35	35	34	37	38	41	43	46
2002	46	49	50	53	54	60	62	65	62	71	71	71
2003	71	76										

Consommation mensuelle T75



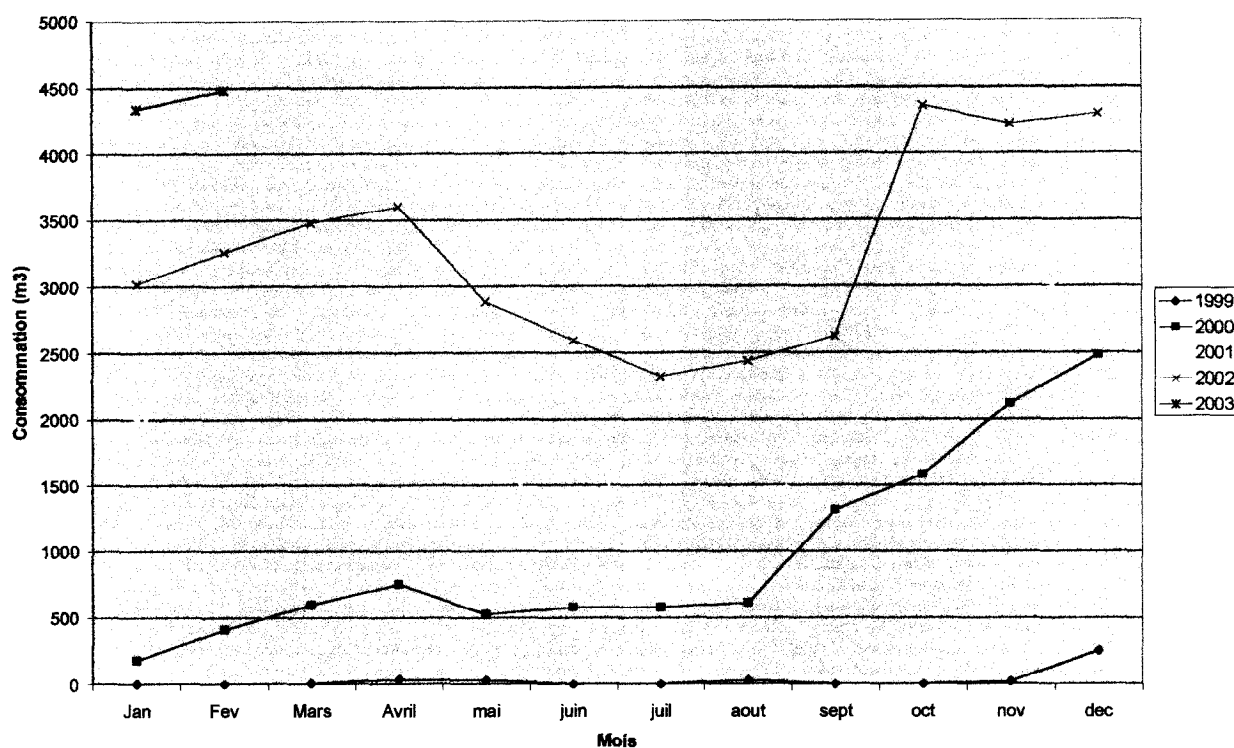
Consommation mensuelle de la tournée T74

Année	Jan	Fev	Mars	Avril	mai	juin	juil	aout	sept	oct	nov	dec
1999	4	0	8	38	31	0	0	30	0	0	22	252
2000	181	412	600	753	528	584	579	614	1316	1584	2123	2480
2001	2019	1821	1962	1953	1579	1383	1673	1289	1760	2693	2921	3092
2002	3024	3263	3479	3603	2889	2595	2322	2439	2627	4361	4222	4298
2003	4340	4479										

Nombre d'abonnés de la tournée T74

Année	Jan	Fev	Mars	Avril	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	dec
1999	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	6
2000	12	18	23	29	40	45	49	50	63	70	82	84
2001	97	99	103	109	114	116	123	129	136	147	163	169
2002	179	194	203	214	216	220	222	229	236	267	271	282
2003	303	321										

Consommation mensuelle de la T74



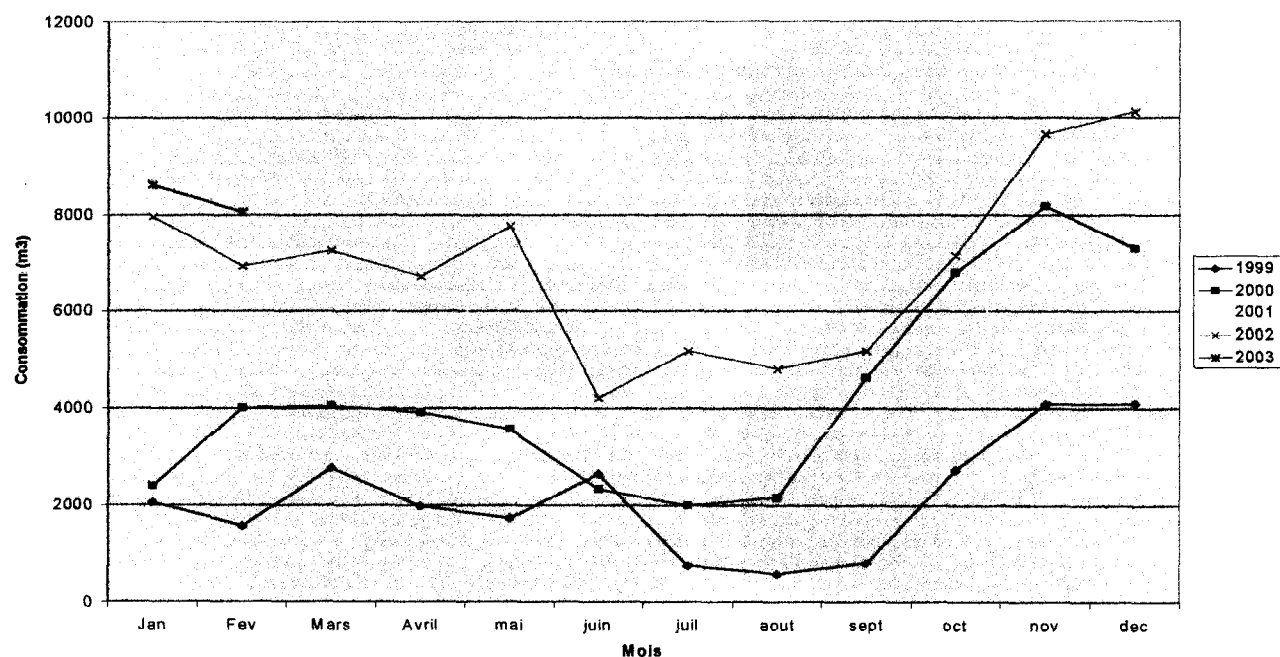
Consommation mensuelle de la tournée 73

Année	Jan	Fev	Mars	Avril	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	dec
1999	2060	1562	2771	1978	1732	2640	751	578	801	2730	4093	4105
2000	2405	4006	4051	3923	3568	2335	1999	2159	4626	6813	8185	7313
2001	6957	7155	6966	5522	6419	4896	3532	2896	4076	5642	6644	6699
2002	7972	6949	7261	6737	7778	4212	5177	4806	5181	7157	9674	10121
2003	8633	8075										

Nombre d'abonnés de la tournée 73

Année	Jan	Fev	Mars	Avril	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	dec
1999	9	12	15	15	15	15	16	17	19	19	43	46
2000	48	52	55	59	60	67	69	81	91	95	95	95
2001	103	108	110	112	115	115	121	126	131	132	137	132
2002	136	144	151	152	170	173	172	179	186	220	220	225
2003	256	258										

Consommation T73



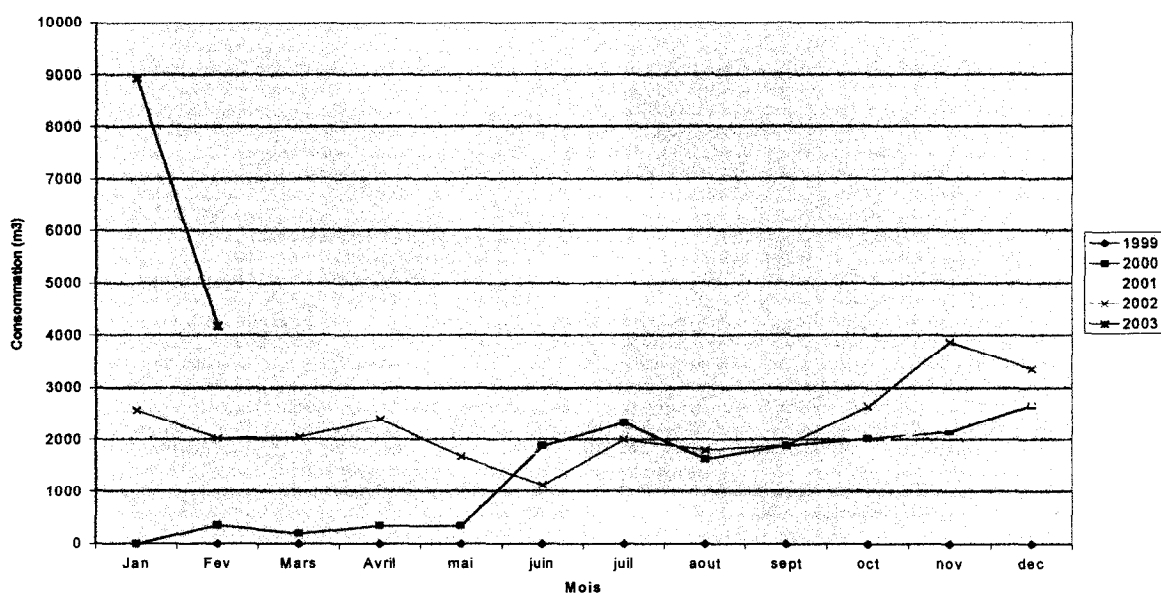
Consommation mensuelle de la tournée 72

Année	Jan	Fev	Mars	Avril	mai	juin	juil	aout	sept	oct	nov	dec
1999	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2000	0	356	199	343	347	1882	2325	1629	1888	2017	2154	2659
2001	1801	4788	1896	1543	1509	1757	1554	1517	1236	1913	2248	2711
2002	2571	2030	2056	2395	1683	1130	2003	1800	1883	2637	3871	3348
2003	8934	4175										

Nombre d'abonnés de la tournée 72

Année	Jan	Fev	Mars	Avril	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	dec
1999	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2000	1	4	7	7	10	95	130	130	131	135	138	138
2001	141	142	145	150	152	156	163	166	168	177	180	179
2002	181	91	110	121	123	130	138	147	157	236	240	244
2003	250	254										

Consommation mensuelle de la T72



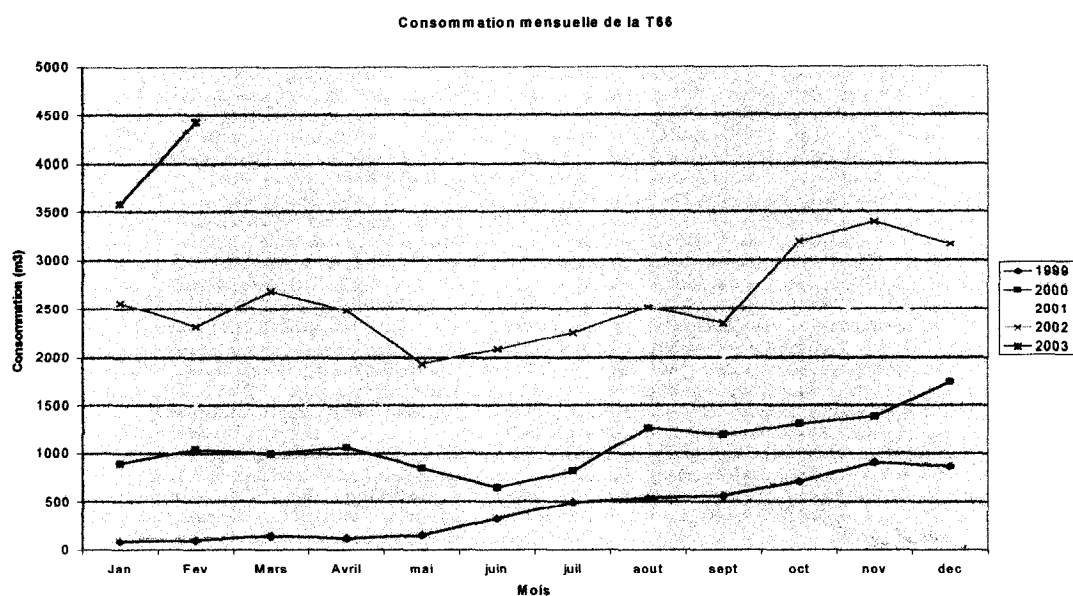
Consommation mensuelle de la tournée 66

Année	Jan	Fev	Mars	Avril	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	dec
1999	89	96	145	120	157	323	498	541	565	714	910	867

2000	899	1041	996	1067	855	653	824	1268	1203	1314	1386	1741
2001	1833	1503	1686	1292	1742	1633	1735	1743	1991	2383	2563	2418
2002	2562	2316	2685	2483	1936	2088	2250	2513	2346	3193	3394	3165
2003	3582	4428										

Nombre d'abonnés de la tournée 66

Année	Jan	Fev	Mars	Avril	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	dec
1999	7	8	9	10	12	33	44	49	52	53	55	60
2000	64	67	69	73	74	77	78	81	85	87	94	114
2001	117	119	130	131	135	133	138	143	149	150	149	154
2002	158	165	169	174	175	180	183	191	193	206	209	215



Annexe 5 : Estimation de l'échéance du projet

Pour estimer cette échéance, nous avons pour chaque tournée déterminé les trois valeurs suivantes : le nombre d'abonnés actuel, l'échéance du projet et le taux de croissance moyen des abonnés qui nous ont permis en résolvant l'équation ci dessous de déterminer l'échéance du projet pour chaque tournée.

le nombre d'abonnés à l'horizon du projet

Données de base

Les ratios du nombre de maisons / Concession. Ces ratios ont été déterminés à partir des résultats des enquêtes socio-économiques réalisées dans le cadre de cette étude.

Les nombres de Concessions ont été estimés par tournée, à partir du plan parcellaire de la zone d'étude.

Les nombres d'abonnés en février 2003 ont été tirés de la base de données sur les consommations mensuelles par tournée, de la zone d'étude (Annexe N° 4).

Résultats

Les différents résultats obtenus sont consignés dans le tableau ci dessous.

Tableau N°1. Tableau donnant le nombre d'abonnés à l'horizon du projet

Tournée	Ratio du nombre de maisons /Concession	Nombre total de Concessions	Nombre d'abonnés en février 2003	Nombre de maison à saturation	Nombre d'abonnés à l'Horizon du Projet
T20	1,6	1305	1752	2051	2051
T25	1,4	1777	750	2567	2567
T27	1,9	1634	557	3064	3064
T66	1,0	1131	222	1131	1131
T72	1,2	1153	254	1345	1345
T73	1,0	1266	258	1266	1266
T74	1,7	1726	321	2877	2877
T75	2,1	1344	76	2837	2837
Total	1,6	11336	4736	17814	17814

Nombre total d'abonnés à saturation = 17814

1. Calcul du taux de croissance moyen des abonnés

Le calcul a été effectué par tournée à partir de la base de données sur les consommations mensuelles de la zone d'étude.

Les résultats sont consignés dans les tableaux ci après.

Tableau N°2. Tableau donnant les moyennes des taux de croissance mensuelle (%)

	Tournée							
Année	T20	T25	T27	T75	T74	T73	T72	T66
1999	0,09	0,87	0,75	46,67	27,27	19,66		27,25
2000	-0,03	0,35	0,95	11,66	26,83	6,35	119,16	5,58
2001	0,15	0,13	0,60	6,89	6,06	2,82	2,20	2,60
2002	1,18	1,96	1,50	3,80	4,41	4,67	5,23	2,83
2003	0,63	0,34	0,73	3,52	6,69	7,28	2,03	1,53
Moyenne des taux de croissance mensuels	0,41	0,73	0,91	14,51	14,25	8,16	32,16	7,96

2. Détermination de l'échéance du projet par tournée

a) Données de base

- Les nombres d'abonnés en février 2003 ,
- Le nombre d'Abonnés à l'horizon du Projet est égal au nombre de maisons à saturation (voir tableau N°17).
- Le taux de croissance moyen des abonnés (voir tableau N°18).

b) Résultats

L'échéance du projet d'une tournée donnée est égale au nombre de mois que mettra une tournée donnée à partir de février 2003 pour avoir un nombre d'abonnés similaire à celui de l'horizon du projet. Les résultats sont consignés dans le tableau ci dessous.

Tableau N°3. Tableau des échéances par tournée

Tournée	Nombre d'abonnés en février 2003	Nombre d'Abonnés à l'horizon du Projet	Taux de Croissance moyen Des abonnés	Échéance en mois	Observation
T20	1 752	2 051	0,41	39	Saturation en mai (moitié) 2006
T25	750	2 567	0,73	170	Saturation en mai (moitié) 2006
T27	557	3 064	0,91	189	Saturation en septembre 2018
T66	768	1 131	7,96	5	Saturation en juillet 2003
T72	254	1 345	32,16	6	Saturation en août 2003
T73	258	1 266	8,16	20	Saturation en octobre 2004
T74	321	2 877	14,25	16	Saturation en juillet 2004
T75	76	2 837	14,51	27	Saturation en mai (moitié) 2005

Échéance du projet = septembre 2018

Annexe 6 Estimation de la consommation d'eau potable à l'échéance du projet

Pour faire cette estimation, nous avons d'abord déterminé pour chaque tournée les ratios de consommations mensuels par nombre d'abonnés

1. Calcul des ratios de consommations mensuels par nombre d'abonnés

a) Données de base

Les maximums des ratios de consommation par abonné, par mois et par Tournée ont été déterminés à partir de la base de données sur les consommations mensuelles de la zone d'étude (Annexe N°4.).

b) Résultats

Les résultats des calculs sont consignés dans le tableau ci contre.

Tableau N°1. Tableau donnant les moyennes des ratios de consommation par abonné et par mois

	<i>Maximum des ratios consommation / abonné/ mois par Tournée (m³/abonné/mois)</i>							
<i>Année</i>	T20	T25	T27	T75	T74	T73	T72	T66
1999	20,81	17,51	16,18	98,00	42,00	228,89	0,00	16,49
2000	21,12	18,86	16,74	23,14	29,52	86,16	89,00	15,69
2001	22,46	17,62	16,66	26,63	20,81	67,54	33,72	17,17
2002	20,51	18,14	15,48	22,53	17,14	58,62	22,31	16,23
2003	17,15	14,61	13,50	14,21	14,32	33,72	35,74	19,97
Moyenne des ratios (m³/abonné/mois)	20,41	17,35	15,71	36,90	24,76	94,99	45,19	17,11

2. Calcul de la consommation à l'échéance du projet

a) Données de base

- **Nombre d'abonnés à l'horizon du projet (voir le tableau ci dessous)**
- **les moyennes des ratios de consommation par abonné et par mois en m3/abonné/mois**

Tableau N°2. Tableau donnant la consommation d'eau par tournée

Tournée	Nombre d'Abonnés Horizon Projet	ratio moyen (m3/abonné/mois)	Consommation moyenne de pointe EP(échéance projet)	Consommation en m3/J
T20	2 051	20,41	41 856,29	1 395,21
T25	2 567	17,35	44 525,86	1 484,20
T27	3 064	15,71	48 137,82	1 604,59
T66	1 131	17,11	19 351,84	645,06
T72	1 345	45,19	60 788,75	2 026,29
T73	1 266	94,99	120 252,47	4 008,42
T74	2 877	24,76	71 226,04	2 374,20
T75	2 837	36,90	104 706,54	3 490,22
Total	17 814	272,42	510 845,62	17 028,19

La consommation à l'échéance du projet = 17 028,19 m³/J

Calcul de la consommation spécifique de la zone d'étude

- La consommation actuelle, spécifique moyenne de la zone d'étude est estimée à 88,4 litres / jour / personne. Ce nombre est égal à la moyenne des consommations spécifiques par tournée. Ces consommations spécifiques par tournée ont été calculées à partir des données de base et hypothèses suivantes :

Données de base

- Les consommations actuelles de février 2003 et les nombres d'abonnés (voir la base de données sur les consommations mensuelles de la zone d'étude en Annexe N°4)
- Les ratios donnant les nombres de personnes par concession et par tournée ont été calculés à partir des résultats d'enquêtes socio-économiques

Nous avons supposé que le nombre d'abonné est égal au nombre de concession ayant un branchement ONEA. Ceci nous a permis de déduire le ratio consommation/concession/jour à partir du ratio consommation/abonné/mois.

Résultats

Les résultats sont consignés dans le tableau ci-dessous.

Tableau N°3.

Tournée	Consommation actuelle (février 2003)	Nombre d'abonnés	ratio consommation en m3/abonné/mois	ratio consommation en m3/concession /mois	Ratio consommation en litres / concession/ jour	Ratio nombre de personne /concession	débit spécifique en l/j en 2003
T20	27233	1752	15,54	15,54	518,13	18,37	28,21
T25	9507	750	12,68	12,68	422,53	9,31	45,39
T27	6993	557	12,55	12,55	418,49	8,44	49,60
T66	4428	222	19,95	19,95	664,89	4,17	159,57
T72	4175	254	16,44	16,44	547,90	6,33	86,51

T73	8075	258	31,30	31,30	1043,28	5,50	189,69
T74	4479	321	13,95	13,95	465,11	5,22	89,06
T75	961	76	12,64	12,64	421,49	7,16	58,86

La consommation spécifique moyenne actuelle = 88,36 litres / personne / jour.

- La consommation spécifique à l'horizon du projet de la zone d'étude sera de 138,1 litres / personne / jour. En effet, à l'horizon du projet la consommation sera de 17 028,19 m³/jour pour une population de 123 316 habitants.

Pour estimer la consommation spécifique de chaque tournée à l'horizon du projet, nous avons calculé le taux de croissance de la consommation spécifique de février 2003 en septembre 2018 (l'horizon du projet). Après calcul, nous avons trouvé un taux de croissance de 56,27%.

Les résultats sont consignés dans le tableau ci dessous.

Tableau N°4.

	débit spécifique EP (l/personne/j) en février 2003	débit spécifique EP (l/personne/j) en septembre 2018
T20	28,21	44,08
T25	45,39	70,93
T27	49,60	77,51
T66	159,57	249,37
T72	86,51	135,19
T73	189,69	296,43
T74	89,06	139,18
T75	58,86	91,99

ANNEXE 7 : Détermination des charges polluantes

Station N°1

Tableau donnant les concentration des polluants de la station 1

Paramètres	Echantillon N°1	Echantillon N°2	Echantillon N°3	Moyenne	maximum
DBO5	700	200	250	383,33333	700
DCO	1180	590	680	816,66667	1180
MES	0,78	0,46	0,39	0,5433333	0,78
NTK	196	146	174	172	196
MST	1,435	1,329	1,222	1,3286667	1,435
Phosphore total	5,5	0,1	9,4	5	9,4
Coliformes thermotolérants (fécaux)	2000000	2000000	1000000	1666666,7	2000000
Streptocoques fécaux du groupe D à 35 °C	4000000	1000000	1000000	2000000	4000000

Tableau donnant la charge de pollution à traiter

Paramètre	charge moyenne de pollution(g l/ hab)	pollution moyenne journalière à traiter (kg/j)
DBO5	25,99	2579,29
DCO	55,36	5495,01
MES	0,04	3,66
NTK	11,66	1157,32
Phosphore total	0,34	33,64

Tableau donnant les caractéristiques de l'effluent traité

Paramètres	Concentration de la pollution rejetée en mg /l imposée par la norme	Charge polluante rejetée par jour (kg)
DBO5	≤ 50	160,3146
DCO	≤150	0
MES	≤200	160,3146
NTK	≤150	801,573
Phosphore total	≤0,8	4,275056

Pour le dimensionnement du système d'épuration nous avons fixé les valeurs consignées dans le tableau ci dessous tout en nous conformant aux normes en vigueur ci dessus et en se basant sur le fait que l' eau traitée pourra être utilisée en irrigation.

Objectifs du traitement

Paramètres	Concentration de la pollution rejetée en mg /l imposée par la norme	Charge polluante rejetée par jour (kg)
DBO5	30	248,36
DCO/ DBO5	2,5	
MES	30	248,36
NTK	150	1241,81
Phosphore total	0,8	6,62

Station N°2

Tableau donnant les concentrations des polluants de la station 2

Paramètres	Échantillons N°4	Échantillon N°5	Moyenne	maximum
DBO5	250	200	225	250
DCO	690	600	645	690
MES	0,23	1,2	0,715	1,2
NTK	179	173	176	179
MST	0,106	0,095	0,1005	0,106
Phosphore total	7,9	3,4	5,65	7,9
Coliformes thermotolérants (fécaux)	1000000	5000000	3000000	5000000
Streptocoques fécaux du groupe D à 35 °C	1000000	6000000	3500000	6000000

ANNEXE 8 : Tableaux de synthèse (enquêtes socio – économiques)

Tableau donnant les usages par ménages

Usages	BF	Eau minérale	Forage	ONEA	ONEA et eau minérale	ONEA ou forage	puits	ONEA et puits	Total
Boisson	14	14	4	80	2				114
Cuisson	14		2	90		2			108
Ménage	12		6	90			2		110
Hygiène corporelle	14		6	88					108
Lavage main	14		6	92					112
WC.à chasse			6	72					78
Ablutions	10		2	52					64
Piscine									
Lessive	14		4	84			4	4	110
Vaisselle	14		6	90					110
Abreuvement animaux			2	4					6
Lavage de véhicule	4		4	66			4	2	80
Arrosage des fleurs			4	56			6		66
Autres usages				4					4
moyenne	12,22	14	4,33	66,77	2	2	4	3	82,31
Pourcenta ge moyenne	10,72	12,28	3,80	58,57	1,75	1,75	3,51	2,63	72,20

Tableau donnant la fréquence des usages par ménage

Usages	Fréquences														Total
	,+f/j	1f/j	2f/j	3f/j	4f/j	5f/j	1f/2j	1f/3j	1f/s	2f/s	3f/s	1f/j/5j	qqf	nsp	
Boisson															
Cuisson		34	68				2	2						2	108
Ménage		74	20				4	2		2		4	4		110
Hygiène corp.		4	45	55	2	2									109
Lavage main															
Défecation															
Ablutions						64									64
Lessive		27					2	2	48	23	8				110
Vaisselle	4,4004	20	57	24										4	110
Abreuvement animaux						6									6
Lavage de vehic.		45	2						16	4			10	2	80
Arrosage fleurs		46	12				4	2		2					66
Autres usages										4					4

ANNEXE 9 Calcul des fouilles des bassins de stabilisation

1.1. Calcul des fouilles des bassins de la seconde station

Bassin anaérobie		Bassin facultatif		Bassin de maturation	
hauteur	3	hauteur	1,2	hauteur	1,0
volume (m3)	5343,8	volume	20611,9	volume	32062,9
fruit	2,5	fruit	2,5	fruit	2,5
largeur Mi-hauteur (l)	24,4	largeur Mi-hauteur (l)	75,7	largeur Mi-hauteur (l)	103,4
largeur à la base (lb)	16,9	largeur à la base (lb)	72,7	largeur à la base (lb)	100,9
largeur en gueule (lg)	28,1	largeur en gueule (lg)	77,2	largeur en gueule (lg)	104,6
Longueur Mi-hauteur (L)	73,1	Longueur Mi-hauteur (L)	227,0	Longueur Mi-hauteur (L)	310,1
Longueur à la base (Lb)	65,6	Longueur à la base (Lb)	224,0	Longueur à la base (Lb)	307,6
Longueur en gueule (Lg)	80,6	Longueur en gueule (Lg)	230,0	Longueur en gueule (Lg)	312,6
Calcul du volume des fouilles BA		Calcul du volume des fouilles BF		Calcul du volume des fouilles BM	
Epaisseur couche d'argile	0,1	Epaisseur couche d'argile	0,1	Epaisseur couche d'argile	0,1
Epaisseur couche de latérite	0,5	Epaisseur couche de latérite	0,5	Epaisseur couche de latérite	0,5
Profondeur totale fouille	3,6	Profondeur totale fouille	1,8	Profondeur totale fouille	1,6
fruit	2,5	fruit	2,5	fruit	2,5
Largeur en gueule fouille	29,3	Largeur en gueule fouille	78,4	Largeur en gueule fouille	105,8
Longueur en gueule fouille	81,8	Longueur en gueule fouille	231,2	Longueur en gueule fouille	313,8
Largeur à mi-hauteur fouille	25,6	Largeur à mi-hauteur fouille	76,9	Largeur à mi-hauteur fouille	104,6
Longueur à mi-hauteur fouille	83,0	Longueur à mi-hauteur fouille	232,4	Longueur à mi-hauteur fouille	315,0
Largeur à la base fouille	26,8	Largeur à la base fouille	78,1	Largeur à la base fouille	105,8
Volume des fouilles	7639,6	Volume des fouilles	32155,3	Volume des fouilles	52716,0

1.2. Calcul des fouilles des bassins de la seconde station

bassin anaérobie		bassin facultatif		bassin de maturation	
hauteur	3	hauteur	1,2	hauteur	1,0
volume (m3)	8278,74	volume	54403,12	volume	49672,4
fruit	2,5	fruit	2,5	fruit	2,5
largeur Mi-hauteur (l)	30,3	largeur Mi-hauteur (l)	122,9	largeur Mi-hauteur (l)	128,7
largeur à la base (lb)	22,8	largeur à la base (lb)	119,9	largeur à la base (lb)	126,2
largeur en gueule (lg)	34,1	largeur en gueule (lg)	124,4	largeur en gueule (lg)	129,9
Longueur Mi-hauteur (L)	91,0	Longueur Mi-hauteur (L)	368,8	Longueur Mi-hauteur (L)	386,0
Longueur à la base (Lb)	83,5	Longueur à la base (Lb)	365,8	Longueur à la base (Lb)	383,5
Longueur en gueule (Lg)	98,5	Longueur en gueule (Lg)	371,8	Longueur en gueule (Lg)	388,5
Calcul du volume des fouilles BA		Calcul du volume des fouilles BF		Calcul du volume des fouilles BM	
Épaisseur couche d'argile	0,1	Épaisseur couche d'argile	0,1	Épaisseur couche d'argile	0,1
Épaisseur couche de latérite	0,5	Épaisseur couche de latérite	0,5	Épaisseur couche de latérite	0,5
Profondeur total fouille	3,6	Profondeur total fouille	1,8	Profondeur total fouille	1,6
fruit	2,5	fruit	2,5	fruit	2,5
Largeur en gueule fouille	35,3	Largeur en gueule fouille	125,6	Largeur en gueule fouille	131,1
Longueur en gueule fouille	99,7	Longueur en gueule fouille	373,0	Longueur en gueule fouille	389,7
Largeur à mi-hauteur fouille	31,5	Largeur à mi-hauteur fouille	124,1	Largeur à mi-hauteur fouille	129,9
Longueur à mi-hauteur fouille	100,9	Longueur à mi-hauteur fouille	374,2	Longueur à mi-hauteur fouille	390,9
Largeur à la base fouille	32,7	Largeur à la base fouille	125,3	Largeur à la base fouille	131,1
Volume des fouilles	11451,3	Volume des fouilles	83607,8	Volume des fouilles	81235,2

Dimensions du premier site

Tampon autour des bassins = 20

Longueur totale d'encombrement du site = $\text{MAX}(312,6+40 ; 20+80,6+77,2+104,6*2+3*3+20)$
= 416,0 m

Largeur totale d'encombrement du site = $\text{MIN}(312,6+40 ; 20+80,6+77,2+104,6*2+3*3+20)$
= 352,6m

Valeurs retenues

Longueur = 420 m

Largeur = 355 m

Surface = $149100 \text{ m}^2 = 15 \text{ ha}$

Dimensions du second site

Tampon autour des bassins = 20

Longueur totale d'encombrement du site = $\text{MAX}(388,5+40 ; 20+98,5+124,4+129,9*2+3*3+20)$
= 531,8 m

Largeur totale d'encombrement du site = $\text{MIN}(388,5+40 ; 20+98,5+124,4+129,9*2+3*3+20)$
= 428,5 m

Valeurs retenues

Longueur = 530 m

Largeur = 430 m

Surface = $227\,900 \text{ m}^2 = 22,8 \text{ ha}$

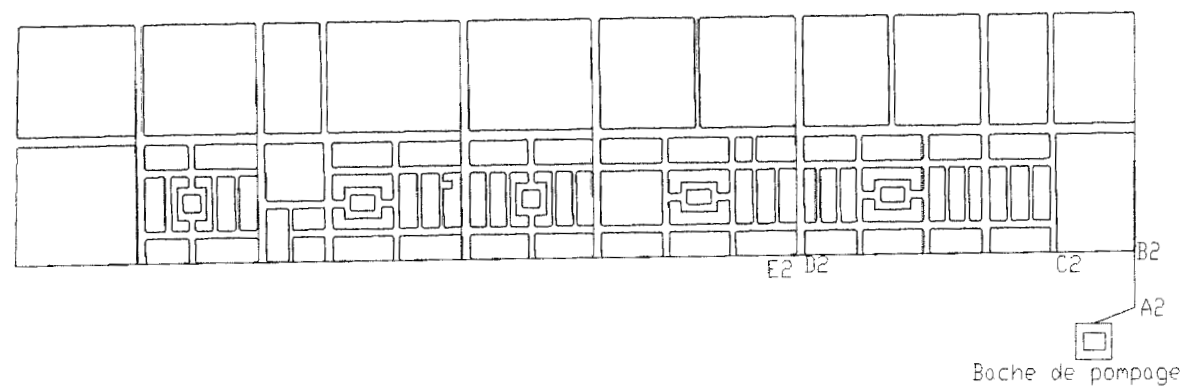
ANNEXE 10 Dimensionnement des stations de relevage

Première station de relevage		Première station de relevage		Troisième station de relevage	
Au point S2 (tournée 72 et 73 de Ouaga2000) nord		Au point S3 (tournée 72 et 73 de Ouaga2000) sud		Au point S4(au sud de la tournée 66)	
Q avenir(l/s)	36,24	Q avenir(sud des tournées 72 et 73) (l/s)	19,63	débit EU TOURNE 66	5,97
Q avenir (m3/j)	3131,4	coeff. de pointe	2,1	coeff. de pointe	2,52
coeff. de pointe	1,92	Q avenir de pointe (sud des tournées 72 et 73) (l/s)	40,53	débit de pointe tournée 66	15,07
Débit de pointe de dimensionnement (l/s)	69,42	Débit de pointe de dimensionnement (l/s)	109,94	débit total de dimensionnement	125,01
Dimensionnement de la bâche de stockage		Dimensionnement de la bâche de stockage		Dimensionnement de la vache de stockage	
calcul du diamètre par la formule de Maiga	0,29	calcul du diamètre par la formule de Maiga	0,36	calcul du diamètre par la formule de Maiga	0,38
diamètre retenu	0,3	diamètre retenu	0,4	diamètre retenu	0,4
Nbre de démarrage par heure	10	Nbre de démarrage par heure	10	Nbre de démarrage par heure	10
nombre de pompe p	1	nombre de pompe p	1	nombre de pompe p	1
volume de la tranche d'eau pompée	6,25	volume de la tranche d'eau pompée	9,89	volume de la tranche d'eau pompée	11,25
basin de forme circulaire		basin de forme circulaire		basin de forme circulaire	
surface	10	surface	10	surface	10
lame d'eau de régulation	0,625	lame d'eau de régulation	0,989	lame d'eau de régulation	1,125
marnage	0,5	marnage	0,5	marnage	0,5
hauteur de sécurité	0,5	hauteur de sécurité	0,5	hauteur de sécurité	0,5
hauteur totale	1,62	hauteur totale	1,99	hauteur totale	2,13
cote TN	310	cote TN	315	cote TN	325
cote arrivée conduite	315	cote arrivée conduite	325	cote arrivée conduite	328,5
cote radier bâche	308,38	cote radier bâche	313,01	cote radier bâche	322,87
cote niveau statique	308,88	cote niveau statique	313,51	cote niveau statique	323,37
delta Ha	6,12	delta Ha	11,49	delta Ha	5,13
Données géographiques		Données géographiques		Données géographiques	
Cote élévation max.	315	Cote élévation max.	325	Cote élévation max.	328,5

longueur	1750	longueur	2900	longueur	340
cote TN au niveau de la station de pompage	310	cote TN au niveau de la station de pompage	315	cote TN au niveau de la station de pompage	325
Calcul de la perte de charge linéaire		Calcul de la perte de charge linéaire		Calcul de la perte de charge linéaire	
Viscosité Nu	0,000010	Viscosité Nu	0,000010	Viscosité Nu	0,000010
surface S	0,0707	surface S	0,1257	surface S	0,1257
vitesse (m/s)	0,982	vitesse (m/s)	0,875	vitesse (m/s)	0,995
vitesse ² /2g	0,049	vitesse ² /2g	0,039	vitesse ² /2g	0,050
nombre de Reynolds	29460,7	nombre de Reynolds	34996,1	nombre de Reynolds	39792,7
Lamda (λ_a)	0,0242	Lamda (λ_a)	0,0231	Lamda (λ_a)	0,0224
Delta Hlin	6,92	Delta Hlin	6,54	Delta Hlin	0,96
Calcul des pertes de charges singulières		Calcul des pertes de charges singulières		Calcul des pertes de charges singulières	
vanne(0,2)	0,0098	vanne(0,2)	0,0098	vanne(0,2)	0,0098
coude1(1,5)	0,0737	coude1(1,5)	0,0737	coude1(1,5)	0,0737
coude 2(1,5)	0,0737	coude 2(1,5)	0	coude 2(1,5)	0
coude3 à 90° (1,5)	0,0737	coude3 à 90° (1,5)	0	coude3 à 90° (1,5)	0
total .	0,2310	total	0,0836	total	0,0836
perte de charge totale	7,16	perte de charge totale	6,63	perte de charge totale	1,04
HMT	13,28	HMT	18,12	HMT	6,17
Choix dela pompe		Choix de la pompe		Choix de la pompe	
Flygt submersible 2201 , P électrique = 13,5 kW		Flygt submersible 2201 , P électrique = 28,5 kW		Flygt submersible 2201 , P électrique = 31,5 kW	
HMT (m)	13,3	HMT (m)	18,1	HMT (m)	16,5
Nombre de pompe	2	Nombre de pompe	2	Nombre de pompe	2

ANNEXE 11 : Dimensionnement des conduites

Tournée 72 et 73 de Ouaga 2000



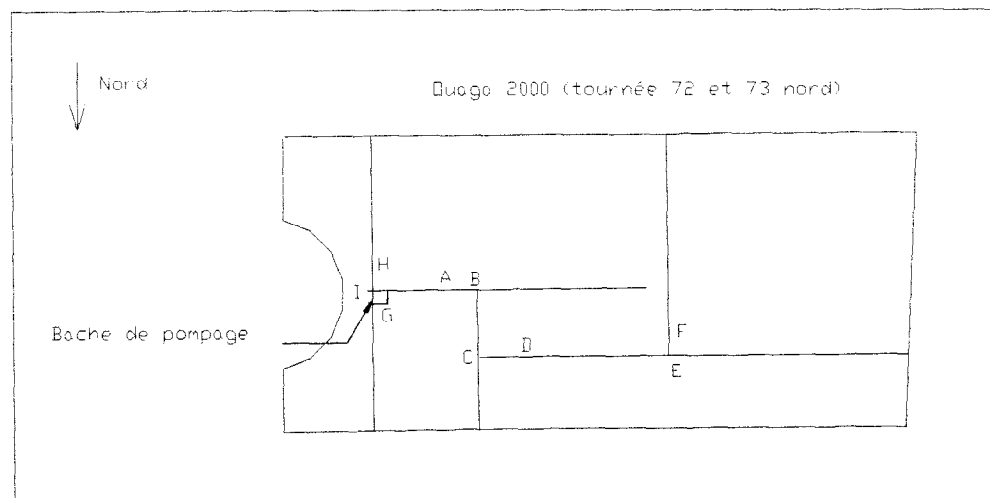
N° des	long_tronc	Débit	débit en route	débit entrant	Cp	Cp retenu	débit entrant	débit sortant	Cp	Cp retenu	débit sortant	Débit de pointe	pente(m/m)
Tronçons	considéré(m)	unitaire en l/s	du projet (l/s)	du projet (l/s)	pour Qentrant	<4	du projet (l/s)	du projet (l/s)	pour Qentrant	<4	du projet (l/s)	dimensionnement	m/m
B2-A2	150	0,00112	0,167	19,634	2,064	2,1	41,231	19,801	2,062	2,1	41,583	41,407	0,01
B2-C2	250	0,00112	0,279	17,977	2,090	2,1	37,751	18,256	2,085	2,1	38,337	38,044	0,01
C2-D2	23,0769	0,00112	0,026	16,165	2,122	2,1	33,947	16,191	2,121	2,1	34,001	33,974	0,01
D2-C2	23,0769	0,00112	0,026	11,692	2,231	2,2	25,722	11,718	2,230	2,2	25,779	25,750	0,01

	1ère Condition			2ème Condition			3ème Condition		débit	débit				
N° des	Calcul des diamètres			rV = 1	rV = 0,6	QPS(l/s)	rQ = 0,0876	unitaire	actuel					Observations
Tronçons	DiamCalc (m)	DiamRetenu (voir abacques)	VPS (ltn, □ Retenu) H=□(m/s)	VPS (ltn, □ Retenu) H=0,5□(m/s)	VPS (ltn, □ Retenu) H=0,2		QPS H=0,2	actuel (l/s)	+correction	Vitesse(Qa, Diam)	V(Qpa, Diam)	V(QpA, Diam)		
A-Bo	0,226	0,25	1,1024	1,102	0,661	54,115	4,7405	7,5E-05	1,326	0,0270	0,0420	0,844	Bon	
B-A	0,219	0,25	1,1024	1,102	0,661	54,115	4,7405	7,5E-05	1,224	0,0249	0,0425	0,775	Bon	
C-B	0,210	0,25	1,1024	1,102	0,661	54,115	4,7405	7,5E-05	1,094	0,0223	0,0432	0,692	Bon	
E-D	0,189	0,2	0,9500	0,950	0,570	29,847	2,6146	7,5E-05	0,793	0,0253	0,0710	0,820	Bon	

Tournée 72 et 73 nord

N° des	long_tronc	Débit	débit en route	débit entrant	Cp	Cp retenu	débit entrant	débit sortant	Cp	Cp retenu	débit sortant	Débit de pointe	pente(m/m)
Tronçons	considéré(m)	unitaire en l/s	du projet (l/s)	du projet (l/s)	pour Qentrant	<4	du projet (l/s)	du projet (l/s)	pour Qentrant	<4	du projet (l/s)	dimensionnement	m/m
A-B	23	0,0011	0,0258	22,0697	2,03216	2,03	44,802	22,095	2,032	2,03	44,854	44,828	0,01
C-D	246	0,0011	0,2747	11,8158	2,22729	2,2	25,995	12,091	2,219	2,2	26,599	26,297	0,01
C-D	292	0,0011	0,3263	20,2068	2,05615	2	40,414	20,533	2,052	2	41,066	40,74	0,01
E-F	54	0,0007	0,0364	7,3690	2	2,4	17,686	7,41	2,419	2,4	17,773	17,729	0,010
H-Bache	46	0,0011	0,0515	7,6994	2	2,4	18,479	7,75	2,398	2,4	18,602	18,540	0,010
I-Bache	23	0,0011	0,0258	9,0643	2	2,3	20,848	9,09	2,329	2,3	20,907	20,877	0,010

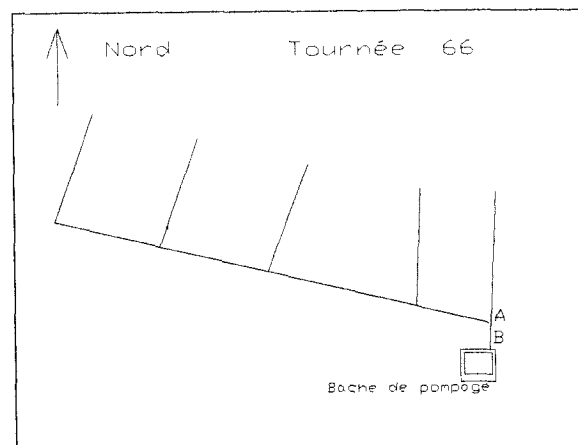
		1ère Condition		2ème Condition		3ème Condition							
N° des	Calcul des diamètres			rV = 1	rV = 0,6	QPS(l/s)	rQ = 0,0876	débit unitaire	débit actuel				Observations
Tronçons	DiamCalc (m)	DiamRetenu (voir abaques)	VPS (ltn, □ Retenu) H=□(m/s)	VPS (ltn, □ Retenu) H=0,5□(m/s)	VPS (ltn, □ Retenu) H=0,2		QPS H=0,2	actuel (l/s)	+ correction	Vitesse (Qa, Diam)	V(Qpa, Diam)	V(QpA, Diam)	
A-B	0,233	0,25	1,102	1,102	0,661	54,12	4,7405	7,5E-05	1,504	0,0307	0,041413	0,9137	toutes les conditon verifiée
C-D	0,191	0,2	0,950	0,950	0,570	29,85	2,6146	7,5E-05	0,817	0,0260	0,070668	0,8375	toutes les conditon verifiée
C-D	0,225	0,25	1,102	1,102	0,661	54,12	4,7405	7,5E-05	1,389	0,0283	0,041818	0,8304	toutes les conditon verifiée
E-F	0,165	0,2	0,950	0,950	0,570	29,85	2,6146	4,6E-05	0,506	0,0161	0,077028	0,5646	toutes les conditon verifiée
H-Bache	0,167	0,2	0,950	0,950	0,570	29,85	2,6146	7,5E-05	0,519	0,0165	0,076369	0,5905	toutes les conditon verifiée
I-Bache	0,175	0,2	0,950	0,950	0,570	29,85	2,6146	7,5E-05	0,610	0,0194	0,074178	0,6649	toutes les conditon verifiée



Tournée 66

N° des	long_tronç	Débit	débit en	débit	Cp	Cp	débit	débit	Cp	Cp	débit	Débit de	pente(m/m)
Tronçons	considé(m)	unitaire en	route	entrant	pour	retenu	entrant	sortant	pour	retenu	sortant	pointe	m/m
		l/s	du projet (l/s)	du projet (l/s)	Qentrant	<4	du projet (l/s)	du projet (l/s)	Qentrant	<4	du projet (l/s)	dimensionnement	
A-B	150	0,000384	0,0575	5,973	2,523	2,5	14,932	6,0303	2,5181	2,5	15,076	15,004	0,01

		1ère Condition		2ème Condition		3ème Condition							
N° des	Calcul des diamètres			rV = 1	rV = 0,6	QPS(l/s)	rQ = 0,0876	débit unitaire	débit actuel				Observations
Tronçons	DiamCalc (m)	DiamRete nu (voir abacques)	VPS (ltn, □ Retenu) H=□(m/s)	VPS (ltn, □ Retenu) H=0,5□(m/s)	VPS (ltn, □ Retenu) H=0,2		QPS H=0,2	actuel (l/s)	+correction	Vitesse(Qa, Diam)	V(Qpa, Diam)	V(QpA, Diam)	
A-B	0,155	0,2	0,9500	0,950	0,570	29,8466	2,615	0,00009	1,3667	0,04353	0,080	0,478	bon



Tournée 74, 75, 27, 20, 25

N° des Tronçons	long_tronc considérée(m)	Débit unitaire en l/s	débit en route du projet (l/s)	débit entrant du projet (l/s)	Cp pour Qentrant	Cp retenu <4	débit entrant du projet (l/s)	débit sortant du projet (l/s)	Cp pour Qentrant	Cp retenu <4	débit sortant du projet (l/s)	Débit de pointe dimensionnement	pente(m/m)
A - bâche	50	0,00053	0,027	11,154	2,25	2,2	24,54	11,18	2,25	2,2	24,60	24,57	0,012
B - bâche	200	0,00053	0,106	63,072	1,81	1,8	113,53	63,18	1,81	1,8	113,72	113,63	0,012
C-B	280	0,00053	0,149	62,600	1,82	1,8	112,68	62,75	1,82	1,8	112,95	112,81	0,012
E-D	100	0,00053	0,053	61,545	1,82	1,8	110,78	61,60	1,82	1,8	110,88	110,83	0,012
1-H	90	0,00053	0,048	42,008	1,89	1,9	79,82	42,06	1,89	1,9	79,91	79,86	0,012
L-2	200	0,00053	0,106	33,783	1,93	1,9	64,19	33,89	1,93	1,9	64,39	64,29	0,01
N-L	23	0,00053	0,012	27,459	1,98	2	54,92	27,47	1,98	2	54,94	54,93	0,01
Z-BACHE	200	0,00053	0,106	20,210	2,06	2,1	42,44	20,32	2,05	2,1	42,66	42,55	0,012

V-W	230	0,00053	0,122	18,794	2,08	2,1	39,47	18,92	2,07	2,1	39,72	39,60	0,012
3-V	60	0,00053	0,032	5,294	2,59	2,6	13,77	5,33	2,58	2,6	13,85	13,81	0,012
5-4	31	0,00053	0,016	15,711	2,13	2,1	32,99	15,73	2,13	2,1	33,03	33,01	0,01
6-5	19	0,00053	0,010	11,911	2,22	2,2	26,20	11,92	2,22	2,2	26,23	26,22	0,01
K-J	220	0,00053	0,117	7,863	2,39	2,4	18,87	7,98	2,39	2,4	19,15	19,01	0,01
7-N	123	0,00129	0,159	25,180	2,00	2	50,36	25,34	2,00	2	50,68	50,52	0,008
P-8	31	0,00129	0,040	16,853	2,11	2,1	35,39	16,89	2,11	2,1	35,47	35,43	0,008
Q-P	292	0,00129	0,377	9,941	2,29	2,3	22,86	10,32	2,28	2,3	23,73	23,30	0,008
R-O	23	0,00129	0,030	3,854	2,77	2,77	10,67	3,88	2,77	2,77	10,76	10,72	0,008
Y-X	46	0,00129	0,059	13,268	2,19	2,18	28,92	13,33	2,18	2,18	29,05	28,99	0,008
U-9	30	0,00053	0,016	13,357	2,18	2,3	30,72	13,37	2,18	2,3	30,76	30,74	0,012

Suite du tableau

N° des Tronçons	Calcul des diamètres		VPS (ltn, □Retenu) H=□(m/s)	rV = 1 VPS (ltn, □Retenu) H=0,5□(m/s)	rV = 0,6 VPS (ltn, □Retenu) H=0,2	QPS(l/s)	rQ = 0,0876 QPS H=0,2	débit unitaire actuel (l/s)	débit actuel +correction	Observations
	DiamCalc (m)	DiamReten u (voir abacques)								
A-bache	0,18	0,2	1,041	1,041	0,624	32,695	2,864	0,0000334	0,701	
B-bache	0,32	0,4	1,652	1,652	0,991	207,602	18,186	0,0000334	14,072	
C-B	0,32	0,4	1,652	1,652	0,991	207,602	18,186	0,0000334	14,047	0
E-D	0,32	0,4	1,652	1,652	0,991	207,602	18,186	0,0000334	13,978	0
1-H	0,28	0,4	1,652	1,652	0,991	207,602	18,186	0,0000334	11,525	
L-2	0,27	0,315	1,286	1,286	0,772	100,225	8,780	0,0000334	9,874	toutes les conditon verifiée
N-L	0,25	0,25	1,102	1,102	0,661	54,115	4,741	0,0000334	8,539	3 eme condition non verifiée
Z-BACHE	0,22	0,25	1,208	1,208	0,725	59,281	5,193	0,0000334	0,319	
V-W	0,21	0,25	1,208	1,208	0,725	59,281	5,193	0,0000334	0,230	
3-V	0,14	0,2	1,041	1,041	0,624	32,695	2,864	0,0000334	0,096	
5-4	0,21	0,25	1,102	1,102	0,661	54,115	4,741	0,0000334	2,213	toutes les conditon verifiée
6-5	0,19	0,2	0,950	0,950	0,570	29,847	2,615	0,0000334	1,731	toutes les conditon verifiée
K-J	0,17	0,2	0,950	0,950	0,570	29,847	2,615	0,0000334	1,634	toutes les conditon verifiée

7-N	0,25	0,25	0,99	0,99	0,59	48,4	4,240	0,0000118	8,519	
P-8	0,22	0,25	0,986	0,986	0,592	48,402	4,240	0,0000118	6,643	toutes les conditon verifiée
Q-P	0,19	0,25	0,986	0,986	0,592	48,402	4,240	0,0000118	5,740	toutes les conditon verifiée
R-O	0,14	0,2	0,850	0,850	0,510	26,696	2,339	0,0000118	1,834	toutes les conditon verifiée
Y-X	0,21	0,25	0,986	0,986	0,592	48,402	4,240	0,0000118	0,122	toutes les conditon verifiée
U-9	0,20	0,25	1,208	1,208	0,725	59,281	5,193	0,0000334	0,123	

